



**Francislê  
Neri de Souza**

**Perguntas na aprendizagem de Química no Ensino  
Superior**



**Francislê  
Neri de Souza**

## **Perguntas na aprendizagem de Química no Ensino Superior**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Didáctica, realizada sob a orientação científica da Profa. Doutora Maria Helena Gouveia Fernandes Teixeira Pedrosa de Jesus, Professora Associada do Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro.

Apoio financeiro do SAPIES'99 no âmbito do III Quadro Comunitário de Apoio.

Apoio financeiro da FCT no âmbito do III Quadro Comunitário de Apoio.

Dedico este trabalho a Jesus, cujas perguntas e questionamentos faz-nos pensar e mudar para uma vida melhor.

## **o júri**

presidente

**Prof. Dr. João Lemos Pinto**  
professor catedrático do Departamento de Física da Universidade de Aveiro

**Prof. Dr. José Joaquim Cristino Teixeira Dias**  
professor catedrático do Departamento de Química da Universidade de Aveiro

**Prof. Dr. António Francisco Carrelhas Cachapuz**  
professor catedrático do Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Isabel Tavares Pinheiro Martins**  
professora catedrática do Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro

**Prof. Dr. Duarte José de Vasconcelos da Costa Pereira**  
professor associado com agregação da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Helena Gouveia Fernandes Teixeira Pedrosa de Jesus**  
professora associada do Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Arminda Pedrosa e Silva Carvalho**  
professora auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

## **agradecimentos**

A gratidão é uma virtude de reconhecer que sem o outro ou poder fora de nós mesmo não se poderia realizar o realizado. Meu primeiro agradecimento a Deus, pelas oportunidades criadas, pela vida, força e equilíbrio emocional para realizar esta importante etapa da minha vida.

Uma palavra muito especial para a Professora Helena Pedrosa de Jesus, minha orientadora, pelos seus questionamentos oportunos que proporcionava pensar e repensar, escrever e reescrever num processo crescente de qualidade. Obrigado Professora Helena por dar de si mesma, em tempo de leitura, de preocupação, de discussão, de vida e envolvimento activo neste processo de investigação que apesar de duro, foi tão rico em crescimento intelectual e humano. Obrigado pela frase que ainda mantenho no quadro da sala: “Perguntas bem formuladas são o segredo de respostas bem dadas.”

Minha gratidão ao Professor Teixeira-Dias, que de forma corajosa se envolveu neste processo de inovação. Obrigado pelo apoio científico e humano. Agradeço também às suas colaboradoras Dra. Manuela e Paula, e todos os outros funcionários e professores da equipa de Química com quem convivi.

Muito obrigado ao Professor Mike Watts, pelas discussões e ideias durante as várias fases de construção deste trabalho, nas suas muitas idas e vindas da Inglaterra para Aveiro. Obrigado pelo optimismo, incentivo, colaboração e discussão dos artigos publicados.

Minha gratidão aos professores do Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa. Especialmente para aqueles a quem consultei, nomeadamente aos Professores António Moreira e Isabel Martins. Minha gratidão aos Professores Luís Marques, António Cachapuz, Maria João Loureiro, e Teresa Bettencourt com os quais tenho aprendido e trabalhado como colaborador nas disciplinas de Ciências Integradas da Natureza e Didáctica da Física e Química. Também a alguns dos professores visitantes que passaram por este Departamento e que consultei algumas vezes, nomeadamente os Professores Wanderley Geraldi, Jown Cowan, e Richard Kempa.

A todos os funcionários do DTE o meu muito obrigado. Especialmente ao Luís Batista, David Balseiro, Miguel Ribeiro, Isabel Guimarães, Sónia Pião e à D. Isabel do Paço.

Meus agradecimentos ao CEMED nas pessoas de Hélder Caixinha e Ieda Margarete pela amizade e apoio na configuração e manutenção do WebCT (Questões em Química).

Meu sincero agradecimento aos professores Luís Pardal, Jorge Arroteia, Isabel Alarcão e José Tavares. Pessoas que apoiaram a mim e a minha esposa na integração socialmente e académica na Universidade de Aveiro.

Meu muito obrigado aos colegas de doutoramento do DTE, sobretudo à Patrícia Almeida, pelos conselhos e paciência em me ouvir pensar em voz alta. Pela nossas discussões e ideias que tanto ajudaram no surgimento de outras tantas ideias e soluções.

Minha gratidão a todos os estudantes que participaram ao longo dos três anos deste estudo. Especialmente àqueles a quem entrevistei e acompanhei, facultando sem restrições todos os dados que necessitava.

Obrigado Isabel Marques, Marcos e Tito Garrido, Raul Mesquita e Fábio Freitas pela amizade e apoio técnico na digitalização de dados, desenhos e design.

Minha gratidão à comunidade de cristãos da Igreja Adventista do Sétimo Dia de Aveiro pelo apoio, incentivo e orações que encheram estes últimos anos de esperança e fé.

Para terminar, expresso uma palavra especial de gratidão a minha esposa Dayse Neri de Souza, que apesar de estar fazendo um trabalho de doutoramento ao mesmo tempo que eu desenvolvia este, foi incansável, paciente e amiga. Obrigado pela oportunidade de aprender, ao pensarmos juntos nas suas dificuldades esqueci as minhas e puder enxergar caminhos. Meu muito obrigado à minha mãe Genésia Neri de Souza, pelo amor e orações, e por ter permitido aprender um pouco mais ao discutir a sua dissertação de mestrado.

## **palavras-chave**

Questionamento, Perguntas dos estudantes, Ensino Superior, Química, Aprendizagem Activa, Teoria Fundamentada.

## **resumo**

A investigação em educação em ciência tem vindo a sustentar a necessidade de se considerarem novas ênfases no ensino e aprendizagem, em particular no ensino universitário. Diversos investigadores consideram que existem capacidades e competências chave que devem ser desenvolvidas nos estudantes, para além dos conteúdos académicos. Entre estas, salientam-se as seguintes: a competência de questionamento e de comunicação, a capacidade de trabalhar em grupo, de resolução de problemas e do uso das novas tecnologias e, ainda, a capacidade para continuar a adquirir, ao longo da vida, novos conhecimentos e práticas. Todas estas capacidades e competências pressupõem uma aprendizagem muito mais activa, em oposição aos processos tradicionais.

Este trabalho assenta na convicção de que é possível promover a aprendizagem activa de Química, através do incentivo às perguntas na interacção didáctica entre professores e estudantes. Reflecte ainda a ênfase que um número crescente de educadores tem vindo a colocar na importância da formulação de perguntas de qualidade nos processos de ensino e de aprendizagem, bem como na necessidade de as estimular positivamente.

Assim, as perguntas dos estudantes tornaram-se centrais e foram o fio condutor nesta investigação. Foram criados instrumentos e desenvolvidas diversas estratégias visando estimular a formulação de perguntas pelos estudantes, procurando possibilitar o seu maior envolvimento na aprendizagem de Química. Recorreu-se, ainda, ao uso das novas tecnologias (computador) para facilitar a interacção entre os estudantes e o professor.

Nesta investigação procurara-se identificar as relações entre as perguntas dos estudantes e a aprendizagem e ainda compreender melhor as dificuldades na aprendizagem da Química, no 1º ano universitário, através das suas perguntas. Para isso, procuramos conceber estratégias e desenhar instrumentos que pudessem contribuir para uma aprendizagem mais activa, onde as perguntas passassem a ser valorizadas, adquirindo um papel relevante na definição dos indicadores de um ambiente de aprendizagem activa.

A investigação foi desenvolvida em três estudos, sendo o estudo piloto o primeiro deles (2000/2001), com a duração de dois semestres lectivos. O segundo estudo (2001/2002) foi desenvolvido durante um semestre e o terceiro (2002/2003) em dois semestres lectivos. Neste último, foi realizado um estudo de aprofundamento, que visava compreender melhor algumas dificuldades dos estudantes sobre conceitos de termoquímica, tendo ainda acompanhado, no último semestre, um grupo de 3 estudantes no contexto do desenvolvimento do mini-projecto.

Para alcançar os objectivos propostos, utilizou-se uma metodologia de investigação qualitativa do tipo naturalista-etnográfica na perspectiva da teoria fundamentada (Grounded Theory). A recolha de dados foi feita através de observação directa das aulas, observação participante, entrevistas semi-estruturadas, questionários que incluíam situações-problema, registos de acesso ao computador, e ainda as explicações e perguntas dos estudantes. Foram utilizadas gravações em áudio e/ou vídeo nos diversos contextos da recolha de dados.

As perguntas escritas pelos estudantes, nos seus diversos contextos, foram analisadas quanto ao seu sentido semântico e qualidade cognitiva, tendo sido definidos indicadores de qualidade. Procurou-se, também, identificar as dificuldades em Química por elas reveladas. Do mesmo modo, foram também analisadas as perguntas induzidas pela leitura de um pequeno texto científico, bem como as explicações perante situações-problema específicas.

Os resultados apontam para um grande envolvimento da maioria dos estudantes na disciplina de Química, reagindo muito positivamente aos estímulos criados. Embora o número de perguntas tenha diminuído no decorrer do ano lectivo, durante os 3 estudos, a sua qualidade aumentou. Verificou-se, ainda, que as perguntas têm um potencial superior às explicações produzidas, no que diz respeito à identificação das dificuldades dos estudantes. Por outro lado, pareceu-nos evidente que os instrumentos de estímulo às perguntas, sem as estratégias que as suportem e enquadrem, não surtem os efeitos desejados ao nível do envolvimento dos estudantes.

Propõe-se um modelo com indicadores de um ambiente de aprendizagem activa, onde o incentivo às perguntas dos estudantes desempenha um papel central, integrando os diversos instrumentos e estratégias utilizadas neste estudo. Este modelo baseia-se nos resultados desta investigação, comparando-os com outros modelos de aprendizagem activa e aprendizagem por pesquisa, onde as perguntas desempenham um papel relevante.

Apresentam-se, ainda, algumas limitações deste trabalho e propõem-se possíveis investigações a realizar na sequência dos resultados encontrados.



**keywords**

Questioning, Students' questions, Teaching in Higher Education, Chemistry, Active Learning, Grounded Theory.

**abstract**

Research in science education has been pointing to the need of considering new approaches to teaching and learning, particularly at university level. Many researchers consider that there are important skills and capacities that must be developed by the university students, beyond academic contents. Among these we should highlight the following: questioning and communication competencies, group work, problem solving and ICT abilities and openness for life long learning. All these skills and capacities imply a much more active learning, in opposition to the traditional processes.

This work has a starting point on the idea that it is possible to promote active learning in Chemistry, through the incentive to questioning during the didactic interaction between teachers and students. It also reflects the emphasis being placed by an increasing number of educators on the importance of quality questions in the learning and teaching processes, as well as on the need to stimulate these questions positively.

This means that students' questions were a central issue in this research. Several instruments and various strategies were developed in order to stimulate students' questions, aiming at increasing their involvement in Chemistry learning. The incentive for using ICT platforms were one of the instruments used for facilitating the interaction between students and teacher.

One aim of this study was to identify the relationships between students' questions and their learning. A second goal was to understand the nature of undergraduate students' difficulties in learning Chemistry, through their questions. Specific strategies and instruments, in which questions played a central role, were developed in order to promote active learning. A set of indicators that could favour an active learning environment were considered and tested.

The empirical research work was developed in three phases. The first one was a pilot study which lasted for two semesters and occurred during the academic year 2000/2001. The second study (2001/2002) was developed during one semester and the third one (2002/2003) during two semesters. The last study included an in-depth analysis, aiming at trying to understand the main students' difficulties about thermochemistry concepts. A group of 3 students was followed, during the last semester, while developing mini-projects.

A qualitative research methodology of the naturalist-ethnographic type was used, under the perspective of Grounded Theory. The data was collected through direct classroom observation, participant observation, semi-structured interviews and questionnaires including problem-situations, registers of students' access to the computer and students' questions and explanations. Audio and/or video recordings were also used in diverse contexts of data collection.

Students' written questions, from diverse contexts, were analyzed by their semantic meaning and cognitive quality, against previously defined quality indicators. The questions induced by the reading of a small scientific text, as well as the specific explanations given by students to the problem-situations were also analysed.

The results pointed to a great involvement of the majority of undergraduate students attending Chemistry classes. Although the number of questions has decreased throughout the academic year, during the 3 phases, their quality has increased. It was also found that the questions have a better potential as compared to the explanations, for the identification of students' difficulties. Furthermore, it became evident to us that the instruments used to stimulate questions without articulation with the strategies that support them, do not have the expected and wished effect on students' involvement.

A model with indicators of an active learning environment is proposed, where the incentive to students' questions plays a central role, integrating the diverse instruments and strategies used in this study. This model is based on the results of this research, after comparing them with other active and inquiry learning models, where the questions also play a relevant role.

Finally, some limitations and suggestions for further research studies are also presented.

# ÍNDICE DE CONTEÚDOS

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 – EDUCAÇÃO EM QUÍMICA .....	6
1.2 – APRENDIZAGEM ACTIVA .....	8
1.3 – QUESTIONAMENTO.....	12
1.4 – OBJECTIVOS E QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO .....	16
<b>CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>23</b>
2.1 - INTRODUÇÃO A EDUCAÇÃO EM QUÍMICA .....	25
2.2 – APRENDIZAGEM ACTIVA.....	34
2.2.1 - Ambiente de aprendizagem activa.....	38
2.2.2 - Aprendizagem pela acção.....	40
2.2.3 – Aprendizagem activa na educação em ciência .....	45
2.2.4 – Indicadores de ambiente de aprendizagem activa.....	51
2.3 – ESTRATÉGIAS PARA PROMOVER A APRENDIZAGEM ACTIVA .....	58
2.3.1 - Resolução de problemas para a promoção da aprendizagem activa.....	58
2.3.2 – Trabalho em Grupo e Aprendizagem Cooperativa.....	61
2.3.3 - O uso de ferramentas electrónicas e digitais para promover a aprendizagem activa .	69
2.3.4 - Transformando o formato das aulas com vista a uma aprendizagem activa .....	77
2.4 - PERGUNTAS NA APRENDIZAGEM ACTIVA.....	87
2.4.2 – As perguntas no contexto do ensino e da aprendizagem .....	94
<b>CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA</b> .....	<b>139</b>
3.1 - INTRODUÇÃO .....	141
3.2 - PARADIGMA DE INVESTIGAÇÃO .....	143
3.3 - ETNOGRAFIA EDUCACIONAL.....	146
3.4 - INVESTIGAÇÃO NATURALISTA-ETNOGRÁFICA .....	149
3.5 – “GROUNDED THEORY” – A TEORIA FUNDAMENTADA (TF) .....	152
3.6 - PERCURSO METODOLÓGICO DA INVESTIGAÇÃO .....	160
<b>CAPÍTULO 4 - EXPLORAÇÃO DE INSTRUMENTOS E ESTRATÉGIAS DE ESTÍMULO ÀS PERGUNTAS DOS ESTUDANTES (ESTUDO PILOTO - 1º ESTUDO)</b> .....	<b>169</b>
4.1 - INTRODUÇÃO .....	171
4.1.1 - Caracterização da Amostra.....	171
4.1.2 - Descrição da Experiência.....	172
4.3 - QUÍMICA I – PRIMEIRO ESTUDO – PILOTO (2000/2001).....	179
4.2.1 - Opinião dos estudantes sobre o projecto <Q/Q>.....	184
4.2.2 - As classificações finais dos estudantes em Química I (2000/2001) .....	205
4.3 - QUÍMICA II – PRIMEIRO ESTUDO - PILOTO (2000/2001) .....	208
4.3.4 - As classificações dos estudantes em Química II (2000/2001) .....	228
4.4 – A QUALIDADE DAS PERGUNTAS .....	231
4.4.1 - Porquê classificar as perguntas? .....	233
4.4.2 – Os Instrumentos de análise.....	241
4.5 – A QUALIDADE DAS PERGUNTAS DO PRIMEIRO ESTUDO (2000/2001) .....	248
<b>CAPÍTULO 5 - DINAMIZAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS PARA A APRENDIZAGEM ACTIVA (2ºESTUDO)</b> .....	<b>255</b>
5.1 – INTRODUÇÃO .....	257
5.1.1 - Caracterização da Amostra.....	257
5.1.2 – Descrição da Experiência.....	258

5.2 – A QUALIDADE DAS PERGUNTAS DO SEGUNDO ESTUDO (2001/2002).....	263
5.3 – ACESSOS AO PROGRAMA <Q/Q>.....	271
5.4 – AS CLASSIFICAÇÕES DOS ESTUDANTES EM QUÍMICA II (2001/2002).....	272
5.5 – ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS.....	274
5.6 – ANÁLISE DAS ENTREVISTAS (2001/2002).....	280
<b>CAPÍTULO 6 - CONSOLIDAÇÃO E APROFUNDAMENTO DAS ESTRATÉGIAS (3º ESTUDO).....</b>	<b>295</b>
6.1 – INTRODUÇÃO.....	297
6.1.1 - <i>Caracterização da Amostra</i> .....	297
6.1.2 – <i>Descrição da Experiência</i> .....	298
6.2 - A QUALIDADE DAS PERGUNTAS DO TERCEIRO ESTUDO (2002/2003).....	301
6.3 - ACESSOS AO PROGRAMA <Q/Q>.....	306
6.4 - AS CLASSIFICAÇÕES DOS ESTUDANTES EM QUÍMICA I E II (2002/2003).....	307
6.5 - A OPINIÃO DOS ESTUDANTES EXPRESSA NOS QUESTIONÁRIOS.....	310
6.6 - OS MINI-PROJECTOS NO TERCEIRO ESTUDO (2002/2003).....	315
6.6.1 - <i>Evolução de um grupo (o caso da termoquímica)</i> .....	319
6.6.2 – <i>Fases do Mini-projecto</i> .....	338
6.6.3 – <i>Perfil de envolvimento dos estudantes</i> .....	346
<b>CAPÍTULO 7 - PERGUNTAS E DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM.....</b>	<b>353</b>
7.1 - INTRODUÇÃO.....	355
7.2 - O QUE PODE TORNAR UM CONCEITO DIFÍCIL DE APRENDER?.....	355
7.3 - O QUE PODE REVELAR A ANÁLISE DAS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS?.....	358
7.4 - COMO DETERMINAR AS DIFICULDADES CONCEPTUAIS DOS ESTUDANTES?.....	360
7.5 – ANÁLISE DOS DADOS: CATEGORIAS DE ANÁLISE.....	361
7.6 – ANÁLISE DE ALGUMAS DIFICULDADES EM QUÍMICA.....	363
7.7 – CONCLUSÃO.....	395
<b>CAPÍTULO 8 - EXPLICAÇÕES DOS ESTUDANTES PARA SITUAÇÕES- PROBLEMA EM TERMOQUÍMICA.....</b>	<b>397</b>
8.1 – INTRODUÇÃO.....	399
8.2 - AS EXPLICAÇÕES DOS ALUNOS DE CIÊNCIAS.....	400
8.3 – ALGUMAS SITUAÇÕES-PROBLEMA EM TERMOQUÍMICA.....	406
8.4 - EXPLICAÇÕES QUE ENVOLVEM OS CONCEITOS DE CALOR, DE TEMPERATURA E DE CONDUTIVIDADE TÉRMICA.....	407
8.4.1 - <i>O problema dos blocos de metal e de madeira</i> .....	408
8.4.2 - <i>O problema da porta de madeira e da maçaneta de metal</i> .....	419
8.4.3 – <i>O problema da “entrada do frio”</i> .....	424
8.4.4 - <i>O problema do “casaco quentinho”</i> .....	428
8.5 – ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS PERGUNTAS E AS EXPLICAÇÕES DOS ESTUDANTES .....	432
<b>CAPÍTULO 9 - PERGUNTAS A PARTIR DA LEITURA DE UM TEXTO.....</b>	<b>439</b>
9.1 - INTRODUÇÃO.....	441
9.2 - O MODELO PREG.....	443
9.3 - INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS DE ANÁLISE.....	445
9.4 - ANÁLISE DAS PERGUNTAS DO PRIMEIRO ESTUDO - PILOTO (2000/2001).....	450
9.5 - ANÁLISE DAS PERGUNTAS DO SEGUNDO ESTUDO (2001/2002).....	454
9.6 - ANÁLISE DAS PERGUNTAS DO TERCEIRO ESTUDO (2002/2003).....	458
9.7 - ANÁLISE COMPARATIVA DE PERGUNTAS FORMULADAS EM CONTEXTOS DIFERENTES.....	469
<b>CAPÍTULO 10 - CONCLUSÕES E SÍNTESE FINAL.....</b>	<b>477</b>

<b>10.1 – SÍNTESE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES.....</b>	<b>480</b>
<b>10.2 – INDICADORES DE UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM ACTIVA.....</b>	<b>495</b>
<b>10.3 – IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM.....</b>	<b>501</b>
<b>10.4 – LIMITAÇÕES DO ESTUDO .....</b>	<b>503</b>
<b>10.5 – SUGESTÕES PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES .....</b>	<b>504</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>507</b>
<b>ÍNDICE DE APÊNDICES E ANEXOS.....</b>	<b>535</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

1	FIGURA 2.1	DIMENSÕES DA INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM QUÍMICA (ADAPTADO DE KEMPA, 1992)	26
2	FIGURA 2.2	TRIÂNGULO DE TIPOS DE APRENDIZAGEM EM EDUCAÇÃO EM QUÍMICA (ADAPTADO DE MAHAFFY, 2004)	27
3	FIGURA 2.3	EDUCAÇÃO EM QUÍMICA TETRAEDRAL: UMA NOVA ÊNFASE AO ELEMENTO HUMANO (ADAPTADO DE MAHAFFY, 2004)	28
4	FIGURA 2.4	O CICLO DA APRENDIZAGEM PELA ACÇÃO	41
5	FIGURA 2.5	MODELO BÁSICO PARA A APRENDIZAGEM ACTIVA	53
6	FIGURA 2.6	MODELO DE FINK (1999) PARA A APRENDIZAGEM ACTIVA	53
7	FIGURA 2.7	UM MODELO PARA A APRENDIZAGEM ACTIVA	55
8	FIGURA 2.8	ALGUNS PROPÓSITOS DE UM PEQUENO GRUPO DE TRABALHO	65
9	FIGURA 2.9	ESTILOS DE LIDERANÇA DE UM GRUPO (LIGHT & COX, 2001, P.120)	67
10	FIGURA 2.10	NATUREZA LINGUÍSTICA DA PERGUNTA	89
11	FIGURA 2.11	DISTRIBUIÇÃO DAS PUBLICAÇÕES SOBRE AS PERGUNTAS	98
12	FIGURA 2.12	PROCESSO DE QUESTIONAMENTO (ADAPTADO DE DILLON, 1988B, P.20)	114
13	FIGURA 2.13	ELEMENTOS QUE CONCORREM PARA EXPRESSÃO DA PERGUNTA	117
14	FIGURA 3.1	INTER RELAÇÃO DOS PROCESSOS DA TEORIA FUNDAMENTADA (ADAPTADO DE PANDIT, 1996)	160
15	FIGURA 3.2	QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO FORMULADAS ANTES DO ESTUDO PILOTO (2000/2001)	162
16	FIGURA 3.3	QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO PARA O SEGUNDO ESTUDO (2001/2002)	164
17	FIGURA 4.1	LOGÓTIPO USADO NO PROJECTO	173
18	FIGURA 4.2	CAIXA DE QUESTÕES	174
19	FIGURA 4.3	FOLHA <Q/Q>	174
20	FIGURA 4.4	PRIMEIRA PÁGINA APÓS ENTRADA NO PROGRAMA <Q/Q> COM A PALAVRA-PASSE	175
21	FIGURA 4.5	PÁGINA QUE PERMITE ESCREVER PERGUNTAS E ENVIÁ-LAS AO PROFESSOR	175
22	FIGURA 4.6	PÁGINA QUE PERMITE A INTERACÇÃO COM OS COLEGAS ATRAVÉS DO E-MAIL INTERNO	176
23	FIGURA 4.7	UM DOS QUIOSQUES COM O PROGRAMA <Q/Q> NAS PROXIMIDADES DA SALA DE AULA	177
24	FIGURA 4.8	CADERNOS DE LABORATÓRIO	178
25	FIGURA 4.9	NÚMERO DE PERGUNTAS POR DIA EM QUÍMICA I. ESTUDO PILOTO (2000/2001)	181
26	FIGURA 4.10	NÚMERO DE PERGUNTAS POR ESTUDANTE. QUÍMICA I (2000/2001)	183
27	FIGURA 4.11	SOBRE A FORMULAÇÃO DE PERGUNTAS (1º QUESTIONÁRIO 2000/2001)	186
28	FIGURA 4.12	OPINIÃO DOS ESTUDANTES SOBRE O PROJECTO <Q/Q> (1º QUESTIONÁRIO 2000/2001)	188
29	FIGURA 4.13	CATEGORIAS DE ANÁLISE PARA AS ENTREVISTAS NO ESTUDO PILOTO (2000/2001)	193
30	FIGURA 4.13	CLASSIFICAÇÕES FINAIS DE TODOS OS ESTUDANTES DE QUÍMICA I	205
31	FIGURA 4.14	CLASSIFICAÇÕES FINAIS DOS ESTUDANTES DE TURMA 1	206
32	FIGURA 4.15	CLASSIFICAÇÕES FINAIS DOS ESTUDANTES DA TURMA PILOTO	206
33	FIGURA 4.16	NÚMERO DE PERGUNTAS POR DIA EM QUÍMICA II. ESTUDO PILOTO(2000/2001)	208
34	FIGURA 4.17	NÚMERO DE PERGUNTAS POR ESTUDANTES EM QUÍMICA I E II (2000/2001)	209
35	FIGURA 4.18	ACESSOS AO PROGRAMA <Q/Q> DURANTE O ESTUDO PILOTO (2000/2001)	211
36	FIGURA 4.19	SIMULAÇÃO DO EFEITO DE ESTUFA. MINI-PROJECTO 2000/2001	219
37	FIGURA 4.20	EXPOSIÇÃO DOS CARTAZES DOS MINI-PROJECTOS. ESTUDO PILOTO (2000/2001)	221
38	FIGURA 4.21	SOBRE A FORMULAÇÃO PERGUNTAS, TURMA DE COMPARAÇÃO	224
39	FIGURA 4.22	SOBRE FORMULAR PERGUNTAS NO CONTEXTO DO PROJECTO <Q/Q>, TURMA PILOTO	225
40	FIGURA 4.23	SOBRE O PROJECTO <Q/Q>, TURMA PILOTO	226
41	FIGURA 4.24	CLASSIFICAÇÕES FINAIS DE TODOS OS ESTUDANTES DE QUÍMICA II (2000/2001)	228
42	FIGURA 4.25	CLASSIFICAÇÕES FINAIS DOS ESTUDANTES DA TURMA 1	228
43	FIGURA 4.26	CLASSIFICAÇÕES FINAIS DOS ESTUDANTES DA TURMA PILOTO	229
44	FIGURA 4.27	AMOSTRA DE 20 PERGUNTAS E SUAS POSIÇÕES DE QUALIDADE RELATIVAS	246
45	FIGURA 4.28	POSIÇÃO DE QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS NO 1º SEMESTRE DE 2000/2001	249
46	FIGURA 4.29	POSIÇÃO DE QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS NO 2º SEMESTRE DE 2000/2001	250
47	FIGURA 4.30	QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS DE UMA ESTUDANTE (2000/2001)	251
48	FIGURA 4.31	QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS ENVIADAS PELA CAIXA <Q/Q> (2000/2001)	253
49	FIGURA 4.32	QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS ENVIADAS PELO PROGRAMA <Q/Q> (2000/2001)	254
50	FIGURA 5.1	EXEMPLO DE UMA FICHA PARA A AULA PRÁTICA. SEGUNDO ESTUDO 2001/2002	260

51	<b>FIGURA 5.2</b> DISTRIBUIÇÃO DAS PERGUNTAS NO SEGUNDO ESTUDO (2001/2002) .....	262
52	<b>FIGURA 5.3</b> QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS ENVIADAS PELA CAIXA E PELO PROGRAMA <Q/Q> .....	264
53	<b>FIGURA 5.4</b> QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS AO LONGO DO 2º ESTUDO.....	265
54	<b>FIGURA 5.5</b> QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS DAS AULAS <Q/Q> .....	266
55	<b>FIGURA 5.6</b> QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS DAS AULAS PRÁTICAS (2001/2002).....	267
56	<b>FIGURA 5.7</b> QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS DE GISELE (2001/2002).....	268
57	<b>FIGURA 5.8</b> QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS DE MICAEL .....	269
58	<b>FIGURA 5.9</b> ACESSOS AO PROGRAMA <Q/Q> PARA A TURMA 2. SEGUNDO ESTUDO.....	271
59	<b>FIGURA 5.10</b> ACESSOS AO PROGRAMA <Q/Q> PARA A TURMA 1. SEGUNDO ESTUDO.....	271
60	<b>FIGURA 5.11</b> CLASSIFICAÇÕES FINAIS DE TODOS OS ESTUDANTES DE QUÍMICA II (2001/2002).....	272
61	<b>FIGURA 5.12</b> CLASSIFICAÇÕES FINAIS DOS ESTUDANTES DA TURMA 2 (2001/2002).....	273
62	<b>FIGURA 5.13</b> CLASSIFICAÇÕES FINAIS DOS ESTUDANTES DA TURMA 1 (2001/2002).....	273
63	<b>FIGURA 5.14</b> CATEGORIAS DE ANÁLISE PARA AS ENTREVISTAS DOS ESTUDANTES DO 2º ESTUDO .....	282
64	<b>FIGURA 6.1</b> DISTRIBUIÇÃO DAS PERGUNTAS POR DIA NO TERCEIRO ESTUDO .....	300
65	<b>FIGURA 6.2</b> QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS DOS ESTUDANTES (2002/2003) .....	302
66	<b>FIGURA 6.3</b> QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS DOS ESTUDANTES POR INSTRUMENTO (2002/2003) .....	303
67	<b>FIGURA 6.4</b> QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS PARA AS AULAS TEÓRICAS E TEÓRICO-PRÁTICAS.....	304
68	<b>FIGURA 6.5</b> QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS PARA AS AULAS PRÁTICAS (2002/2003) .....	305
69	<b>FIGURA 6.6</b> QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS PARA AS AULAS <Q/Q> (2002/2003) .....	305
70	<b>FIGURA 6.7</b> ACESSOS AO PROGRAMA <Q/Q> PARA A TURMA 1. TERCEIRO ESTUDO (2002/2003) ...	307
71	<b>FIGURA 6.8</b> CLASSIFICAÇÕES FINAIS DE TODOS OS ESTUDANTES DE QUÍMICA I (2002/2003).....	308
72	<b>FIGURA 6.9</b> CLASSIFICAÇÕES FINAIS DOS ESTUDANTES DA TURMA 1 E 2. QUÍMICA I (2002/2003)....	308
73	<b>FIGURA 6.10</b> CLASSIFICAÇÕES FINAIS DE TODOS OS ESTUDANTES DE QUÍMICA II (2002/2003).....	309
74	<b>FIGURA 6.11</b> CLASSIFICAÇÕES FINAIS DOS ESTUDANTES DA TURMA 1 E 2. QUÍMICA II (2002/2003). 309	
75	<b>FIGURA 6.12</b> PARTE DO RASCUNHO DO PRIMEIRO ENCONTRO DE TRABALHO .....	326
76	<b>FIGURA 6.13</b> PERGUNTAS ORIENTADORAS FORMULADAS NO SEGUNDO ENCONTRO DE TRABALHO ...	328
77	<b>FIGURA 6.14</b> RASCUNHOS DO TERCEIRO ENCONTRO DE TRABALHO .....	329
78	<b>FIGURAS 6.15 E 6.16</b> CALORÍMETRO RUDIMENTAR PARA ESTIMAR AS CALORIAS DA COMBUSTÃO DO ÓLEO ALIMENTAR.....	332
79	<b>FIGURAS 6.17 E 6.18</b> CALORÍMETRO RUDIMENTAR PARA ESTIMAR AS CALORIAS DA COMBUSTÃO DO AMENDOIM.....	332
80	<b>FIGURA 6.19</b> MINIATURA DO CARTAZ APRESENTADO .....	335
81	<b>FIGURA 6.20 E 6.21</b> DOIS PRIMEIROS SLIDES APRESENTADOS.....	336
82	<b>FIGURA 6.22 E 6.23</b> PERGUNTA E PARTE DO CONTEÚDO DA APRESENTAÇÃO ORAL.....	336
83	<b>FIGURA 6.24</b> PERGUNTAS ESCRITAS E ORAIS DE ÍVETE .....	349
84	<b>FIGURA 6.25</b> PERGUNTAS DE CARLA .....	350
85	<b>FIGURA 6.26</b> PERGUNTAS DE PATRÍCIA.....	350
86	<b>FIGURA 6.27</b> NÍVEL DE ENVOLVIMENTO DE TRÊS ESTUDANTES DURANTE UM ANO LECTIVO .....	351
87	<b>FIGURA 7.1</b> FIGURA MENCIONADA PELO ESTUDANTE NA SUA PERGUNTA .....	372
88	<b>FIGURA 7.2</b> FIGURA MENCIONADA PELO ESTUDANTE NA PERGUNTA .....	373
89	<b>FIGURA 7.3</b> ESCALA DE PH.....	378
90	<b>FIGURA 8.1</b> DIFICULDADES ENCONTRADAS NAS EXPLICAÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE O PROBLEMA DOS BLOCOS .....	413
91	<b>FIGURA 8.2</b> DIFICULDADES ENCONTRADAS NAS EXPLICAÇÕES SOBRE O PROBLEMA DA “ENTRADA DO FRIO” .....	426
92	<b>FIGURA 8.3</b> COMPARAÇÃO ENTRE A QUALIDADE DAS EXPLICAÇÕES E DAS PERGUNTAS.....	433
93	<b>FIGURA 8.4</b> QUALIDADE RELATIVA DAS PERGUNTAS SOBRE TERMOQUÍMICA.....	433
94	<b>FIGURA 8.5</b> COMPARAÇÃO ENTRE A QUALIDADE DAS EXPLICAÇÕES E DAS PERGUNTAS.....	434
95	<b>FIGURA 9.1</b> GRÁFICO CONCEPTUAL DO TEXTO SOBRE SOLUÇÃO-TAMPÃO.....	447
96	<b>FIGURA 9.2</b> GRÁFICO CONCEPTUAL DO TEXTO SOBRE A DIETA ALIMENTAR E A TERMOQUÍMICA .....	460
97	<b>FIGURA 9.3</b> RELAÇÃO ENTRE AS PERGUNTAS DE CONTEXTO DIFERENTES .....	471
98	<b>FIGURA 10.1</b> AMBIENTE DE APRENDIZAGEM ACTIVA .....	498
99	<b>FIGURA 10.2</b> MODELO PARA A INVESTIGAÇÃO E QUESTIONAMENTO (ADAPTADO DE HARWOOD, 2004B) .....	500

## ÍNDICE DE TABELAS

1	TABELA 2.1	ARTIGOS QUE UTILIZARAM O TERMO “ACTIVE LEARNING” NO PERÍODO DE 2000 A 2004	46
2	TABELA 2.2	EXEMPLOS DE ARTIGOS QUE UTILIZAM O TERMO “ACTIVE LEARNING” (2000-2004)	48
3	TABELA 2.3	INDICADORES DE ENVOLVIMENTO NA APRENDIZAGEM (JONES ET AL., 1995)	56
4	TABELA 2.4	CRITÉRIOS PARA DISTINGUIR PROBLEMAS DE EXERCÍCIOS (LOPES, 2004, P.202)	59
5	TABELA 2.5	APRENDIZAGEM ACTIVA VS. APRENDIZAGEM COOPERATIVA (KEYSER, 2000, P.37)	69
6	TABELA 2.6	DISTRIBUIÇÃO POR DÉCADA DAS PUBLICAÇÕES CONSULTADAS SOBRE PERGUNTAS	96
7	TABELA 2.7	NÍVEL ESCOLAR DAS PUBLICAÇÕES CONSULTADAS SOBRE PERGUNTAS	96
8	TABELA 2.8	ÁREAS DISCIPLINARES DAS PUBLICAÇÕES SOBRE PERGUNTAS	97
9	TABELA 2.9	PUBLICAÇÕES SOBRE PERGUNTAS ATÉ 1969	99
10	TABELA 2.10	PUBLICAÇÕES SOBRE PERGUNTAS DA DÉCADA SETENTA (1970-1979)	105
11	TABELA 2.11	PUBLICAÇÕES SOBRE PERGUNTAS DA DÉCADA OITENTA (1980-1989)	111
12	TABELA 2.12	PUBLICAÇÕES SOBRE PERGUNTAS DA DÉCADA NOVENTA (1990-1999)	121
13	TABELA 2.13	PUBLICAÇÕES SOBRE PERGUNTAS DOS ÚLTIMOS ANOS (2000-2005)	129
14	TABELA 3.1	CONTRASTES ENTRE OS AXIOMAS POSITIVISTA E NATURALISTA (ADAPTADO DE LINCOLN & GUBA, 1985, P. 37)	144
15	TABELA 3.2	PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DA INVESTIGAÇÃO BASEADO NA TEORIA FUNDAMENTADA (ADAPTADO DE PANDIT, 1996)	155
16	TABELA 3.3	VISÃO GERAL DOS TRÊS ESTUDOS DESTA INVESTIGAÇÃO	161
17	TABELA 4.1	ESTRUTURA DAS DISCIPLINAS DE QUÍMICA I E II NA UNIVERSIDADE DE AVEIRO	171
18	TABELA 4.2	AS PERGUNTAS POR INSTRUMENTO DE RECOLHA. QUÍMICA I (2000/2001)	184
19	TABELA 4.3	DEFINIÇÃO RESUMIDA DAS CATEGORIAS DE ANÁLISES. 1º ESTUDO 2000/2001	193
20	TABELA 4.4	ESTUDANTES QUE OPINARAM SOBRE A CATEGORIA “PERGUNTAR”	195
21	TABELA 4.5	ESTUDANTES QUE OPINARAM SOBRE A CATEGORIA “PROJECTO <Q/Q>”	198
22	TABELA 4.6	ESTUDANTES QUE OPINARAM NA CATEGORIA “PROGRAMA <Q/Q>”	201
23	TABELA 4.7	ESTUDANTES QUE OPINARAM NA CATEGORIA “BARREIRAS”	203
24	TABELA 4.8	AS PERGUNTAS POR INSTRUMENTO DE RECOLHA EM QUÍMICA II (2000/2001)	210
25	TABELA 4.9	TEMAS PROPOSTOS PARA OS MINI-PROJECTOS (2000/2001)	214
26	TABELA 4.10	GRUPOS E SEUS TEMAS PELA ORDEM DE APRESENTAÇÃO	218
27	TABELA 4.11	DESCRIÇÃO DOS “INDICADOS DE QUALIDADE” PARA AS PERGUNTAS DOS ESTUDANTES	243
28	TABELA 4.12	EXEMPLOS PARA OS EXTREMOS DOS INDICADORES	244
29	TABELA 4.13	EXEMPLO DOS INDICADORES E RESPECTIVAS ESCALAS NUMÉRICAS PARA UMA PERGUNTA	245
30	TABELA 4.14:	PERCENTAGEM DE CONCORDÂNCIA ENTRE JUÍZES E INVESTIGADOR (CONFIRMAÇÃO/TRANSFORMAÇÃO)	247
31	TABELA 4.15	PERCENTAGEM DE CONCORDÂNCIA ENTRE JUÍZES E O INVESTIGADOR	248
32	TABELA 4.16	CLASSIFICAÇÃO BIPOLAR PARA AS PERGUNTAS DOS ESTUDANTES (2000/2001)	248
33	TABELA 4.17	CLASSIFICAÇÃO BIPOLAR PARA AS PERGUNTAS POR INSTRUMENTO DE RECOLHA (2000/2001)	252
34	TABELA 5.1	IDADE. 2º ESTUDO (2001/2002)	257
35	TABELA 5.2	GÉNERO. 2º ESTUDO	257
36	TABELA 5.3	TEMAS UTILIZADOS PARA AS AULAS <Q/Q>. SEGUNDO ESTUDO 2001/2002	260
37	TABELA 5.4	AS PERGUNTAS POR INSTRUMENTO DE RECOLHA (2001/2002)	263
38	TABELA 5.5	CLASSIFICAÇÃO BIPOLAR PARA AS PERGUNTAS POR INSTRUMENTO DE RECOLHA	264
39	TABELA 5.6	CLASSIFICAÇÃO BIPOLAR PARA AS PERGUNTAS AO LONGO DO 2º ESTUDO	265
40	TABELA 5.7	CLASSIFICAÇÃO BIPOLAR PARA AS PERGUNTAS NOS DIFERENTES TIPOS DE AULAS	266
41	TABELA 5.8	MOTIVAÇÃO PARA FORMULAR PERGUNTAS. 2º ESTUDO	276
42	TABELA 5.9	AULAS ONDE SURGEM PERGUNTAS. 2º ESTUDO	277
43	TABELA 5.10	SOBRE A FORMULAÇÃO DE PERGUNTAS. 2º ESTUDO	278
44	TABELA 5.11	É IMPORTANTE FORMULAR PERGUNTAS PORQUE: (2º ESTUDO)	279
45	TABELA 5.12	SOBRE AS PERGUNTAS E AS RESPOSTAS. 2º ESTUDO (2001/2002)	280
46	TABELA 5.13	DEFINIÇÃO RESUMIDA DAS CATEGORIAS DE ANÁLISES. 2º ESTUDO (2001/2002)	283
47	TABELA 5.13	ESTUDANTES QUE OPINARAM SOBRE A CATEGORIA “PERGUNTAR”	286
48	TABELA 5.14	ESTUDANTES QUE OPINARAM NA CATEGORIA “PROGRAMA <Q/Q>”	287
49	TABELA 5.15	ESTUDANTES QUE OPINARAM NA CATEGORIA “BARREIRAS”	288
50	TABELA 5.15	ESTUDANTES QUE OPINARAM SOBRE A CATEGORIA “PROJECTO <Q/Q>”	289



51	<b>TABELA 5.16</b> ESTUDANTES QUE OPINARAM NA SUBCATEGORIA “ESTRATÉGIAS” .....	290
52	<b>TABELA 6.1</b> AS PERGUNTAS POR INSTRUMENTO DE RECOLHA. TERCEIRO ESTUDO (2002/2003) .....	301
53	<b>TABELA 6.2</b> CLASSIFICAÇÃO BIPOLAR PARA AS PERGUNTAS DOS ESTUDANTES (2002/2003) .....	301
54	<b>TABELA 6.3</b> CLASSIFICAÇÃO BIPOLAR PARA AS PERGUNTAS POR INSTRUMENTO (2002/2003) .....	303
55	<b>TABELA 6.4</b> CLASSIFICAÇÃO BIPOLAR PARA AS PERGUNTAS POR TIPO DE AULAS (2002/2003).....	304
56	<b>TABELA 6.5</b> SOBRE A FORMULAÇÃO DE PERGUNTAS. 3º ESTUDO (2002/2003) .....	310
57	<b>TABELA 6.6</b> É IMPORTANTE FORMULAR PERGUNTAS PORQUE: 3º ESTUDO (2002/2003).....	311
58	<b>TABELA 6.7</b> AULAS ONDE SURGEM PERGUNTAS. 3º ESTUDO (2002/2003).....	312
59	<b>TABELA 6.8</b> SOBRE AS AULAS PRÁTICAS. 3º ESTUDO (2002/2003).....	312
60	<b>TABELA 6.9</b> SOBRE AS AULAS TEÓRICO-PRÁTICAS. 3º ESTUDO (2002/2003) .....	313
61	<b>TABELA 6.10</b> TEMAS SUGERIDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DOS MINI-PROJECTOS .....	317
62	<b>TABELA 6.11</b> TOTAL DE GRUPOS FORMADOS E OS RESPECTIVOS TEMAS ESCOLHIDOS.....	318
63	<b>TABELA 6.12</b> DESCRIÇÃO RESUMIDA DE TODAS AS REUNIÕES E ENCONTROS DE TRABALHO COM O GRUPO “A TERMOQUÍMICA DO ESTAR-EM-FORMA” .....	322
64	<b>TABELA 6.13</b> FASES DE UM GRUPO DE TRABALHO COOPERATIVO .....	339
65	<b>TABELA 6.14</b> NÚMERO DE PERGUNTAS FORMULADAS AO LONGO DO ANO LECTIVO .....	347
66	<b>TABELA 6.15</b> CLASSIFICAÇÃO BIPOLAR PARA AS PERGUNTAS DAS ESTUDANTES DO MINI-PROJECTO. 348	
67	<b>TABELA 7.1</b> GLOBALIDADE DAS PERGUNTAS POR ESTUDO .....	363
68	<b>TABELA 7.2</b> PERGUNTAS POR CAPÍTULOS DE QUÍMICA I.....	364
69	<b>TABELA 7.3</b> PERGUNTAS POR CAPÍTULOS DE QUÍMICA II.....	364
70	<b>TABELA 7.4</b> PERGUNTAS CLASSIFICADAS DE ACORDO COM AS DIFICULDADES ENCONTRADAS .....	365
71	<b>TABELA 7.5</b> DIFICULDADES ENCONTRADAS NAS PERGUNTAS SOBRE O TEMA <i>ÁGUA E SOLUÇÕES</i> .....	366
72	<b>TABELA 7.6</b> DIFICULDADES SOBRE O TEMA <i>ARQUITECTURA MOLECULAR</i> .....	368
73	<b>TABELA 7.7</b> PERGUNTAS SOBRE <i>TERMODINÂMICA</i> .....	370
74	<b>TABELA 7.8</b> DIFICULDADES ENCONTRADAS NAS PERGUNTAS SOBRE O TEMA <i>TERMODINÂMICA</i> .....	371
75	<b>TABELA 7.9</b> PERGUNTAS SOBRE <i>ÁCIDOS E BASES</i> .....	376
76	<b>TABELA 7.10</b> DIFICULDADES ENCONTRADAS NAS PERGUNTAS SOBRE <i>ÁCIDOS E BASES</i> .....	377
77	<b>TABELA 7.11</b> PERGUNTAS SOBRE ELECTROQUÍMICA NOS TRÊS ESTUDOS .....	381
78	<b>TABELA 7.12</b> DIFICULDADES ENCONTRADAS NAS PERGUNTAS SOBRE <i>ELECTROQUÍMICA</i> .....	382
79	<b>TABELA 7.13</b> PERGUNTAS SOBRE <i>CINÉTICA QUÍMICA</i> NOS TRÊS ESTUDOS .....	385
80	<b>TABELA 7.14</b> DIFICULDADES ENCONTRADAS NAS PERGUNTAS SOBRE <i>CINÉTICA QUÍMICA</i> .....	386
81	<b>TABELA 7.15</b> PERGUNTAS SOBRE <i>QUÍMICA NUCLEAR</i> NOS TRÊS ESTUDOS .....	390
82	<b>TABELA 7.16</b> DIFICULDADES ENCONTRADAS NAS PERGUNTAS SOBRE <i>QUÍMICA NUCLEAR</i> .....	390
83	<b>TABELA 7.17</b> PERGUNTAS SOBRE <i>QUÍMICA DO CARBONO</i> NOS TRÊS ESTUDOS .....	392
84	<b>TABELA 7.18</b> DIFICULDADES ENCONTRADAS NAS PERGUNTAS SOBRE <i>QUÍMICA DO CARBONO</i> .....	392
85	<b>TABELA 8.1</b> SITUAÇÕES-PROBLEMA. TERCEIRO ESTUDO (2002/2003).....	406
86	<b>TABELA 8.2</b> EXPLICAÇÕES DOS ESTUDANTES PARA O PROBLEMA DOS BLOCOS .....	412
87	<b>TABELA 8.3</b> DIFICULDADES REVELADAS NAS EXPLICAÇÕES INCORRECTAS DO PROBLEMA DOS BLOCOS .....	412
88	<b>TABELA 8.4</b> EXPLICAÇÕES PARA O PROBLEMA DA PORTA E DA MAÇANETA .....	420
89	<b>TABELA 8.5</b> DIFICULDADES REVELADAS ATRAVÉS DAS EXPLICAÇÕES PARA O PROBLEMA DA PORTA E DA MAÇANETA.....	421
90	<b>TABELA 8.6</b> AS EXPLICAÇÕES DOS ESTUDANTES PARA O PROBLEMA DA “ENTRADA DO FRIO”.....	425
91	<b>TABELA 8.7</b> DIFICULDADES REVELADAS PELAS EXPLICAÇÕES AO PROBLEMA DA “ENTRADA DO FRIO” .....	425
92	<b>TABELA 8.8</b> AS EXPLICAÇÕES PARA O PROBLEMA DO “CASACO QUENTINHO” .....	429
93	<b>TABELA 8.9</b> DIFICULDADES REVELADAS PELAS EXPLICAÇÕES AO PROBLEMA DO “CASACO QUENTINHO” .....	430
94	<b>TABELA 8.10</b> DIFICULDADE EVIDENCIADAS PELAS PERGUNTAS E/OU EXPLICAÇÕES SOBRE TERMOQUÍMICA.....	435
95	<b>TABELA 9.1</b> EXEMPLOS DE PERGUNTAS PREVISÍVEIS E FORMULADAS .....	448
96	<b>TABELA 9.2</b> PERGUNTAS FORMULADAS A PARTIR DA LEITURA DO TEXTO. 1º ESTUDO 2000/2001 .....	451
97	<b>TABELA 9.3</b> PERGUNTAS FORMULADAS PELA TURMA 1 .....	452
98	<b>TABELA 9.4</b> PERGUNTAS FORMULADAS PELA TURMA 2 .....	452
99	<b>TABELA 9.5</b> QUALIDADE DAS PERGUNTAS FORMULADAS. 1º ESTUDO 2000/2001 .....	453
100	<b>TABELA 9.6</b> PERGUNTAS CLASSIFICADAS NOS TRÊS NÍVEIS DO MODELO PREG .....	454
101	<b>TABELA 9.7</b> PERGUNTAS FORMULADAS A PARTIR DA LEITURA DO TEXTO. SEGUNDO ESTUDO 2001/2002 .....	454
102	<b>TABELA 9.8</b> PERGUNTAS FORMULADAS PELA <b>TURMA 1</b> . SEGUNDO ESTUDO 2001/2002.....	455

103	<b>TABELA 9.9</b> PERGUNTAS FORMULADAS PELA <b>TURMA 2</b> . SEGUNDO ESTUDO 2001/2002.....	455
104	<b>TABELA 9.10</b> PERGUNTAS CLASSIFICADAS NOS TRÊS NÍVEIS DO MODELO PREG .....	457
105	<b>TABELA 9.11</b> QUALIDADE DAS PERGUNTAS FORMULADAS. SEGUNDO ESTUDO 2001/2002 .....	457
106	<b>TABELA 9.12</b> PERGUNTAS FORMULADAS A PARTIR DA LEITURA DO TEXTO. 3º ESTUDO (2002/2003) .....	460
107	<b>TABELA 9.13</b> EXEMPLOS DE PERGUNTAS PREVISÍVEIS E FORMULADAS. 3º ESTUDO (2002/2003)...	462
108	<b>TABELA 9.14</b> PERGUNTAS CLASSIFICADAS NOS TRÊS NÍVEIS DO MODELO PREG. 3º ESTUDO (2002/2003).....	464
109	<b>TABELA 9.15</b> QUALIDADE DAS PERGUNTAS FORMULADAS. 3º ESTUDO (2002/2003).....	465
110	<b>TABELA 9.16</b> PERGUNTAS FORMULADAS PELOS ESTUDANTES LIGADAS AOS ASPECTOS ESTRUTURAIIS .....	466
111	<b>TABELA 9.17</b> PERGUNTAS FORMULADAS PELOS ESTUDANTES LIGADAS AOS ASPECTOS ENERGÉTICOS .....	466
112	<b>TABELA 9.18</b> PERGUNTAS DAS AULAS <Q/Q> NOS DOIS ESTUDOS.....	469
113	<b>TABELA 9.19</b> RELAÇÃO DE QUALIDADE ENTRE AS PERGUNTAS DE DOIS CONTEXTOS DIFERENTES ..	470
114	<b>TABELA 9.20</b> PERGUNTAS DAS AULAS <Q/Q> E A PARTIR DO TEXTO. 2º ESTUDO (2001/2002).....	473
115	<b>TABELA 9.21</b> PERGUNTAS DAS AULAS <Q/Q> E A PARTIR DO TEXTO. 3º ESTUDO (2002/2003) .....	473

## ÍNDICE DE QUADROS

1	<b>QUADRO 2.1</b> AS PERGUNTAS NO CONTEXTO DA REDE DE CONTROLO DO “JOGO” DO DISCURSO (ADAPTADO DE GERALDI, 2000) .....	92
2	<b>QUADRO 2.2</b> COMPARAÇÃO ENTRE UMA AULA DE “APRENDIZAGEM ACTIVA” E UMA AULA TRADICIONAL ATRAVÉS DO QUESTIONAMENTO DE SALA DE AULA (MARBACH-AD & SOKOLOVE, 2000A, P.857) ..	132
3	<b>QUADRO 5.1</b> TEMAS DAS AULAS CONFERÊNCIA EM QUÍMICA II. SEGUNDO ESTUDO 2001/2002 .....	259
4	<b>QUADRO 5.2</b> EXEMPLOS DE CASOS PARA ESTUDO. SEGUNDO ESTUDO 2001/2002.....	261
5	<b>QUADRO 6.1</b> TRANSCRIÇÃO DE PARTE DOS RASCUNHOS DO PRIMEIRO ENCONTRO DE TRABALHO.....	325
6	<b>QUADRO 8.1</b> O PROBLEMA DOS BLOCOS DE METAL E DE MADEIRA .....	409
7	<b>QUADRO 8.2</b> PRIMEIRA E TERCEIRA QUESTÃO DO TESTE PARA A TURMA 1 (2002/2003) .....	415
8	<b>QUADRO 8.3</b> O PROBLEMA DA CONDUÇÃO TÉRMICA NA PORTA DE MADEIRA E NA MAÇANETA DE METAL .....	419
9	<b>QUADRO 8.4</b> O PROBLEMA DO “CASACO QUENTINHO” .....	428
10	<b>QUADRO 9.1</b> REGRAS DE PRODUÇÃO DE PERGUNTAS ADAPTADO DO MODELO PREG (OTERO & GRAESSER, 2001, P.162-163) .....	444
11	<b>QUADRO 9.2</b> TEXTO FORNECIDO AOS ESTUDANTES SOLICITANDO A FORMULAÇÃO DE PERGUNTAS ...	446
12	<b>QUADRO 9.3</b> TEXTO FORNECIDOS AOS ESTUDANTES PARA A FORMULAÇÃO DE PERGUNTAS .....	459
13	<b>QUADRO 10.1</b> INDICADORES DE UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM ACTIVA (ADAPTADO DE JONES ET AL., 1995).....	497



## **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO**

*Levantar novas questões, novas possibilidades e considerar velhos problemas sob novo ângulo exigem imaginação criadora e marcam um avanço real em ciência (Einstein & Infeld, 1988, p.80)*



A didáctica das ciências tem como objectivo o estudo de sistemas de ensino e de aprendizagem. Esta área do conhecimento humano, que tem vindo a consolidar-se ao longo dos anos, reveste-se de grande importância para o desenvolvimento da nossa sociedade cada vez mais dependente da ciência e da tecnologia. Compreendemos, hoje, que a didáctica das ciências envolve não somente a formação de futuros cientistas, mas também a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados, capacitados em questionar e tomar decisões no mundo moderno.

O processo de construção da educação em ciência,<sup>1</sup> enquanto campo específico de conhecimento, passa pela apropriação de outras áreas disciplinares através de um processo que não é linear, uma vez que é necessário contribuir para dar respostas aos problemas específicos do ensino e da aprendizagem em ciência.

As duas contribuições óbvias para a educação em ciência advêm das Ciências da Educação e dos saberes específicos da Ciência (da Química, da Física e da Biologia). Estar no meio de duas áreas que apresentam perfis epistemológicos tão distintos pode originar conflitos profundos. Porlán (1998), por exemplo, discute a didáctica das ciências como uma área que apresenta problemas e paradoxos entre as ciências experimentais e as ciências sociais. Este contraste epistemológico surge não só entre uma área madura e consolidada (ciências experimentais) e outra jovem e difusa (ciências sociais), mas também entre áreas com evidentes diferenças entre os objectos de estudo. A construção epistemológica da educação em ciência tem, contudo, a contribuição de outras áreas do conhecimento, tais como a História e Filosofia da Ciência, a Sociologia da Ciência, a Ética, a Psicologia e as Ciências da Educação (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002).

Porlán (1998) considera a didáctica das ciências como uma disciplina *emergente* (cumpre alguns dos requisitos de uma disciplina profissionalizada), *possível* (a sua evolução sugere que venha a cumprir todos os requisitos) e *prática* (os seus problemas específicos dizem respeito à educação científica).

Como disciplina emergente e em evolução, a educação em ciência utilizou, nas últimas décadas, diversos modelos de ensino e de aprendizagem. Tais modelos influenciaram os

---

<sup>1</sup> As expressões Educação em Ciência e Didáctica das Ciências, usadas em muitas ocasiões como sinónimos, não têm exactamente o mesmo significado em português. Privilegiamos o termo Educação em Ciência por considerá-lo de significado mais abrangente do que Didáctica das Ciências (didáctica da química, da física, da biologia ...etc.) e ser de tradução mais directa a partir da literatura anglo-saxónica. Cachapuz et al (2001, p.180) também utilizam os termos didáctica das ciências, metodologia do ensino das ciências e educação em ciência com contornos de significado idêntico.

objectivos do ensino das ciências que privilegiavam a formação de “cientistas”, procurando agora formar “cidadãos” com conhecimento científico suficiente para intervir no mundo e serem cada vez mais exigentes quanto a estas capacidades e conhecimentos. Cachapuz, Praia, & Jorge (2002) apresentam esta evolução como transição de “perspectivas de ensino”, embora reconheçam que tais perspectivas são ainda hoje seguidas por muitos professores. Para estes autores, o movimento evolutivo dos diferentes modos de olhar o ensino das ciências nos últimos quarenta anos passou por quatro perspectivas:

- i) ensino por transmissão** – centrado no professor, usa a estrutura da disciplina como currículo e fundamenta-se numa epistemologia positivista;
- ii) ensino por descoberta** – teve o seu impulso inicial na década de sessenta, é centrado no aluno, usa a estrutura da disciplina, valorizando o trabalho experimental, tem por base uma epistemologia empirista com a metáfora do “aluno cientista”;
- iii) ensino para a mudança conceptual** – fundamenta-se numa epistemologia pós-positivista, é centrado nos alunos e nas suas concepções alternativas numa abordagem construtivista, ainda mantém a estrutura da disciplina como base curricular;
- iv) ensino por pesquisa** – articula uma epistemologia pós-positivista com os aspectos éticos e usa o movimento CTS (ciência, tecnologia e sociedade) como base curricular numa abordagem sócio-construtivista.

A evolução destas perspectivas de ensino ocorreu e tem ocorrido umas vezes de modo gradual, outras através de rupturas, sendo que, de uma forma ou de outra, muitos autores (Cachapuz et al., 2005; Mintzes & Wandersee, 1998; Taylor, Gilmer, & Tobin, 2002) discutem a necessidade de uma renovação do ensino das ciências. Para Hodson (1992), por exemplo, a reforma do ensino das ciências passa por mudanças nas multidimensionalidades da literacia científica, por sua vez composta por três elementos principais:

- i) aprender ciência** – adquirir e desenvolver conhecimentos conceptuais e teóricos;
- ii) aprender sobre ciência** – desenvolver uma compreensão da natureza e dos métodos das ciências e uma consciência da complexidade da interacção entre ciência e sociedade;
- iii) fazer ciência** – envolver e desenvolver habilidades de investigação científica e de resolução de problemas.



Ao buscar os objectivos da aprendizagem em ciências, este autor reconhece a necessidade de conhecer o que as investigações mais recentes têm revelado sobre a aquisição e o desenvolvimento de conceitos dos alunos de ciências, principalmente pelo facto de a aprendizagem ser um processo activo, em que o aluno constrói e reconstrói as suas próprias compreensões, tendo por base as experiências pessoais.

Hodson (1992) discute ainda a renovação através da unificação da educação em ciência. Embora argumente que a ciência não pode fornecer princípios integrativos dos currículos, propósitos, métodos e critérios de julgamento, admite que as tarefas de aprendizagem constituem o factor mais poderoso de integração para a educação em ciência. Decorrendo da natureza flexível da actividade científica, este autor afirma que existe integração entre *fazer ciência*, *aprender ciência* e *aprender sobre ciência*: “Os estudantes desenvolvem melhor a sua compreensão conceptual e aprendem mais sobre a natureza da ciência quando participam em investigações científicas, desde que haja suficientes oportunidades e apoio para a reflexão” (Hodson, 1992, p.551). Em resumo, os desenvolvimentos em educação em ciência apontam para uma abordagem mais activa do ensino e da aprendizagem.

Neste capítulo abordaremos, de forma resumida, alguns dos fundamentos teóricos, as questões de investigação e a organização deste trabalho. Começamos pelo seu enquadramento geral na educação em ciência, para posteriormente nos centrarmos na educação em Química. Procuraremos mostrar que as perspectivas de ensino, a filosofia e a epistemologia têm evoluído para um discurso mais aberto, centrado no aluno, na construção activa dos conhecimentos, e no desenvolvimento de capacidades e competências num ambiente de ensino e aprendizagem activos.

As perguntas dos estudantes são o fio condutor e central em toda a investigação, no contexto de diversos instrumentos e estratégias criadas para os incentivar a formular, procurando possibilitar o seu maior envolvimento na aprendizagem de química. Neste sentido, discutiremos, ainda que brevemente, os fundamentos teóricos da aprendizagem activa tendo em vista um determinado tipo de questionamento, nomeadamente as perguntas dos alunos. Apresentaremos também os objectivos e as perguntas de investigação, finalizando com uma descrição de forma esquemática, dos conteúdos de cada capítulo que compõem este trabalho.

## 1.1 – Educação em Química

Tal como a educação em ciência, a didáctica da química aponta para caminhos onde se possa valorizar o ensino por pesquisa, o envolvimento e o questionamento activo dos alunos. Segundo Gilbert et al. (2002, p.3) a educação em química pode servir três propósitos:

- i) proporcionar preparação para aqueles que conduzem investigações e desenvolvimentos em química;
- ii) facultar uma componente de educação geral para a população;
- iii) ser usada como modelo de comportamento e resultados em ciência, em alguns níveis de ensino.

Todos estes propósitos estão ligados essencialmente à natureza da Química. É, por isso, importante reflectirmos sobre os aspectos filosóficos, ontológicos e epistemológicos do conhecimento químico e sobre as suas implicações para a educação em química.

Erduran & Scerri (2002) discutem todos estes aspectos do conhecimento químico e suas implicações para a educação em química. Investigaram como o ensino e a aprendizagem de química podem ser melhorados através da compreensão da estrutura do conhecimento químico. Estes autores acreditam que a exclusão de perspectivas filosóficas na educação em química é uma lacuna significativa que impede o ensino e a aprendizagem da natureza do conhecimento químico. Também acreditam que a aplicação de temas da filosofia da química minimizará a lacuna e aumentará a eficácia do ensino e da aprendizagem de química. Ou seja, a educação em química beneficiará da discussão sobre a natureza do conhecimento químico, com consequências no curriculum e nas estratégias de ensino e de aprendizagem.

A filosofia da química é um campo emergente, tendo sido realizada a primeira conferência internacional em 1994, e o primeiro número dedicado especialmente a este assunto tendo sido publicado em 1999 na revista *Foundations of Chemistry*. Actualmente, existe a revista on-line HYLE - *International Journal for Philosophy of Chemistry* (Erduran, 2001). A filosofia da química tem pois o potencial de informar e guiar a educação em química através da natureza do conhecimento químico, sendo os temas críticos desta área a *redução*, as *leis*, as *explicações* e a *superveniência* (Erduran & Scerri, 2002). Abordaremos resumidamente cada uma destes temas e as suas implicações para o ensino e a aprendizagem.

No tema da *redução* é discutido se a química pode ou não ser reduzida à física nos seus aspectos ontológicos e epistemológicos. Alguns autores argumentam que conceitos, tais como o conceito de composição química não podem ser reduzidos à física, porque certas propriedades da composição não podem ser vistas nos sistemas atômicos e moleculares. As implicações deste tema na educação em química podem ser discutidas a nível da distinção do conhecimento químico, mas também na promoção de estratégias que apontem para um discurso científico coerente, em sala de aula.

A importância das *explicações* em química pode ser percebida em todas as áreas, desde o ensino da química até à investigação. Muitas explicações em química podem ser tratadas em níveis diferentes. Por exemplo, existe uma distinção que pode ser feita ao nível da explicação das orbitais electrónicas em química e o seu nível ontológico em mecânica quântica (Erduran & Scerri, 2002). A discussão destes diferentes níveis de explicação dos conceitos pode promover um profundo entendimento nas explicações em química, em todos os níveis de ensino, mas sobretudo no nível universitário. Segundo estes autores (ibidem) as implicações para a educação em química têm a ver com o facto de o ensino necessitar de estruturar a compreensão dos alunos sobre o modo como as leis químicas são geradas e como diferem de outras leis da ciência. Neste sentido, é importante desenvolvermos estratégias que possam proporcionar o questionamento e a discussão das leis da química.

Um exemplo de *superveniência* é a relação entre os conceitos de aceleração, velocidade, e posição de um objecto no espaço. Um objecto não pode mudar a sua aceleração sem mudar a sua velocidade e não pode mudar a sua velocidade sem mudar a sua posição (Mandik, 2005). Alguns filósofos da ciência têm discutido a relação entre a química e a física através dos argumentos de relações de superveniência. Erduran & Scerri (2002, p.17) argumentam que a questão da superveniência da química sobre a física dependerá de factos empíricos e não de considerações filosóficas. Por exemplo, dois sistemas macroscópicos podem ter sido construídos a partir de componentes microscópicos idênticos, enquanto que a observação de propriedades macroscópicas idênticas em dois sistemas não implica necessariamente que tenham níveis microscópicos idênticos, ou seja, a noção de identidade macroscópica não implica uma identidade microscópica.

O caso da superveniência enfatiza o papel da investigação empírica em química, pelo menos em alguns aspectos da relação entre os sistemas macroscópico e microscópico.

Para estes autores, uma implicação educacional deveria então envolver uma ênfase sobre o significado do papel da investigação empírica em química. Uma aplicação mais directa da questão da superveniência pode ser levantada no ensino secundário através da investigação de estudo de casos das relações entre a cor, textura e cheiro e as propriedades microscópicas, tais como, a estrutura molecular e as ligações químicas.

Considerando as novas ênfases que a filosofia da química pode trazer ao ensino e à aprendizagem, a educação em química, e em especial no ensino universitário, aponta para o desenvolvimento de capacidades que estão para além dos assuntos dos programas académicos. Diversos investigadores (Biggs, 1999; Light & Cox, 2001; Pedrosa de Jesus, Neri de Souza, Teixeira-Dias, & Watts, 2001) consideram que existem capacidades chave e mais gerais que devem ser desenvolvidas nos estudantes universitários. Entre estas capacidades salientamos as seguintes: aptidão de comunicação, trabalho em grupo, questionamento, resolução de problemas, uso das novas tecnologias e a aptidão para continuar a adquirir novos conhecimentos e práticas. Estas capacidades pressupõem uma aprendizagem muito mais activa, em oposição à tradicional passividade deste processo.

## 1.2 – Aprendizagem activa

Apesar das urgentes e repetidas advertências para uma prática que envolva mais activamente os estudantes no processo de aprendizagem, o método tradicional de aulas, em que o professor fala e os estudantes escutam, ainda domina o ensino universitário. É, por isso, importante conhecer em que consiste e o que se designa por aprendizagem activa, os resultados das investigações empíricas que a utilizam, e os obstáculos e barreiras que se levantam para que os agentes educacionais mantenham a resistência em promover este tipo de aprendizagem.

Em que consiste a aprendizagem activa e qual a sua finalidade?

Para muitos educadores, o termo aprendizagem activa tem uma conotação mais intuitiva do que uma definição bem estabelecida. Como consequência desta concepção intuitiva, consideram que toda a aprendizagem é inerentemente activa, que os estudantes estão activamente envolvidos enquanto escutam uma apresentação formal em sala de aula. Como veremos, a literatura sugere que os estudantes devem fazer mais do que simplesmente escutar: devem ler, escrever, discutir, questionar, ou estarem envolvidos

na resolução de problemas. Mais importante do que estarem activamente envolvidos, os estudantes devem estar engajados em tarefas de alto nível cognitivo tais como a análise, a síntese ou a avaliação.

Apesar de existir um grande número de abordagens para o conceito de aprendizagem activa (Meltzer & Manivannan, 2002), todas elas contêm características comuns. Bonwell & Eison (1991, p.2), por exemplo, consideram cinco características para uma aprendizagem activa:

- i) os estudantes estão empenhados na aula e não são somente ouvintes;
- ii) é colocada menor ênfase na transmissão de informações e maior ênfase no desenvolvimento das capacidades dos estudantes;
- iii) os estudantes estão envolvidos em pensamentos de elevado nível cognitivo tais como análise, síntese e avaliação;
- iv) os estudantes estão envolvidos em actividades tais como ler, discutir e escrever;
- v) é colocada grande ênfase na exploração de valores e atitudes.

Num verdadeiro ambiente de aprendizagem activa, o papel do professor é o de “colaborador” e/ou “orientador” da aprendizagem, ou seja, orienta as descobertas e direcciona as interações dos estudantes. Por outro lado, o papel dos estudantes é o de “exploradores”. No contexto da aprendizagem activa os estudantes têm grande responsabilidade nas suas próprias aprendizagens.

Ainda segundo os mesmos autores (Bonwell & Eison, 1991), as aulas deveriam ter um certo número de características desejáveis. Assim, na universidade uma aula deveria:

- i) comunicar um interesse intrínseco pelos assuntos, de forma diferente de outros meios;
- ii) fornecer aos estudantes um modelo de pensamento académico que possa ser imitado;
- iii) descrever conteúdos que não estão disponíveis em outros meios, tal como investigações originais, em desenvolvimento e ainda não publicadas;
- iv) comunicar com eficácia uma grande quantidade de informações, se certas condições forem reunidas.

Mesmo admitindo que as aulas possam ter as características necessárias, estes autores apontam para investigações que sugerem que “o uso exclusivo de aulas expositivas limita a aprendizagem dos estudantes” (p.8). Algumas dessas investigações analisaram quão

efectiva é a concentração dos estudantes em aulas de 50 minutos, e mostraram que após 10 a 20 minutos de aula a assimilação e interesse cai rapidamente.

Esta é uma realidade que parece ser ignorada por muitos professores: a curva da atenção dos estudantes mostra que após 20 minutos de aula esta cai para um terço da atenção inicial (NG, 1997). Além deste facto, Bonwell & Eison (1991, p.9) comentam que os resultados de 58 estudos, de 1928 a 1967, que comparam as várias características das “aulas expositivas” e das “discussões”, mostram que estas “aulas” não diferem significativamente das discussões em ajudar os alunos a obterem factos e princípios. As “discussões”, porém, foram superiores às aulas em desenvolver a habilidade dos estudantes em resolver problemas. Pode-se concluir assim que, as “aulas” não são mais eficientes em transmitir informações que outros métodos. E mais importante que isso, as “aulas” são, segundo estes autores, claramente mais deficientes em promover o pensamento ou a mudança de atitudes.

Todas estas evidências sugerem que para promover a aprendizagem activa é necessário que o professor utilize outros meios além de “dar aulas” no sentido tradicional. O objectivo do professor não deve ser somente transmitir informações, mas desenvolver habilidades cognitivas e mudanças de atitudes. Para isso, é necessário combinar estratégias alternativas de ensino para os momentos presenciais em sala de aula e para os momentos não presenciais.

Neste contexto, é importante promover estratégias de aprendizagem em que os estudantes estejam activamente envolvidos em fazer coisas e reflectindo no que estão a fazer. O uso destas estratégias em sala de aula é vital, por ter um impacto positivo sobre a aprendizagem dos estudantes. Como mostraremos mais adiante, existem vários estudos que apontam que os estudantes preferem as estratégias que promovem a aprendizagem activa às aulas tradicionais. Outras investigações mostram que muitas das estratégias para promover a aprendizagem activa são comparáveis às aulas em fomentar o domínio dos conteúdos, mas são superiores para promover o desenvolvimento das habilidades dos estudantes na escrita e na reflexão.

Modificar as aulas tradicionais, é apontado como a uma das maneiras de incorporar a aprendizagem activa em sala de aula. Por exemplo, Bonwell & Eison (1991) sugerem pausas durante as aulas para que os alunos possam consolidar as suas notas, ou, como

aplicou Pedrosa de Jesus (1991) na sua investigação, para que os alunos possam formular perguntas por escrito. Outras estratégias são usadas para envolver os estudantes nas aulas, tais como: breves demonstrações, exercícios escritos, pequenos grupos de trabalho, resolução de problemas. Sobre estas e outras estratégias, teremos a oportunidade de discutir mais aprofundadamente.

Bonwell & Eison (1991, p.53) apontam para dois tipos de barreiras à aprendizagem activa: as institucionais e os obstáculos associados à aplicação das estratégias da aprendizagem activa. Por exemplo, umas das barreiras para um ambiente universitário de aprendizagem activa são as aulas teóricas com grande número de estudantes. Estas barreiras e as soluções sugeridas na literatura também serão objecto da nossa discussão no capítulo a seguir.

Discutiremos algumas estratégias para a promoção da aprendizagem activa. Focaremos os princípios gerais de cada estratégia, dando assim uma visão mais flexível e adaptável para cada contexto. Por exemplo, Kovac (1999, p.120) refere que o uso de estratégias da aprendizagem activa, no contexto da sua investigação num curso de Química geral com estudantes universitários, incluiu: testes conceptuais, aprendizagem cooperativa, workshops, exames cooperativos e tarefas escritas. Sobre os resultados das estratégias aplicadas, este autor acrescenta que a sua introdução promove um melhor ambiente de aprendizagem e eleva a satisfação dos estudantes, aumentando a probabilidade de um desempenho académico satisfatório.

Usando estratégias semelhantes, Paulson (1999) também obteve bons resultados: “O uso de estratégias de aprendizagem activa e de grupos de aprendizagem cooperativa nas minhas aulas de química orgânica tem melhorado a velocidade de transmissão para acima de 20 a 30% em relação aos modos tradicionais de ensino” (p.1140).

Meyers & Jones (1993) não tentam apenas definir e ajudar a compreender o que é a aprendizagem activa, mas sugerem muitas estratégias úteis e também discutem quais são os recursos necessários. Na segunda parte do livro, destacam-se as estratégias que podem ser resumidas no seguinte parágrafo:

“A aprendizagem activa fornece aos estudantes a oportunidade de falar, escutar, ler, escrever e reflectir sobre as suas abordagens aos conteúdos dos cursos através da

resolução de problemas, pequenos grupos informais, simulações, casos para estudo, jogos e outras actividades - que requerem esmero no que estão a aprender” (p.6).

Lammers & Murphy (2002) também apresentam um conjunto de estratégias para um maior envolvimento dos estudantes:

“**Active learning** techniques focus on the direct involvement of the student with the learning material and can include short writes, brainstorming, quick surveys, think-pair-share, formative quizzes, debate, role playing, cooperative learning, collaborative learning, and student presentations to name a few” (p.62).

Bonwell & Eison (1991) sugerem algumas estratégias para ajudar os professores a atingir o objectivo de modificar as suas aulas. Estas modificações são consideradas, por estes autores, como estratégias para promover a aprendizagem activa: i) pausas durante a aula, para aumentar a retenção e a compreensão, ii) pequenos testes e exames, para aumentar a aprendizagem activa dos estudantes, iii) demonstrações iv) formatos alternativos para as aulas, v) perguntas formuladas pelos estudantes, vi) aulas apoiadas em audiovisuais, vii) escrita na aula, viii) resolução de problemas, ix) ensino apoiado no computador, x) aprendizagem cooperativa, xi) debates, xii) teatro, xiii) simulações e jogos, xiv) ensino pelos colegas.

Bentley & Watts (1989) organizam o livro em vários “estudos de caso”, abordando várias técnicas e estratégias para encorajar a participação dos alunos e promover a aprendizagem activa. Estas estratégias são organizadas em capítulos, versando sobre os seguintes temas: os trabalhos práticos e os projectos; a fala e a escrita na aprendizagem; a resolução de problemas; o encorajamento da autonomia na aprendizagem; jogos e simulações que apontam para a compreensão em ciências; o uso de encenações e drama em ciência; medias e recursos audiovisuais para a aprendizagem. Muitas destas estratégias são também discutidas especificamente para o ensino e a aprendizagem de Química no livro de Orlik (2002).

### 1.3 – Questionamento

Como vimos, a literatura aponta para uma diversidade de instrumentos e estratégias para promover uma aprendizagem mais activa. No entanto, a integração destas estratégias na realidade da sala de aula é algo mais complexo e de difícil concretização. Ora, o incentivo



ao questionamento pode ser uma estratégia integradora e de promoção da aprendizagem activa.

Reconhecendo-se que, em situações de ensino tradicionalmente académicas, existe grande formalidade e que, também talvez por isso, os alunos não têm por hábito questionar os professores, uma das finalidades deste trabalho consiste no desenvolvimento de estratégias que estimulem um verdadeiro questionamento.

Diversas investigações, em contextos não universitários (Carr, 1998; Dillon, 1986; Durham, 1997; Maskill & Pedrosa de Jesus, 1997b; Pedrosa de Jesus, 1991) têm mostrado que o facto de os alunos serem solicitados e encorajados a formular perguntas escritas e/ou orais, em alguns momentos das aulas, estimula fortemente a sua capacidade de pensar. Sabe-se, também, que a construção do conhecimento implica reflexão e que as perguntas dos alunos podem ser um indicador da organização ou reorganização do seu conhecimento individual.

Dillon (1986), por exemplo, afirma que “o processo mental associado à elaboração de uma pergunta estimula o raciocínio e pode contribuir para o desenvolvimento intelectual de quem a formula” (p.333), concluindo ainda que o mesmo processo pode não acontecer através da elaboração de respostas. Isto significa que as questões dos alunos podem revelar ao professor as ideias, as concepções (alternativas ou não) e os esquemas mentais que aqueles trazem para a sala de aula, mas também os seus conflitos cognitivos ao aprender novos conceitos. Reconhece-se que uma construção sólida do conhecimento deve incluir a aquisição de novos conceitos, mas também uma identificação das ideias prévias, e da sua possível modificação, caso seja necessário.

Sabe-se que um questionamento reflexivo requer um ambiente de confiança (Watts, Gould, & Alsop, 1997), onde os alunos possam expor os seus pensamentos sem constrangimentos. Tal como Watts & Alsop (1995) afirmam, também acreditamos que as perguntas dos alunos e as suas explicações são de fundamental importância para uma boa prática em sala de aula. Vários autores (Chin, 2004a; Dillon, 1986; Durham, 1997; Maskill & Pedrosa de Jesus, 1997b) concordam que as perguntas formuladas pelos sujeitos que aprendem, encorajam o raciocínio e promovem a compreensão de conceitos.

Assim, as perguntas dos alunos podem contribuir para verificar a compreensão, o conhecimento e até o desenvolvimento de algumas das suas capacidades.

Embora escassos a nível universitário, existem já alguns trabalhos que procuram promover a interacção e a aprendizagem activa através da formulação de perguntas (King, 1990; Marbach-Ad & Sokolove, 2000a; Olsher, Berl, & Dreyfus, 1999; Pedrosa de Jesus, Neri de Souza, Teixeira-Dias, & Watts, 2005; Teixeira-Dias, Pedrosa de Jesus, Neri de Souza, & Watts, 2005; Zoller et al., 1995)

Através de investigações várias e já referidas anteriormente sabe-se, por exemplo, que os professores usam as perguntas para organizar e orientar as actividades em sala de aula, para rever conceitos, iniciar ou redireccionar discussões, monitorar o comportamento dos estudantes, solicitar feedback, ou mesmo manter a sua atenção.

Estudos efectuados nos ensinios básico e secundário, revelam que a maioria dos alunos interage quando estimulados pelas perguntas dos professores (Durham, 1997). Contudo, este mesmo autor e outros estudos (Carr, 1998) mostram que os questionamentos dos professores dominam a interacção verbal em sala de aula, revelando que cerca de 80% do tempo das aulas é ocupado pelas perguntas dos professores e pelas respostas dos alunos.

Resultados de investigações em aulas de física e química, no ensino básico, mostraram que os professores fazem, em média, 2-3 perguntas por minuto enquanto que os alunos se limitam a 1 pergunta por semana, confirmando resultados encontrados noutros países em contextos e níveis de escolaridade diversificados (Pedrosa de Jesus, 1991). A investigação também revela que, para além de os alunos raramente fazerem perguntas, estas são de nível cognitivo muito baixo. Uma das razões apontadas para esta baixa frequência é o facto das perguntas poderem gerar exposição e vulnerabilidade.

Contudo, alguns autores consideram que esta discrepância poderá ser diminuída se os educadores estiverem preparados para estimular apropriadamente as perguntas dos alunos. Por exemplo, Pedrosa de Jesus (1991) obteve, na sua investigação, um aumento desta média para uma pergunta por aula quando os alunos eram estimulados a fazê-las na forma escrita.

Os tipos de perguntas feitas pelos professores têm vindo a ser avaliados e investigados desde há muitos anos (Austin, 1963; Corey, 1940; Gall et al., 1978; Hargreaves, 1984; Koivukari, 1987; Rice, 1977; Stevens, 1912), sendo o meio da década de 1980 o ponto alto em número de investigações sobre o questionamento dos professores. No entanto, como mostraremos no capítulo 2, o foco da investigação tem vindo a mudar do questionamento dos professores para o questionamento dos alunos. Dillon (1981c; 1981d) chega mesmo a sugerir que os professores não deveriam formular perguntas aos alunos. Contudo, recentemente sugeriram estudos sobre as perguntas dos professores, como por exemplo Koufetta-Menicou & Scaife (2000) que procuraram identificar e classificar os tipos de perguntas e sua eficácia no ensino das ciências.

As vantagens em estimular e analisar as perguntas dos alunos podem ser percebidas em diversos estudos. Através da análise das perguntas, é possível identificar áreas problema onde os alunos revelam maiores dificuldades, como por exemplo, a difícil compreensão da natureza abstracta dos modelos, em particular a nível microscópico (Maskill & Pedrosa de Jesus, 1997a).

Percebe-se, ainda, que muitos outros assuntos de química que impliquem reflexão abstracta por parte dos alunos trarão também esta problemática. A dificuldade dos alunos em adquirir conhecimento em processos biológicos abstractos foi estudada por Olsher et al. (1999) no nível universitário. Constataram que entre a intervenção e os resultados, existia uma “caixa preta” (do domínio abstracto da Bioquímica) que se tornou o foco do questionamento dos alunos. Neste caso, o estímulo ao desenvolvimento da habilidade dos estudantes para formularem perguntas significativas sobre o processo intracelular resultou numa aprendizagem significativa de relevantes conceitos biológicos.

Ainda no sentido de reforçar a preocupação do incentivo ao questionamento dos estudantes a nível universitário referimos, por exemplo, o trabalho publicado pela *The Boyler Commision on Education Undergraduates in the Research University* (Kenny et al., 1999). Essa comissão, chamou a atenção para dois pontos essenciais: para a necessidade de estimular o crescimento intelectual dos alunos do primeiro ano universitário e ainda para o facto de ser necessário incluir nos programas oportunidades de aprendizagem através do questionamento, em vez da simples transmissão do conhecimento.

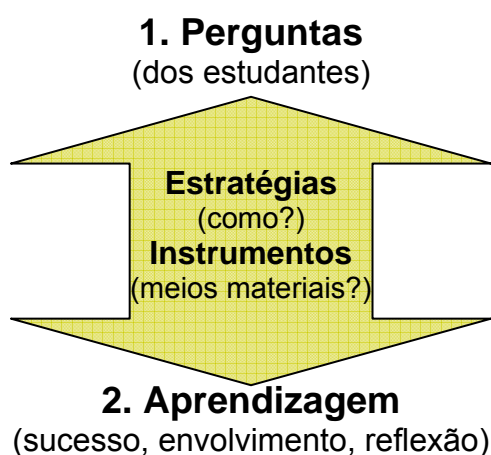
Como já referimos, a nível universitário conhecem-se poucos estudos desta natureza. Um destes estudos é o de Middlecamp & Nickel (2000) que procuraram estimular as perguntas dos estudantes de química no ensino universitário através de um exercício interactivo em sala de aula. Contudo, há ainda muito menos investigações sobre maneiras de promover a aprendizagem activa no ensino universitário através do estímulo às perguntas dos estudantes. Uma destas raras investigações é a de Marbach-Ad & Sokolove (2000a) que discutiremos posteriormente.

Consideramos, ainda, que a reflexão activa é um importante factor para o desenvolvimento profissional dos professores e que esta reflexão pode estimular mudanças significativas na prática e na visão geral da educação em ciência. Acredita-se, por isso, que as perguntas dos estudantes podem também contribuir para que os professores se envolvam nesta reflexão. Em resumo, a literatura mostra que o estímulo às perguntas dos estudantes evidencia vantagens, tanto para quem formula como para os professores que recebem e analisam estas perguntas, podendo assim vir a constituir um meio para um ensino e aprendizagem mais activos.

#### **1.4 – Objectivos e Questões de Investigação**

Este trabalho assenta na convicção de que é possível promover a aprendizagem activa de Química, através do incentivo às perguntas na interacção didáctica entre professores e estudantes. Reflecte ainda a ênfase que um número crescente de educadores tem vindo a colocar na importância da formulação de perguntas no processo de ensino e de aprendizagem, bem como na necessidade de as estimular positivamente.

Procurámos explorar e encorajar as perguntas dos estudantes, através de estratégias desenvolvidas especialmente para este efeito. Neste sentido, estimulamos, também, o uso das novas tecnologias (computador) para facilitar a interacção entre os estudantes e o professor. O estímulo ao questionamento esteve, portanto, presente nos diversos instrumentos e estratégias utilizados ao longo do desenvolvimento deste trabalho, com a intenção de os integrar de forma coerente, dando-lhes uma estrutura mais coesa e prática. O esquema que a seguir se apresenta reflecte a busca de relações que pretendemos estabelecer entre as perguntas dos estudantes de Química do 1º de ano universitário e a suas aprendizagens:



Inicialmente, tínhamos como objectivo conhecer como reagiriam os estudantes universitários do 1º ano de Química às estratégias desenvolvidas para os estimular a formular perguntas. No entanto, os nossos objectivos eram mais profundos e procuravam, também, envolver activamente os estudantes na disciplina de Química através do estímulo às perguntas, bem como estabelecer as diversas relações que pudessem existir entre estas perguntas e a aprendizagem.

Ora, formular perguntas, identificando o que se não sabe, mas o que se pretende saber, é uma componente essencial na construção do conhecimento, na compreensão de conceitos e na resolução de problemas. Justificamos, assim, um dos focos desta investigação, que consistiu no desenvolvimento de estratégias com vista ao encorajamento dos estudantes para que formulassem perguntas no âmbito da aprendizagem dos conceitos e problemas específicos da Química.

Sabe-se que há uma grande percentagem de insucesso no 1º ano universitário (Tavares, Santiago, & Lencastre, 1998), admitindo-se que o facto de os alunos não estarem habituados a reflectir e a pensar sobre os problemas, possa ser uma das razões para este grau de insucesso. Assim, outro objectivo deste trabalho foi criar motivações para a reflexão dos alunos, através da formulação de perguntas em química, promovendo também o sucesso escolar num ambiente de aprendizagem activa.

Os objectivos gerais desta investigação foram os seguintes:

- Identificar as possíveis relações entre as perguntas dos estudantes e a aprendizagem.

- Identificar e compreender melhor as dificuldades na aprendizagem da Química, no 1º ano universitário, através das perguntas e das explicações dos estudantes.
- Explorar estratégias e instrumentos que possam contribuir para uma aprendizagem mais activa, onde as perguntas dos estudantes possam ser valorizadas.
- Analisar o papel das perguntas dos estudantes na definição de indicadores de um ambiente de aprendizagem activa.

Partindo destes objectivos, e com base nos resultados encontrados com alunos de outros graus de ensino, este trabalho procurou, assim, identificar e desenvolver processos reflexivos, de estímulo ao pensamento e ao envolvimento activo de estudantes universitários.

Estes objectivos espelham diversas questões de investigação:

- Será possível incentivar os alunos do 1º ano universitário de Química a formularem perguntas de elevado nível cognitivo?
- Como podem ser analisadas as perguntas dos estudantes formuladas em contextos diferentes?
- Que tipo de instrumentos e estratégias são mais eficazes no estímulo às perguntas destes estudantes?
- Quais as principais dificuldades identificadas através das perguntas formuladas pelos estudantes e pelas suas explicações?
- Como podemos saber se os estudantes se envolveram activamente na sua própria aprendizagem?

Estas questões são os fundamentos para as duas questões de investigação principais:

- De que modo é que as perguntas podem contribuir para uma aprendizagem mais activa?
- Qual o papel das perguntas dos estudantes na definição de indicadores de um ambiente de aprendizagem activa?

A pertinência de saber se os estudantes se envolveram activamente ou não nas suas próprias aprendizagens prende-se com o facto de o estudante poder estar a fazer algo, dialogando e aparentemente envolvido, sem contudo estar “realmente” empenhado

activamente na aprendizagem. Ou, pelo contrário, o estudante pode, aparentemente, estar “passivo” e, mesmo assim, estar a aprender activamente.

Desta forma, como não é possível avaliar a aprendizagem activa exclusivamente pelos resultados de uma única fonte de dados, buscamos outros indicadores tais como: a participação, o envolvimento, o questionamento e o trabalho em grupo, para termos uma caracterização o mais ampla possível. No âmbito desta investigação, torna-se fundamental a triangulação de todos os dados para que haja a caracterização da aprendizagem activa. Por essa razão, não podemos apoiar-nos em um único indicador para decidir se os estudantes se envolveram activamente, ou não, na aprendizagem. No entanto, usaremos o estímulo ao questionamento como o fio condutor de todas as estratégias e indicadores. É neste contexto que o presente estudo se desenvolve.

No **capítulo 2**, discutimos as bases teóricas para a realização deste trabalho. Este capítulo é dividido em quatro secções. Na primeira secção apresentamos uma breve introdução à educação em química, discutindo as suas dimensões, focando a abordagem que utilizaremos nesta investigação. Nas secções três e quatro discutimos, respectivamente, o conceito de aprendizagem activa e as estratégias para a sua promoção, tais como, a resolução de problemas, o trabalho em grupo e a aprendizagem cooperativa, o uso de ferramentas electrónicas e digitais, a escrita, e o questionamento. Na última secção procuramos fazer uma revisão da literatura dos últimos anos sobre a formulação de perguntas no contexto do ensino e da aprendizagem e sua relação com o conceito de aprendizagem activa.

O **capítulo 3** é caracterizado pelas opções metodológicas deste trabalho. Discorreremos brevemente sobre os paradigmas de investigação, focando a investigação qualitativa do tipo naturalista-etnográfica na perspectiva da teoria fundamentada (“Grounded Theory”). Na última parte deste capítulo apresentamos de forma esquemática os percursos metodológicos desta investigação, contando um pouco da sua “história” (Silverman, 2000, p.236).

No **capítulo 4** apresentamos o Primeiro Estudo que foi simultaneamente o estudo piloto com uma turma de 32 estudantes do 1º ano universitário. O primeiro estudo, bem como os outros estudos desta investigação foram realizados com os alunos e nas aulas do

Prof. Doutor José J. C. Teixeira Dias, Coordenador das disciplinas de Química I e II na Universidade de Aveiro. Este capítulo tem três partes principais:

- i)* A disciplina de Química I – onde descrevemos os instrumentos, as estratégias de estímulo às perguntas dos estudantes e os resultados do primeiro semestre do estudo, em termos das opiniões dos estudantes e das suas classificações finais. Descrevem-se, ainda, os instrumentos para promover a formulação de perguntas e facilitar o seu envio ao professor, nomeadamente: a caixa de questões, o programa “Questões em Química” <Q/Q> (comunicação via Internet) e o Caderno de Laboratório;
- ii)* Química II – onde descrevemos novas estratégias desenvolvidas e os resultados obtidos no envolvimento activo dos estudantes da disciplina. Estas novas estratégias estavam fundamentadas principalmente no desenvolvimento e apresentação de mini-projectos (aprendizagem por pesquisa) sobre temas de interesse científico e de aplicação social;
- iii)* A qualidade das perguntas – onde discutimos os fundamentos para analisar a qualidade das perguntas. A seguir aplicamos os instrumentos de análise criados para as perguntas dos estudantes da turma piloto (primeiro estudo).

No **capítulo 5**, que corresponde ao Segundo Estudo, descrevemos o uso e dinamização de estratégias e instrumentos no sentido de discutir de que modo as perguntas dos estudantes poderiam contribuir para uma aprendizagem mais activa. Este estudo é caracterizado por estratégias inovadoras, da iniciativa do professor, aplicadas a 200 estudantes de Química II durante um semestre lectivo. Estas estratégias passaram pela dinamização das aulas teóricas, pela modificação das aulas teórico-práticas e práticas, e pela implantação de aulas adicionais, nomeadamente, as aulas suplementares, as aulas <Q/Q>, e as aulas-conferência. Os instrumentos de recolha e de incentivo às perguntas foram os mesmos do estudo piloto, com excepção do Caderno de Laboratório. Neste capítulo, analisamos a qualidade das perguntas usando os mesmos instrumentos de análise estabelecidos no estudo anterior. Também discutimos os resultados deste estudo na perspectiva da triangulação e comparação das opiniões dos estudantes e do professor, numa perspectiva interpretativa do investigador.

No **capítulo 6**, apresentamos o Terceiro Estudo, caracterizado pelo aprofundamento de alguns aspectos sugeridos pela análise dos estudos anteriores, pela focagem nos conteúdos de termoquímica (que integra a discussão sobre termodinâmica química) e



descrevemos o acompanhamento de um grupo de estudantes. Os instrumentos e estratégias foram os mesmos do segundo estudo. No entanto, no segundo semestre, foram desenvolvidos mini-projectos, tal como no primeiro estudo - piloto. De todos os mini-projectos desenvolvidos por uma turma de 100 estudantes, acompanhamos um grupo de 3 alunas, que trabalharam um tema de termoquímica, através de observação participante e entrevistas. Neste capítulo, discutimos também a qualidade das perguntas usando instrumentos de análise que descrevemos no Capítulo 3. Tal como nos estudos anteriores, discutimos a visão dos estudantes expressa nos questionários e entrevistas semi-estruturadas. Outra fonte de informação importante, nos três estudos, foi o acesso dos estudantes registados no programa <Q/Q>.

No **capítulo 7**, voltamos a analisar a globalidade das perguntas dos estudantes envolvidos nos três estudos, mas sobre outra perspectiva. Como acreditamos que as perguntas formuladas no contexto desta investigação revelam dificuldades diversas sobre os conceitos de Química, analisámos as dificuldades identificadas, independentemente destas indicarem preconcepções, concepções alternativas ou, simplesmente, revelarem deficiência de conhecimento.

No **capítulo 8**, consideramos as explicações dos estudantes para situações problema em termoquímica, recolhidas sob a forma de questionários no início e no fim do ano lectivo durante o qual decorreu o terceiro estudo. No final deste capítulo, fazemos uma análise comparativa entre as dificuldades em termoquímicas reveladas pelas perguntas, discutidas no capítulo seis, e pelas explicações sobre os conceitos de calor, temperatura, condutividade térmica, processos endotérmicos e exotérmicos.

O **capítulo 9** é caracterizado pela análise das perguntas formuladas pelos estudantes a partir da leitura de um texto de interesse científico. Esta estratégia foi usada nos três estudos, tendo o texto, no terceiro estudo, abordado alguns aspectos da termoquímica. No final deste capítulo analisamos também comparativamente as perguntas formuladas em contextos diferentes.

Finalmente, no **capítulo 10**, analisamos e sintetizamos, de forma crítica, os instrumentos e estratégias utilizadas ao longo dos três estudos. Propomos um modelo, com indicadores para um ambiente de aprendizagem activa, onde o incentivo às perguntas dos estudantes desempenha um papel central e integra os diversos instrumentos e

estratégias utilizadas. Este modelo é fundamentado nos dados analisados nesta investigação e na comparação com outros modelos de aprendizagem activa e aprendizagem por pesquisa, onde as perguntas desempenham um papel relevante. Discutimos, também, algumas limitações deste trabalho e propomos outras investigações que poderiam ser realizadas na sequência dos resultados encontrados aqui.

Na parte final deste trabalho consta um conjunto de apêndices, com documentos que foram construídos ao longo desta investigação. No CD-ROM, incluímos novamente os apêndices, os anexos e este texto em formato electrónico. No entanto, este trabalho foi escrito no pressuposto de não ser necessária a consulta dos apêndices e anexos para a compreensão do texto. Na tabela a seguir, apresentamos um esquema dos principais conteúdos de cada capítulo.

---

<b>Capítulo 1</b>	Introdução
<b>Capítulo 2</b>	Fundamentação teórica
<b>Capítulo 3</b>	Metodologia
<b>Capítulo 4</b>	Exploração de instrumentos e estratégias de estímulo às perguntas dos estudantes (Estudo Piloto - 1º Estudo)
<b>Capítulo 5</b>	Dinamização das estratégias para a aprendizagem activa (2º Estudo)
<b>Capítulo 6</b>	Consolidação e aprofundamento das estratégias (3º Estudo)
<b>Capítulo 7</b>	Perguntas e dificuldades de aprendizagem
<b>Capítulo 8</b>	Explicações sobre termoquímica
<b>Capítulo 9</b>	Perguntas a partir da leitura de um texto
<b>Capítulo 10</b>	Conclusões e síntese final

---

## **CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

“The classic of learning is that it occurs when the teacher asks the questions and the students can answer them, but the reality is that learning does not occur until the learner needs to know and can formulate the question for himself” (Morgan & Saxton, 1994, p.75).



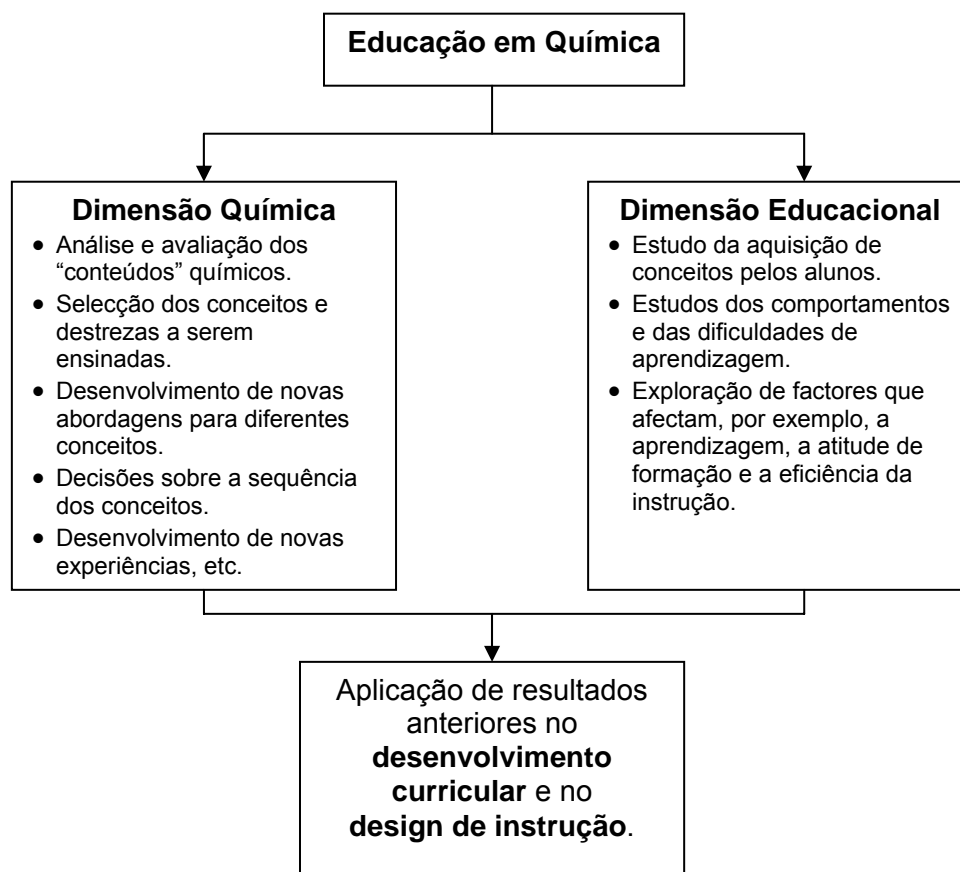
## 2.1 - Introdução a Educação em Química

Certamente muitos professores de química, em algum momento da sua vida académica, se depararam com uma pergunta tal como formulou João, ao frequentar uma disciplina de introdução à Química no seu primeiro ano de licenciatura: “Qual o interesse, directo, da química no meu curso (Eng. Civil)?” Esta parece ser uma pergunta que ganha diferentes versões no discurso e na mente dos alunos desde o ensino secundário até ao universitário, à qual nem todos os professores parecem estar aptos a responder.

Para Jackson (1992) a pergunta mais ampla: “Porquê estudar química?”, pode ser respondida de duas formas simples. A primeira é porque a química é essencial, e a segunda porque a química é fascinante. Sem dúvida a química é essencial por causa da sua importância social, ambiental e económica. A química trás contribuições vitais para a provisão de comida, cuidados de saúde, abrigo, roupa, transporte e comunicação entre os homens. A segunda resposta desenvolve-se no âmbito mais pessoal, principalmente quando falamos das possibilidades de trabalho e realização profissional para as pessoas que acham a química “fascinante” e estão qualificadas para a exercer.

A investigação em “educação em química” reformula e amplia esta pergunta para: Porquê ensinar e aprender química? Para quê ensinar e aprender química? Como ensinar e aprender química? O que ensinar e aprender em Química? Os propósitos da investigação em educação em química passaram por diversas modificações ao longo do tempo. Segundo Kempa (1992), nos primeiros anos a investigação em educação em química era focada numa espécie de “descrição química” dos conteúdos, enquanto hoje em dia os investigadores parecem estar muito mais preocupados com as questões do ensino e da aprendizagem em química. “Thus, the ‘educational dimension’ of chemical education research has gained in prominence” (p.46).

De acordo com este autor (ibidem), a “educação em química” pode ser vista como um híbrido de duas disciplinas, uma que contempla uma “dimensão química” e a outra uma “dimensão educacional”. A Figura 2.1 mostra a visão deste investigador sobre os componentes destas duas dimensões.



**Figura 2.1** Dimensões da Investigação em Educação em Química (Adaptado de Kempa, 1992)

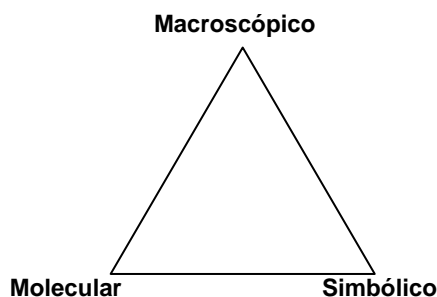
Naturalmente, estas dimensões da educação em química e da investigação nesta área não podem ser analisadas unidimensionalmente, sendo necessária uma visão holística da didáctica das ciências, e em especial na aplicação dos resultados da investigação na prática do ensino e da aprendizagem. Mais recentemente, tem sido encontrado um grau de maior integração entre a investigação em educação e a química para uma abordagem mais coerente (Kempa, 2002). Gilbert et al. (2004) reforçam esta ideia ao definirem educação em química como produzir educação em e sobre as ideias da química.

Mahaffy (2004) propõe uma metáfora para discutir as dimensões da Educação em Química. Chama de “Educação em Química Tetraedral”<sup>2</sup> inspirado nas formas tetraédricas tão conhecidas e importantes em química e consagradas pelo primeiro prémio Nobel de Química do século XX Jacobus van’t Hoff. Este autor afirma que a figura geométrica mais popular em educação em química é um triângulo plano com três tipos de

<sup>2</sup> “Tetrahedral Chemistry Education”

aprendizagem (o simbólico, o macroscópico e o sub-microscópico ou molecular) necessários para que os alunos possam encontrar sentido na química (ver Figura 2.2).

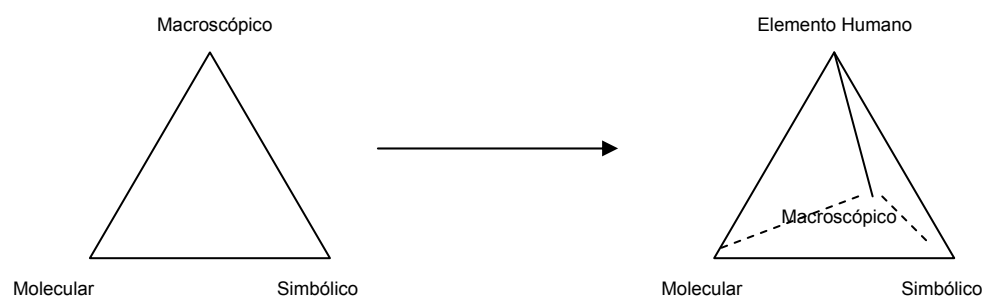
Segundo Mahaffy (2004) este triângulo plano tem-se mostrado de grande valor no design do currículo do ensino secundário e do pós-secundário, incluído os livros de texto, os manuais de laboratório e as visualizações.



**Figura 2.2** Triângulo de tipos de aprendizagem em Educação em Química (Adaptado de Mahaffy, 2004)

Para este autor, tem existido um pêndulo pedagógico que oscila entre uma química descritiva e uma teórica nos programas e cursos universitários de química durante várias décadas. Discute também que este triângulo lembra-nos que deve existir um equilíbrio entre os níveis macroscópico e simbólico da aprendizagem em química para cobrir os espaços vitais dos conteúdos e a adequação às necessidades dos alunos, e que a investigação em educação em química tem feito consideráveis progressos na identificação das concepções erradas e alternativas nos três níveis de pensamento do triângulo.

No entanto, este autor (ibidem) discute uma “nova dimensão” para a aprendizagem em química que leve em consideração a literacia científica e o papel da química no quotidiano. Para captar esta nova dimensão na metáfora do tetraedro, este autor propõe expandir o triângulo de aprendizagem de um plano para um tetraedro, onde o quarto vértice representa uma rede de contexto humano para a aprendizagem da química – o elemento humano. Na Figura 2.3, apresentamos todos os constituintes da “educação em química tetraedra” tal como foi concebido por Mahaffy (2004, p.231).



**Figura 2.3** Educação em Química Tetraedral: uma nova ênfase ao elemento humano  
(Adaptado de Mahaffy, 2004)

Segundo este autor, a ênfase no elemento humano da química não é nova, mas sim a metáfora de uma educação química tetraedral. A educação química tetraedral destaca o elemento humano ao colocar uma nova ênfase sobre duas dimensões da aprendizagem em química: i) a rica rede de relações económicas, políticas, ambientais, sociais, históricas e considerações filosóficas entrelaçadas com a compreensão dos conceitos, das reacções e dos processos químicos; e ii) a parte humana do aluno. Em resumo, “a educação química tetraedral enfatiza os estudos de caso, os projectos por investigação, as estratégias para resolver problemas, a **aprendizagem activa**, e as estratégias pedagógicas adequadas para cada estilo de aprendizagem dos alunos” (Mahaffy, 2004, p.231).

Muitos autores têm discutido sobre a dimensão humana da educação em química, em várias perspectivas, contextos e ênfases, tais como: o movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), a química para a formação da cidadania ou a química do quotidiano (Martins, 2002; Santos & Schnetzler, 2000).

Özmen (2004) faz uma revisão num grande número de estudos em educação em química e nota que a área dominante da investigação continua sendo os estudos das concepções erradas sobre diferentes tópicos. Kempa (2002) discute que uma das razões do baixo impacto das investigações nas práticas de educação em ciência é a excessiva atenção que os investigadores dão à “área da moda” (concepções erradas e alternativas dos alunos).

Segundo Furió & Furió (2000), o excesso de informação sobre estas temáticas geram também problemas, que consistem em como organizar e apresentar aquelas concepções



alternativas e dificuldades derivadas sem que se converta numa lista de pré concepções sem relação, onde o professor se pode perder facilmente.

As outras razões apresentadas por Kempa (2002) para o baixo impacto da investigação na prática, incluem: i) negligência dos investigadores em genuínos estudos aplicados, em favor dos estudos diagnóstico; ii) insuficiente elaboração dos investigadores das implicações dos seus estudos nas práticas de educação em ciência; iii) falta de consciencialização de muitos professores de ciências sobre o que se tem encontrado na investigação ou a tendência de ignorar tais descobertas; iv) inclinação dos professores em contar com o “senso comum” e/ou com o “conhecimento pessoal” nas suas práticas de ensino.

Para aumentar o impacto da investigação nas práticas da educação em química, este autor (ibidem) sugere mais atenção no planeamento e na condução das investigações no sentido da: i) adopção de linhas e áreas de investigação que sejam relacionadas com a prática, e que sejam potencialmente usáveis pelos professores no terreno; ii) desenvolvimento de estratégias que melhorem a consciência e responsabilidade dos professores para com os estudos publicados em educação em ciência.

Gilbert et al (2004) ao discutirem o desenvolvimento da natureza e da qualidade da investigação em educação em química enfatizam dois tipos de tipologia: uma de investigações, e a segunda tipologia é usada para discutir o nível e as formas de impacto das investigações nas práticas em educação em química.

Estes autores (Gilbert, Justi et al., 2002; Gilbert et al., 2004) discutem seis tipos de investigações em educação em química: i) investigações com clara intenção de informar para um subsequente desenvolvimento de nova política ou prática numa área específica; ii) avaliar a existência de políticas ou práticas com a intenção de informar para uma subsequente decisão ou acção; iii) investigação-acção, com a intenção de realizar melhorias educacionais num contexto particular e para gerar compreensão num contexto similar; iv) investigações com a intenção de identificar práticas que são claramente eficientes para a realização de um objectivo educacional em particular; v) investigações que apontem para a criação de novo conhecimento, o impacto sobre a prática do qual é incerto, difuso ou a longo prazo; vi) investigações tomadas sobre uma perspectiva

psicológica particular que são conduzidas em educação em química como um domínio exemplar.

Muitos autores têm discutido o ensino, a aprendizagem e a investigação em educação em química nos âmbitos nacionais, como por exemplo no Brasil (Schnetzler, 2002), na Espanha (Ros, 2001) e no Reino Unido (Breuer, 2002). Estes autores procuram discutir o desenvolvimento da educação em química em vários âmbitos (curricular, teórico, político etc.) e as perspectivas futuras desta área de investigação nos seus países.

Um dos objectivos mais frequentemente citado para o ensino de química é conseguir que os alunos resolvam problemas (Herron, 1996). A conhecida revisão de Gabel & Bunce (1994) nas investigações sobre “resolução de problemas” no domínio da química discute principalmente três factores: i) a natureza do problema, ii) as características dos alunos, e iii) o ambiente de aprendizagem. Estes autores reconhecem que toda investigação sobre resolução de problemas deveria levar em conta estes três factores. O trabalho activo sobre problemas do “mundo real” produz um alto grau de motivação bem como uma aprendizagem de alto nível (Thulstrup, 2004).

A investigação sobre resolução de problemas tem seguido diversas perspectivas. Por exemplo, Bodner & Domin (2000) concluíram que uma das características que diferencia os alunos que resolvem problemas com sucesso ou com insucesso é o número e o tipo de representações (modelos mentais) que fazem do problema. Herron (1996) acrescenta que a causa mais comum do fracasso na resolução de problemas em química é a falta de entendimento conceptual:

“Repetidamente, a investigação sobre a resolução de problema tem mostrado que os alunos não podem resolver problemas porque não compreendem os conceitos mencionados no problema. Se os alunos tiverem dificuldades em resolver o problema, a primeira coisa a verificar é a compreensão deles sobre os conceitos relacionados ao problema” (p.103-104).

Vigotsky (1998a; 1998b) descreve dois tipos de conceitos: os espontâneos e os científicos. Sugere que as crianças constroem espontaneamente conceitos mesmo antes de estarem conscientes o suficiente para serem capazes de os definir por palavras. As crianças fazem isso através das interacções do dia a dia com pessoas e objectos. Em contraste, os conceitos científicos (não-espontâneos) são normalmente formados através

das definições verbais que são usadas em circunstâncias não-espontâneas. Naturalmente, Vigotsky acreditava que o desenvolvimento humano não deveria estagnar nos conceitos espontâneos, mas evoluir para funções intelectuais superiores.

“O desenvolvimento dos conceitos, ou dos significados das palavras, pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar. Esses processos psicológicos não podem ser dominados apenas através da aprendizagem inicial” (Vigotski, 1998b, p.104).

O trabalho de Vigotsky foi construído sobre uma grande base de investigação empírica, dando ênfase à habilidade de expressar conceitos (espontâneos e científicos) como uma parte vital da escola da vida. Na complexa relação entre o pensamento e a linguagem, Vigotsky considerou o significado das palavras como um fenómeno do pensamento, e da dinâmica de formação que envolve e muda com o desenvolvimento da criança. As palavras não são meramente usadas para expressar o pensamento, elas são o significado pelo qual o pensamento vem a existir.

A ideia de desenvolvimento intelectual ocupa um lugar fundamental na teoria de Bruner (1990; 1996; 1999). Segundo Moreira (2003), Bruner ao referir-se à natureza do desenvolvimento intelectual considera, entre outros, os seguintes aspectos: i) o desenvolvimento intelectual caracteriza-se por independência crescente da resposta em relação à natureza imediata do estímulo; ii) o desenvolvimento intelectual baseia-se em absorver eventos, num sistema de armazenamento que corresponde ao meio ambiente; iii) o desenvolvimento intelectual é caracterizado pela crescente capacidade para lidar com alternativas em simultâneo, atender as várias sequências ao mesmo tempo, e distribuir tempo e atenção, de maneira apropriada, a todas essas demandas múltiplas .

Bruner também é considerado um dos primeiros psicólogos educacionais que explicitamente promove o conceito de “aprendizagem activa” (Hall, 2005). Em 1961 Bruner desenvolveu uma técnica que é conhecida também por “aprendizagem por descoberta”<sup>3</sup>. Um dos fundamentos da aprendizagem por descoberta é que o aluno deveria “descobrir” activamente toda a estrutura de conceitos por si mesmo. Bruner defende a resolução de problemas reais como uma forma de promover a aprendizagem

---

<sup>3</sup> "discovery learning", publicado originalmente em Bruner, J. (1961). The act of discovery. Harvard Educational Review, 31(1), 21-32.

por descoberta ou por investigação (Grabinger & Dunlap, 1996). No entanto, Cachapuz, Praia, & Jorge (2002) fazem a distinção em termos de perspectivas de ensino entre o ensino por descoberta e o ensino por pesquisa, sendo esta última perspectiva base muito mais sólida para uma aprendizagem activa, ao levar em consideração os avanços actuais da didáctica das ciências.

O principal tema na estrutura teórica de Bruner é que a aprendizagem é um processo activo em que o aluno constrói novas ideias ou conceitos baseados nos seus conhecimentos presentes ou anteriores. A aprendizagem activa é vista por Bruner e Piaget como um processo de descoberta contínua; o aluno aprende construído activamente o conhecimento através da exploração, da interacção e da descoberta do mundo ao seu redor (Peterson, Morrison, Cram, & Misanchuk, 1996).

Taber (2000) faz uma revisão na literatura construtivista resumindo as implicações para o ensino e a aprendizagem de química na universidade. Este autor sugere que o primeiro passo numa abordagem construtivista é consciencializar o professor e o estudante das ideias que este possui. O ensino pode ser então planeado para desafiar as concepções alternativas, e fornecer oportunidade aos estudantes para o raciocínio e a reestruturação dos conceitos.

Uma abordagem construtivista na educação tem sido reclamada para produzir uma aprendizagem em química mais eficiente. Por exemplo, os professores podem ser treinados para descobrir no início de um tópico, o que os estudantes pensam que já sabem, para depois iniciar a partir deste ponto, em vez de simplesmente assumirem o que os estudantes sabem ou deveriam saber levando em consideração o nível educacional em que se encontram (Taber, 2000).

Bailey (2002b) e De Jong (2000) têm discutido a relação entre a investigação em educação em química e a prática, e apontam que é necessário “traduzir” em linguagem acessível o que se faz na investigação para que as teorias da educação possam contribuir mais facilmente para o design dos cursos de química. Segundo estes autores, esta “tradução” é necessária porque a investigação em educação tem sido fortemente influenciada por teorias psicológicas (como as que descrevemos anteriormente), e estas são fortemente inacessíveis para a maioria dos químicos.

Orlik (2002) procura “traduzir” as teorias através de um manual prático com métodos de ensino e de aprendizagem activa em química. Este autor afirma que a aprendizagem é um trabalho individual do aluno para aprender o material docente .

A investigação em educação em química tem, nos últimos anos, contribuído com muitos métodos de ensino, onde os seus autores procuram demonstrar serem melhores que outros. No entanto, segundo Bunce (2004) as pessoas, diferentes das moléculas, nem sempre se comportam de uma maneira previsível. O processo de ensino é uma “amalgama” com o processo de aprendizagem, e ambos os processos são sistemas multi-variáveis. Para esta autora, existem formas de tratar com estes processos multifacetados de ensino e de aprendizagem. No âmbito da investigação, Bunce propõem uma mistura de métodos que possam incluir os métodos de análise quantitativos e qualitativos.

Na perspectiva da prática do ensino e de aprendizagem, acreditamos que uma mistura equilibrada de várias estratégias e instrumentos podem atender de forma mais adequada a grande diversidade e subjectividade das aulas de química, contribuindo desta forma para um ensino e aprendizagem mais activos.

## 2.2 – Aprendizagem Activa

A despeito de aparecer frequentemente na literatura, o termo “aprendizagem activa”<sup>4</sup> surge sem uma origem identificável ou uma definição comum. Como muitos outros termos usados para descrever o processo de ensino e aprendizagem, a expressão “aprendizagem activa” é cada vez mais usada actualmente. A aprendizagem activa não é uma expressão nova e educadores progressistas como John Dewey, acreditavam que a aprendizagem activa deveria ajudar as pessoas a desenvolverem capacidades e motivações para pensar criticamente sobre o mundo ao seu redor. Sobre estes aspectos da aprendizagem Dewey (1985) questiona:

"Why is it, in spite of the fact that teaching by pouring in, learning by a passive absorption, are universally condemned, that they are still so entrenched in practice? That education is not an affair of "telling" and being told, but an active and constructive process, is a principle almost as generally violated in practice as conceded in theory" (p.38).

Bonwell & Eison (1991), consideram que até mesmos investigadores têm uma compreensão intuitiva do termo. Isso resulta na ambiguidade e confusão tão frequente no seu entendimento. Estes autores discutem um relatório nacional, “*envolvimento na aprendizagem*”, onde se encoraja a usar mais extensivamente uma maneira activa de aprendizagem. Outra investigação, também apresentada pelos autores citados (ibidem), mostra que os membros de várias faculdades não estavam familiarizados com o significado do termo “envolvimento” como actualmente é usado na universidade. Envolvimento aparece como sinónimo de “escutar”, “prestar atenção” ou “estar atento” ao invés de estar envolvido com o material a ser aprendido.

Outra fonte de confusão reside em duas questões frequentemente formuladas: *i)* pode alguém aprender de maneira passiva? *ii)* o termo aprendizagem não envolve automaticamente algum tipo de actividade? Ao responder a estas questões, Bonwell & Eison (1991) concordam que um estudante pode aprender de ambas as formas, passivamente ou activamente. A aprendizagem passiva toma lugar quando o estudante toma o papel de “receptáculo do conhecimento”, isto é, eles não são participantes directos no processo de aprendizagem. A aprendizagem activa é semelhante à atitude dos estudantes que estão fazendo alguma coisa além de escutar.

---

<sup>4</sup> Usado em inglês como: “Active Learning”

Watts, Bentley, & Hornsby (1989), reforçam estas ideias argumentando que apesar da ‘aprendizagem passiva’ ser o “prato do dia” para muitos alunos em numerosas escolas, ela só pode satisfazer alguns por algum tempo, mas é ineficaz para muitos alunos quando utilizado por todo o tempo. Para estes autores, a aprendizagem activa significa o envolvimento completo dos alunos nas suas próprias aprendizagens, atribuindo-lhes alguma responsabilidade. Assim, para incentivar a aprendizagem activa é necessário usar diferentes estratégias de ensino.

Estes autores (ibidem) advertem ainda que a aprendizagem ‘baseada em actividades’ e ‘aprendizagem activa’ são diferentes. Existem muitas ‘actividades’ em sala de aula que são na realidade aprendizagem passiva. Por exemplo, as actividades para ‘preencher o tempo’ da aula, ou nos laboratórios as famosas ‘receitas’ a serem seguidas. A estratégia que faz o aluno acompanhar passo a passo as instruções e copiar para seu caderno, com pouco investimento intelectual, quer no processo quer no resultado final, poderia ser classificada como aprendizagem passiva. Consideram, também, que um aluno activo tem as seguintes características:

1. *Toma iniciativa nas suas próprias actividades e responsabilizam-se pela sua própria aprendizagem.* Isto significa que desejam as tarefas e programas de trabalho que lhes são atribuídos. Frequentemente estas tarefas são sugeridas pelos próprios alunos. Sentem-se no controlo e completamente envolvidos nas suas próprias aprendizagens.
2. *Toma decisões e resolve problemas.* Reconhecem a solicitação de uma tarefa em particular e tomam a decisão responsável de procurar caminhos para resolver o problema.
3. *Transfere habilidades e aprendizagens de um contexto para outro diferente.* O aluno activo tem o sentimento de posse sobre as informações, dados, interpretações e entendimentos, o que significa que podem fazer juízo de valores de factos e opiniões.
4. *Organiza-se a si mesmo e organiza outros.* Significa ser capaz de trabalhar independentemente ou com um grupo. Uma importante característica do aluno activo é saber quando uma tarefa deve ser realizada por uma única pessoa ou requer a colaboração de outros. Estão também conscientes do tempo que é necessário para realizar diferentes tarefas e são capazes de estimar as datas limites dos encontros. Usam extensas habilidades de estudos, e seleccionam as fontes e os meios de acesso mais apropriados para as informações.

5. *Mostra competências e entendimento de diferentes maneiras.* Isto significa que os alunos seleccionam os meios mais apropriados para relatar os seus progressos, conhecimentos e compreensões. Numa discussão são capazes de comunicar ou explicar as suas ideias.
6. *Envolvimento na avaliação de si mesmo e dos colegas.* Os alunos activos são confiantes o suficiente para desenvolverem seus próprios critérios, avaliar a regularidade de seus próprios progressos e reconhecerem as suas próprias competências e fraquezas. Estão preparados para dividir estes critérios e avaliações de progresso com seus colegas e professores. Estão também preparados para ajudar na avaliação de outros progressos e dividir estas avaliações com outros indivíduos de forma apoiada e não ameaçadora.
7. *Sente-se bem como alunos.* Alunos activos acreditam neles mesmos e crescem em entusiasmo para com aquilo que fazem. Entendem que a aprendizagem é uma matéria emocional, que envolve euforias, desapontamentos, momentos de descoberta e períodos de trabalho perseverante. Por isso, o sucesso gera confiança, e em retorno, a confiança gera um sentimento positivo e motivação.

Aprendizagem activa é usualmente compreendida como estando em contraste com a estilo tradicional de sala de aula, onde o professor deve “trabalhar” e os alunos devem permanecer passivos. Na opinião de Meyers & Jones (1993), a aprendizagem activa envolve conceder oportunidade para os alunos desenvolverem de forma significativa a fala e a atenção, a escrita, a leitura e a reflexão sobre os conteúdos, ideias, questões e interesses por um assunto académico.

De acordo com estes autores (ibidem), a aprendizagem activa deriva de duas suposições fundamentais: (1) que a aprendizagem é por natureza um esforço activo, e (2) diferentes pessoas aprendem de formas diferentes. Afirmam (ibidem) que duas consequências parecem seguir a estas suposições. Primeiro, os alunos aprendem melhor quando se aplicam no assunto, por outras palavras, aprendem através da acção. Segundo, os professores que dependem exclusivamente de uma única estratégia de ensino frequentemente fracassam juntamente com significativo número de alunos. Como resultado, tanto professores quanto alunos terminam insatisfeitos.

Segundo Wager (2002), numa população universitária existem sempre aqueles estudantes que têm os recursos para fazer as conexões entre os vários conceitos do



curso, formular perguntas relevantes e ir à procura de respostas, e interagir com as leituras através de anotações. Contudo, a maioria dos estudantes necessita de ser provido de oportunidades de aprendizagem activa para chegarem a este ideal. Mesmo os estudantes mais autónomos aprendem mais e serão capazes de aplicar as suas aprendizagens de forma hábil quando as actividades do curso estão fundamentadas na aprendizagem activa.

Ainda segundo este autor, a aprendizagem activa muda o “foco” do professor e a transferência de conteúdo para o estudante e o envolvimento activo com a matéria. Sobre o apoio necessário para alcançar os objectivos educacionais na universidade, acrescenta: “through active learning techniques and modelling by the teacher, students shed the traditional role as passive receptors and learn and practice how to apprehend knowledge and skills and use them meaningfully” (Wager, 2002, p.8-1).

Snyder (2003) afirma que algumas das características da aprendizagem activa são:

1. Grande ênfase no desenvolvimento analítico e habilidade no pensamento crítico.
2. Os estudantes fazem algo para além de simplesmente escutarem passivamente.
3. Os estudantes são envolvidos em alguma forma de actividade.
4. Ênfase na exploração de atitudes e valores que apoiam o material do curso.
5. Cursos com aprendizagem activa focam pensamentos de alto nível (pensamento crítico, análise, avaliação) de preferência ao acumular de conhecimento.
6. Professores e estudantes recebem mais, e mais rapidamente, feedback.

Bowell & Eison (1991) consideram que apesar do termo “aprendizagem activa” não ter uma definição precisa na literatura especializada, pode-se atribuir cinco características gerais: *i)* os alunos estão envolvidos na aula e não são somente ouvintes, *ii)* é colocada menor ênfase na transmissão de informações, e maior ênfase no desenvolvimento das capacidades dos estudantes, *iii)* os alunos estão envolvidos em pensamentos de elevado nível cognitivo tais como análise, síntese e avaliação, *iv)* os alunos estão envolvidos em actividades tais como ler, discutir e escrever, *v)* grande ênfase é colocada na exploração de valores e atitudes dos estudantes.

Em resumo, o conceito de aprendizagem activa tem portanto características e fundamentação comum a vários autores, embora não haja uma completa unanimidade e seja usada intuitivamente por alguns investigadores.

### 2.2.1 - Ambiente de aprendizagem activa

Asokanthan (1997, p.1349) utiliza no seu artigo, o termo “aprendizagem activa” para descrever um “ambiente” de sala de aula onde o estudante tem um papel activo no processamento da informação durante a aula.

Numa visão mais aprofundada do que seja um ambiente de aprendizagem activa alguns autores (Grabinger & Dunlap, 1996; Grabinger, 1998) fundamentam na abordagem construtivista o que chamam de REAL – Rich Environment for Active Learning. Estes autores definem que um ambiente fértil para a aprendizagem activa é um sistema de ensino abrangente que:

- i) desenvolve-se e são consistentes com a teoria e filosofia construtivista;
- ii) promove estudos e investigações com contextos autênticos (isto é, realista, significativos, relevantes, complexos, e ricos em informações);
- iii) encoraja o crescimento da responsabilidade, iniciativas, tomadas de decisão, e a aprendizagem intencional dos alunos; cultiva uma atmosfera de conhecimento, ao construir comunidades que utilizam a aprendizagem cooperativa entre os alunos e os professores;
- iv) utiliza actividades de aprendizagem dinâmicas, interdisciplinar, produtiva que promove processos de pensamentos de alto nível (isto é, análise, síntese, resolução de problemas, experimentação, criatividade, e exame de assuntos em múltiplas perspectivas) para ajudar os alunos a integrarem novo conhecimento com conhecimentos anteriores e assim criar uma estrutura de conhecimento rico e complexo;
- v) avalia o progresso dos alunos nos conteúdos e na capacidade de aprender através de tarefas e desempenho realistas.

Segundo estes autores, as duas principais características de um ambiente de aprendizagem são a *integração* e o *entendimento*. “Integração” é descrita como o processo que liga o novo conhecimento com o velho, modificando e enriquecendo o conhecimento existente. O “entendimento”, refere-se à importância de localizar a aprendizagem num amplo e realista contexto em vez de um descontextualizado e compartimentado contexto.

Para Watts, Bentley, & Hornsby (1989) as características citadas para um aluno activo já lançam luz sobre o que poderiam ser um ambiente de aprendizagem activa. Contudo,

discutem especificamente os aspectos necessários para que se tenha um ambiente de aprendizagem activa:

- i) *Ambiente de aprendizagem não ameaçador.* Um aluno activo, como já foi dito, está envolvido em especulações, experimentações e reformulação de seus conceitos e ideias prévias. Tais actividades requerem investimento emocional e são cognitivamente difíceis. Isto significa que o ambiente em que o aluno propõe e testa as suas ideias necessita de ser de apoio e confiança, principalmente dando uma avaliação honesta dos seus esforços.
- ii) *Envolvimento dos alunos na organização do processo de aprendizagem.* O envolvimento nas aulas, planos ou tarefas a serem organizados maximiza as possibilidades de aprendizagem activa. Isto permite aos professores e alunos estabelecerem alguns alvos comuns sobre como a aprendizagem pode ser realizada.
- iii) *Oportunidades para os alunos tomarem decisões sobre o conteúdo das suas próprias aprendizagens.* Aumentar a independência e autonomia na aprendizagem significa dar aos alunos a oportunidade de escolherem o que aprender e como mostrar as suas aprendizagens aos outros. Necessitam também de ser capazes de avaliar as suas próprias aprendizagens, e decidirem sobre futuras direcções que desejam tomar.
- iv) *Ensino de competências directamente.* Muitos atributos da aprendizagem activa necessitam ser instruídas e ensinadas directamente. Por exemplo, no contexto do trabalho em pequenos grupos é importante ensinar alguns procedimentos e habilidades a serem desenvolvidas pelo grupo.
- v) *Avaliação contínua.* Para os alunos desenvolverem um sentido realista dos seus próprios valores, e valores das suas ideias, devem ser envolvidos na avaliação da evolução das suas ideias. Tal envolvimento capacita-os a diagnosticarem pontos fortes e fracos, e a construírem e rectificarem por si mesmos os rumos tomados.
- vi) *Relevância e vocação.* A aprendizagem activa necessita ser uma aprendizagem relevante, e vocacionada para o mundo real, no sentido de explorar caminhos que tomam o mundo das palavras como um importante terreno de estudo e experiências. Por exemplo, pouco importa estimular os alunos a memorizarem sílabas sem sentido, ou acumular factos sobre a ciência, como o nome de químicos famosos de uma maneira “activa”.

### 2.2.2 - Aprendizagem pela acção

Outro termo muito usado na literatura é a “aprendizagem pela acção”<sup>5</sup>. Apesar da semelhança entre os termos “aprendizagem activa” e “aprendizagem pela acção” estas designam coisas diferentes, embora muito próximas.

Beard & Wilson (2002) discutem que a aprendizagem pela acção foi inicialmente desenvolvida por Reg Revans. Revans começou em 1938 enquanto investigava a entrada de mulheres na profissão de enfermagem. As suas principais preocupações estavam divididas entre o que ocorre na formação de consultores, administradores e enfermeiros. Procurou assim, desenvolver um caminho inovador para o estabelecimento de normas de treino e de desenvolvimento. Aplicou o modelo evolutivo para a aprendizagem individual e organizacional e estabeleceu que as necessidades de aprendizagem são maiores ou iguais que as mudanças nas vizinhanças (aprendizagem  $\geq$  mudanças). Revans também estabeleceu que a aprendizagem consistia em dois elementos: o *conhecimento* programado (ensino e instruções tradicionais) e a percepção do *questionamento*.

Ou seja, aprendizagem = f (Conhecimento + Questionamento);  $A = f (C + Q)$ .

Apesar das origens, e mesmo actualmente, está ligada à administração da aprendizagem individual e corporativa, a aprendizagem pela acção tem os seus fundamentos relacionados com a aprendizagem activa. Aprendizagem pela acção é um sistema extraído das ideias de uma aprendizagem activa e fundamentada em ciclos que contém os seguintes elementos:

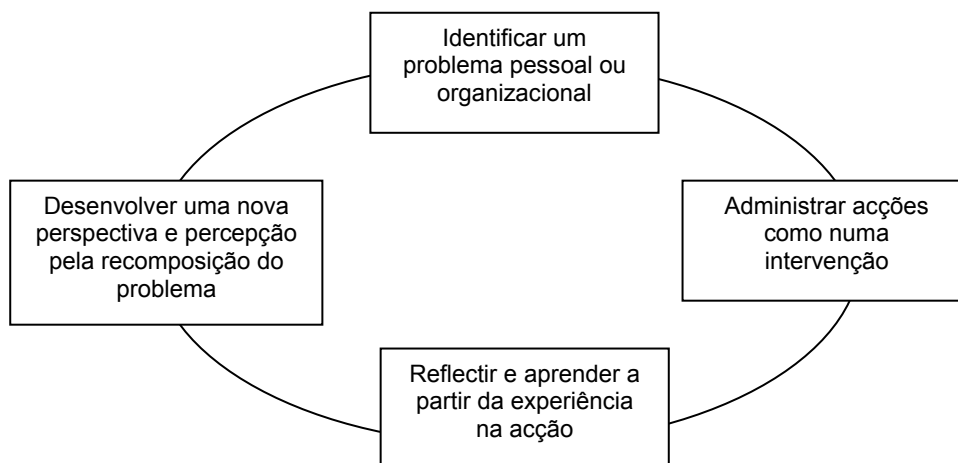
- i) Atenção fixada a um determinado facto ocorrido dentro da estrutura da experiência.
- ii) Uma nova relação construtiva percebida deste facto ou ao redor dele.
- iii) Tentativa para explorar esta relação para algum propósito desejável.
- iv) Uma auditoria ou inspecção dos resultados desta exploração.
- v) A incorporação (ou não) das relações dentro da experiência do administrador, nomeadamente, no processo de aprendizagem.

Segundo Beard & Wilson (2002) este ciclo é muito semelhante ao ciclo de aprendizagem de Kolb, e foi publicado dois anos depois de Revens mais um grupo de administradores,

---

<sup>5</sup> Tradução da expressão em inglês “Action Learning”

terem visitado Kolb em 1969 no MIT. Na Figura 2.4, apresentamos o ciclo da aprendizagem pela acção tal como esquematizado por Revens.



**Figura 2.4** O ciclo da aprendizagem pela acção

Considerando os valores centrais que conduziram o trabalho de Revens, este autores reconhecem que ele pretende que a aprendizagem pela acção seja um processo mais profundo e revolucionário do que somente um método de treino para “aprender fazendo”. Aprendizagem pela acção compreende desenvolvimento individual e organizacional, incluindo uma filosofia moral que envolve honestidade sobre si mesmo, tentativa para fazer o bem para um mundo com propósitos amigáveis.

Aqueles autores (ibidem) consideram que definir “aprendizagem pela acção” não é uma tarefa fácil, e reproduzem a longa definição dada por Revans, mas salientam que uma definição mais clara é descrita por McGill & Beaty em 1992:

“Aprendizagem pela acção é um processo contínuo de aprendizagem e reflexão, suportada por colegas, com a intenção de realizar algo. Através da aprendizagem pela acção o indivíduo aprende com e a partir do outro, ao trabalhar com um problema real e reflectir sobre a sua própria experiência. O processo ajuda-nos a tomar uma posição activa na vida, e ajuda a superar a tendência do pensamento, sentimento, em ser passivo diante das dificuldades da vida” (citado por Beard & Wilson, 2002, p.207).

Completando esta definição, estes autores (ibidem) listam os principais propósitos da aprendizagem pela acção apontados por Revans:

- Voluntarismo para trabalhar num problema de administração e organização.

- Trabalhar um problema que envolve um conjunto de pessoas.
- Analisar a percepção individual do problema no sentido de fornecer outras perspectivas e identificar caminhos de acção.
- Tomar acções depois do retorno do relatório sobre o conjunto de aprendizagens permitindo reflexões futuras.
- Apoiar e desafiar os membros, encorajando-os a aprendizagem efectiva e a acção.

Outros autores desenvolvem uma descrição mais detalhada sobre aprendizagem pela acção (Kember, 2000; McGill & Brockbank, 2004; Revans, 1997). Por exemplo, para McGill & Brockbank (2004) a aprendizagem pela acção constrói-se sobre a relação entre a reflexão e a acção. Acreditam também, que a reflexão é o precursor necessário para uma acção efectiva e que aprender a partir da experiência pode ser melhorada pela deliberada atenção a esta relação. Aprender pela experiência envolve reflexão, considerar os acontecimentos passados para que nossas acções façam sentido, e possibilitar novos caminhos para acontecimento futuros.

### **2.2.2.1 - Ambiente de aprendizagem pela acção**

Beard & Wilson (2002) consideram que muitas das actividades que ocorrem num ambiente de aprendizagem pela acção também ocorrem naturalmente numa situação de trabalho, e não é raro as pessoas atribuírem as suas aprendizagens a discussões com os colegas. Por isso, a aprendizagem pela acção necessita de um ambiente de apoio e confiança. Apoia-se num grupo de trabalho que tem o objectivo de produzir melhores acções e resultados dentro de uma organização, visando principalmente o desenvolvimento individual. Este grupo de indivíduos trabalha em conjunto através de um projecto e utiliza novas estratégias com um propósito de resolver um problema. Em alguns ambientes de aprendizagem pela acção a presença de um “facilitador” pode prover muitas vantagens.

Estes autores resumem os elementos básicos de um ambiente de aprendizagem pela acção como aquele em que: as regras básicas podem ser desenvolvidas pelos membros de um grupo de trabalho; estas regras podem ser mudadas mediante a discussão do grupo; igual tempo deveria ser repartido por cada membro; os planos de acções deveriam ser de comum acordo; todos os membros deveriam tomar a obrigação de estarem presentes; cada membro do projecto é distribuído num turno; os membros necessitam

desenvolver a habilidade de escutar e receber informações; o apresentador deveria explicar chamando a atenção para a apresentação para que cada membro possa concentrar a sua atenção; dar feedback deveria ser feito num espírito construtivo e de apoio, que pode requerer o desenvolvimento desta habilidade; e por fim, as questões discutidas deveriam ser confidenciais.

A aprendizagem pela acção aplica suas estratégias principalmente num contexto de grupos de trabalho. No entanto, McGill & Brockbank (2004) argumentam que aprendizagem pela acção é diferente de outros tipos de grupos tais como: reuniões formais, seminários, equipas, grupos de apoio ou de auto-desenvolvimento, grupos de terapia ou aconselhamento.

A aprendizagem pela acção não é uma *reunião formal* com um presidente, uma agenda, discussões abertas, anotações e algumas vezes votações, mas foca as questões apresentadas e o conjunto de anotações são simples pontos de acção, não um registo da reunião. Também não é um *seminário* baseado em conhecimentos factuais, onde o apresentador fala sem a participação dos ouvintes, mas está totalmente voltada em ajudar o apresentador a reflectir sobre a acção e para a acção.

Aprendizagem pela acção não é somente um *grupo* com tarefas bem definidas com o objectivo primário de completar a tarefa, mas trabalham para o benefício individual do conjunto de membros. Se a tarefa ou projecto for dividido, então tornam-se num grupo cujo processo de aprendizagem está centrado em reuniões e tarefas.

Os *grupos de apoio* e de auto-desenvolvimento estão geralmente mais centralizados no apoio do que no desafio. No entanto, um dos objectivos da aprendizagem pela acção é capacitar o indivíduo para tomar responsabilidade, decidir sobre a acção e mover-se no meio do desafio.

Aprendizagem pela acção não é um *grupo de aconselhamento* ou terapia. Aconselhamentos não serão oferecidos num ambiente de aprendizagem pela acção. Quando problemas pessoais ocorrem, os membros devem procurar aconselhamento ou terapia em outra parte.

### 2.2.2.2 – Aprendizagem activa e Aprendizagem pela acção

Os autores que escrevem sobre aprendizagem pela acção parecem ignorar a existência do conceito de aprendizagem activa e vice-versa. Apesar de não tentarem fazer uma distinção sistemática entre estes dois conceitos, podemos, mesmo assim através da definição e uso que fazem, perceber as diferenças. Por exemplo, McDermott, Nafalski, & Göll (2000) utilizam estes termos quase como sinónimos, no entanto vêem o termo “aprendizagem pela acção” como um modelo ou técnica, baseada nos ciclos de Revens, para o processo de resolução de problemas através de grupos de trabalho. Segundo estes autores, este processo é um paradigma útil para a “aprendizagem activa”.

O conceito de aprendizagem activa é muito mais amplo do que o conceito de aprendizagem pela acção, embora a fundamentação de ambas seja a mesma. A aprendizagem pela acção corresponde a um conjunto de técnicas de trabalho em grupo para promover a aprendizagem activa individual ou de uma organização. A aprendizagem pela acção é uma ferramenta específica, enquanto que a aprendizagem activa pode ser considerado muito mais um paradigma educacional (Horvath, Wiersma, Duhovnik, & Stroud, 2004).

Neste sentido, Johnson (1997) considera seis fundamentos educacionais para envolver estagiários na *aprendizagem activa*: (1) treino estruturado sobre o trabalho, (2) aprendizagem com especialistas, (3) panorama apoiado em objectivos, (4) *aprendizagem pela acção*, (5) tarefas apoiadas em problemas, e (6) em projectos. A natureza mais específica do conceito de aprendizagem pela acção pode ser percebida quando este autor procura definir este termo: “Action learning is the term used in executive training to describe activity-based practice and involves giving teams of learners (i.e., peer-based learning) real business problems to solve” (Johnson, 1997, p.173).

Posteriormente, ao discutirmos as estratégias para promover a aprendizagem activa, abordaremos as diferenças entre a “aprendizagem activa” e a “aprendizagem cooperativa/colaborativa”.



### 2.2.3 – Aprendizagem activa na educação em ciência

Os métodos para promover o ensino e a aprendizagem activa em ciências estão a ser cada vez mais utilizados, embora muitas vezes não sejam identificados como fazendo parte de um conjunto de estratégias com esta designação. No início da década de noventa existiam trabalhos em educação em ciência, como o de Johnston (1990), que utilizavam a expressão “active learning”, sem contudo uma preocupação de o definir de forma rigorosa. É também nesta época que surgem os primeiros trabalhos que reúnem um conjunto de estratégias com a designação de “aprendizagem activa” de forma bem definida e coerente.

Actualmente existe um “convívio pacífico” entre os educadores em ciências que utilizam o termo “aprendizagem activa” de forma geral ou vaga, e os que utilizam o termo de forma fundamentada, buscando uma definição para o conjunto de estratégias para a promoção do que chamam “aprendizagem activa”. A partir dos meados dos anos noventa pudemos apreciar um aumento considerável destes trabalhos (Barros, Remold, Silva, & Tagliati, 2004; Horvath et al., 2004; Marbach-Ad & Sokolove, 2000a; Marbach-Ad & Sokolove, 2002; McDermott, Nafalski, & Göl, 2000; Meltzer & Manivannan, 1996, 2002; Modell, 1995, 1996; Silvina, Cecilia, & Julio, 2004). Por exemplo, Orlik (2002) no seu livro “Química: métodos activos de enseñanza y aprendizagem” caracteriza os métodos explicativos-ilustrativos e os instrutivos-reprodutivos como métodos tradicionais de ensinar Química, em contraste com os modernos métodos de ensino e de aprendizagem activa.

Para uma visão mais concreta da tendência que acabamos de descrever, analisaremos a seguir como o termo “aprendizagem activa” é utilizado pelos autores em educação em ciência. Escolhemos para esta análise algumas revistas de grande credibilidade internacional na área de educação em ciência e em educação em Química. Os jornais escolhidos foram:

1. International Journal of Science Education (IJSE)
2. Journal of Research in Science Teaching (JRST)
3. Science Education (SE)
4. University Chemistry Education (UCE)
5. Chemistry Education: Research and Practice (CERP)

Escolhemos os três primeiros jornais por acreditarmos que estes são actualmente de grande importância em educação em ciência. Tsai & Wen (2005) afirmam, em recente artigo sobre a investigação em educação em ciência, que os jornais IJSE, JRST e SE são os três mais importantes periódicos de educação em ciência. Apoiam esta afirmação, por exemplo, no facto de que na classificação do factor de impacto de 2001, ordenados entre mais de 90 jornais de educação, o SE ocupa o 15º lugar, o JRST e IJSE ocupam respectivamente o 23º e 38º lugares.

Além destes, escolhemos dois outros jornais, estes mais específicos da área de educação em Química. A nossa análise levou em consideração todas as menções do termo “active learning” ao longo de todos os artigos dos últimos cinco anos (2000-2004). Na Tabela 2.1, apresentamos o número de artigos que utilizaram o termo pelo menos uma vez, e entre parênteses o número de vezes que foi utilizado o termo “active learning”.

**Tabela 2.1** Artigos que utilizaram o termo “active learning” no período de 2000 a 2004

	<i>IJSE</i>	<i>JRST</i>	<i>SE</i>	<i>UCE</i>	<i>CERP</i>	
2000	2*(3)**	6(68)	2(4)	1(5)	-	<b>11(80)</b>
2001	5(23)	2(2)	1(2)	1(2)	2(6)	<b>11(35)</b>
2002	6(7)	1(1)	1(9)	2(8)	-	<b>10(25)</b>
2003	4(6)	4(7)	2(2)	-	2(14)	<b>12(29)</b>
2004	3(3)	3(4)	4(6)	1(1)	3(3)	<b>14(17)</b>
	<b>20(42)</b>	<b>16(82)</b>	<b>10(23)</b>	<b>5(16)</b>	<b>7(23)</b>	<b>58(186)</b>

\*Número de artigos, \*\*Número de menções do termo “active learning”.

Pela Tabela 2.1 podemos ter uma percepção geral de que o termo “active learning” esteve sempre presente nestes jornais nestes últimos cinco anos. No entanto, 62% (N=36) dos artigos mencionam o termo apenas uma vez. Citamos a seguir alguns exemplos destas citações únicas:

- “Concept mapping is an **active learning** tool with numerous uses in the biology classroom, including planning, teaching, revision and assessment (e.g. Edmondson, 2000, Kinchin 2000a)” (Kinchin, 2001, p. 1257).

- “A second theme manifest across a number of these articles concerns active construction of patterns and models. It is common wisdom that ‘**active learning**’ is essential for understanding. These articles go beyond that platitude, though, by exploring the kinds of activity that lead to understanding. In particular, we see in these articles the importance of pattern-finding and model-building activities.” (Kelly & Anderson, 2000, p.758)
- “The Biomind curriculum, in which students have to demonstrate self-direction, personal initiative and teamwork, is structured around students’ **active learning** processes.” (Zion et al., 2004, p.730)
- “Constructivists, in contrast, attempt to foster **active learning**, guiding learners to create their own constructs using a process of peer and teacher-facilitated learning (Driver, 1989a,b; Driver & Oldham, 1986; Wheatley, 1991).” (Coll & Taylor, 2001, p.218)

Os outros 48% citam duas ou mais vezes o termo “active learning”, e para muitos trabalhos este termo é tratado como um conceito central. Na Tabela 2.2, citamos alguns exemplos para os cinco jornais escolhidos. Levamos em consideração se o artigo citava alguma definição para o termo, mesmo que indirecta, e se mencionava estratégias para promover a aprendizagem activa. No apêndice 2.1, apresentamos uma tabela semelhante com a lista completa de todos os artigos que mencionam este termo, classificados pelos cinco diferentes jornais.

Tabela 2.2 Exemplos de artigos que utilizam o termo “active learning” (2000-2004)

Artigo	Nível Escolar	Área Disciplinar	Definição de "Active Learning"	Estratégias de "Active Learning" ou exemplos de citações.
(Hutchinson, 2000)	Universitário	Química	Usa o termo 5 vezes. Por exemplo: <i>“The limitations of the traditional lecture have not gone unnoticed, of course. A number of approaches have been introduced to initiate what has been termed ‘active learning’. These approaches include peer instruction, concept question discussion, discovery laboratories, team assignments, and ‘minute’ essays.”</i> (p.3)	<i>“In this way the formal presentation of the procedure of concept and model building given in the Case Study is transformed into an <b>active learning</b> process.”</i> (p.5) <i>“The approach described in this paper is based on two key principles. First, effective learning requires intellectual engagement of students in the instructional process. This requires an <b>active learning environment</b>, but it also requires textual materials which complement <b>active learning</b>, so that discussion of chemical concepts is possible. Second, students learn concepts far more effectively when these concepts are developed via observation and inductive reasoning, rather than in expository prose. This requires a textbook which presents the experimental basis and reasoning behind chemical concepts, rather than simply a statement of these concepts along with problem solving applications.”</i> (p.7)
(Marbach-Ad & Sokolove, 2000a)	Universitário	Biologia	Usa o termo “active learning” 59 vezes: <i>“<b>Active learning</b> using cooperative groups is an instructional technique that requires students to work together in small, fixed groups on a structured learning task (Cooper, Prescott, Cook, Smith, &amp; Mueck, 1990).”</i> (p.856)	The <b>active learning</b> class employs many innovative approaches including name badges (so students, TAs, and the instructor can get to know each others' names), wireless microphones (so that students can hear each other's questions and comments), and a class session about recognizing good questions (conducted early in the semester to begin to focus student attention on questions - both their own and those of others)
(Buncick, Betts, & Horgan, 2001)	Universitário	Física	O termo é usado oito vezes. <i>“<b>Active learning</b> models include full studio models, discovery labs, lecture-based models and recitation-based models.”</i> (p.1240)	<i>“Several <b>active learning</b> classes have been developed that work within the lecture. In these models, short lecture sessions are followed by individual student activities and peer discussion. Models of this type are Peer Instruction ConcepTests (Mazur 1996) and Active Learning Problem Sheets (ALPS) (Heuvelen 1994). Recently, Sokoloff and Thornton have introduced the Interactive Lecture Demonstration (IDL) based on their laboratory curriculum, Tools for Scientific Thinking, and the microcomputer-</i>

				based laboratory (MBL) tools (Sokoloff and Thornton 1997). This approach to <b>active learning</b> - where the lecture is not replaced but modified - is similar to our approach with road map demonstrations.” (p. 1240)
(Byers, 2001)	Universitário	Química	Usa duas vezes o termo “active learning”, uma delas no título do artigo.	“The aim of questioning was not to assess current knowledge or understanding; though undoubtedly some misconceptions, which need to be rectified quickly, will be identified. Rather, the questions sought to promote <b>active learning</b> through the stimulation of thinking and the creation of disequilibrium.” (p.25)
(Chapman, 2001)	Universitário	Biologia	Não há uma definição directa, mas o autor deixa subentender o que compreende por “active learning”. O termo é usado dez vezes. Por exemplo: “The problem addressed in this work is the need to redesign college introductory biology courses so that they emphasize <b>active learning</b> and higher-order reasoning skills. (p. 1157)	“The implementation thus included concept oriented content, specific instruction in scientific thinking and higher order reasoning skills, use of assessments that evaluated inductive, deductive and hypothetical reasoning skills and problem-solving ability, and use of <b>active-learning</b> methods that required students to share responsibility for their learning.” (p.1160)
(Toomey, DePierro, & Garafalo, 2001)	Universitário	Química	Usa o termo 5 vezes, mas não o define. A likely contributing factor to poor performance for many students is resistance to <b>active learning</b> , and failure to attend help sessions.	“Important issues include choice and sequence of topics (including time spent on each topic and which topics to omit), nurturing an <b>active learning</b> environment, coordinating lab and classroom activities, and coupling content to the development of specific reasoning skills.” (p.186) ...“Instructor-generated handouts drive classroom discussion and think-aloud problemsolving sessions (Lochhead & Whimby, 1987), which provide students with rapid feedback. Students also experience <b>active learning</b> during the instructor’s daily office hour, which is conducted in a classroom and usually attended by 10-15 students (Cohen et al., 2000). Presentations encourage students to link new information to what they already know, through Socratic lines of questioning.” (p.186)
(Bailey, 2002a)	Universitário	Química	Usa o termo 5 vezes. Por exemplo: “The term ‘ <b>active learning</b> ’ is often used in association with ‘student	“In similar vein, small group tutorials (or appropriately organized workshops) can provide an opportunity to respond to the needs of different students, and to ensure

			<i>centred learning' to describe the shift away from the traditional lecture towards an approach to teaching which puts more responsibility on the student to participate actively in the learning process."</i> (p.52)	<i>that they participate in <b>active learning</b>; large group teaching is likely to involve little active involvement of students,..."</i> (p.49)
(Hodson, 2003)		Educação em ciência	<i>"Teaching and learning methods have been extended in interesting new directions: there is now much less emphasis on the acquisition of factual knowledge via direct instruction and correspondingly greater emphasis on <b>active learning</b>; there are more opportunities for students to engage in their own scientific investigations..."</i> (p.647)	<i>"It (Politicization of science education) can provide increased opportunities for <b>active learning</b>, collaborative learning and direct experience of the situatedness of scientific and technological practice."</i> (p.654)
(Chin & Chia, 2004a)	Secundário	Biologia	Usa o termo 2 vezes: <i>"Grounded in constructivist theory, PBL affords many possibilities for transforming classrooms into <b>active learning environments</b> where there is a dynamic interplay of questioning, explanation, argumentation, design of investigations, communication of ideas and findings, collaboration, and reflection."</i> (p.725)	<i>"One of the recent initiatives implemented to promote <b>active learning</b> and higher-order thinking in our students is collaborative project work. The rationale for this is that project work offers "possibilities to develop qualities like curiosity, creativity and resourcefulness among our young."</i> (p.708)

### 2.2.4 – Indicadores de ambiente de aprendizagem activa

Anteriormente, ao definirmos aprendizagem activa discutimos alguns elementos do que poderia ser um ambiente de ensino e de aprendizagem que usa esta abordagem. Naturalmente, podemos fazer algumas perguntas: Como posso saber se existe ou não um ambiente de ensino e de aprendizagem activa? Como avaliar se os estudantes estão a aprender activamente?

Betoret & Tomás (2003) apresentam uma proposta de avaliação do processo de ensino e de aprendizagem na universidade através de indicadores. Segundo estes autores, o conjunto de indicadores que utilizam é apropriado para as actividades desenvolvidas no processo de ensino e de aprendizagem e apontam para seu melhoramento e optimização.

O uso de indicadores já é bem conhecido e usado no meio académico, seja na avaliação institucional ou na avaliação das práticas e processos de ensino e de aprendizagem na universidade. Por exemplo, Cave, Hanney, Henkel, & Kogan (1997) examinam o uso dos indicadores de desempenho (PI)<sup>6</sup> a nível das instituições de ensino superior. Discutem o uso dos indicadores de desempenho (PI) para avaliar a qualidade da administração, do ensino, da aprendizagem e da investigação realizada nas universidades.

Com o objectivo de ajudar os professores a desenvolverem a competência de avaliarem os seus desenvolvimentos profissionais Peacock & Rawson (2001) desenvolveram empiricamente um conjunto de indicadores, que levam em consideração quatro dimensões: Comunicação, Avaliação, Administração e Planeamento. A seguir, apresentamos de forma resumida, os indicadores associados a cada uma destas dimensões:

**Comunicação** – habilidade para construir boas interacções

Indicadores:

1. Atmosfera da sala de aula
2. Comunicação nos dois sentidos
3. Processo de aprendizagem activa

**Avaliação** – Habilidade de avaliar com sucesso

Indicadores:

---

<sup>6</sup> Performance Indicators.

1. Nível de realização dos alunos
2. Dificuldades dos alunos alcançarem os objectivos principais
3. Vários modelos de avaliação

**Administração** – Habilidade para usar as técnicas para uma aprendizagem efectiva

Indicadores:

1. Cuidadoso controlo do tempo
2. Bom uso do espaço
3. Bom uso dos recursos

**Planeamento** – Habilidade para escrever um plano de aulas

Indicadores:

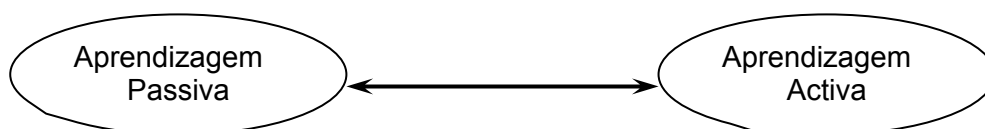
1. Seleccionar os objectivos
2. Actividade relevantes para os objectivos

Anaya (1999) usa três tipos de indicadores de forma alternada, como o objectivo de examinar a aprendizagem de estudantes do primeiro ano universitário. Afirma que existem evidências que sugerem que os resultados obtidos com medidas alternadas são consistentes. Utiliza uma estrutura conceptual na selecção de variáveis que possam ser associadas com a aprendizagem dos estudantes. Para estes autores, estas bases conceptuais levam em consideração a aprendizagem activa, a aprendizagem cooperativa e a teoria do envolvimento.

Kuh, Pace, & Vesper (1997) desenvolveram indicadores de processo para avaliar as vantagens que possam estar associadas as “boas práticas” na educação dos estudantes universitários. Para este fim utilizam três indicadores de “boas práticas” educacionais: i) contacto entre os estudantes e a instituição; ii) cooperação entre os estudantes; e iii) aprendizagem activa. Estes autores reconhecem que entre estes três indicadores a “aprendizagem activa” é o que melhor prediz as vantagens e ganhos na aprendizagem. Estes três indicadores estão fundamentados nos “sete princípios para uma boa prática na educação universitária” de Chickering & Gamson (1987) que encorajam as “técnicas de aprendizagem activa” entre outros “princípios”. Koljatic & Kuh (2001) também utilizam estes indicadores com o propósito de determinar se o envolvimento dos estudantes entre 1983 e 1997 melhorou. Chegaram à conclusão que a frequência do envolvimento dos estudantes em boas práticas educacionais não mudou apreciavelmente durante este período.

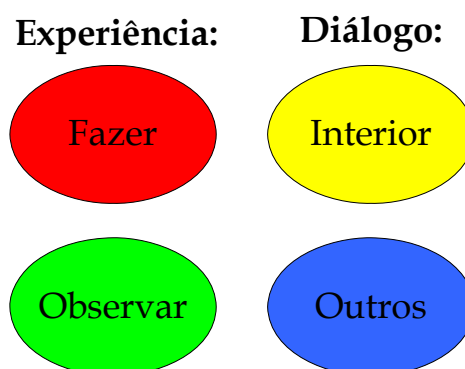


Para construirmos um conjunto de indicadores para a aprendizagem activa, temos que identificar as características mais gerais de um ambiente de aprendizagem activa. O modelo mais imediato para a aprendizagem activa consiste em dois pólos, onde em cada extremo temos as características (indicadores) da “passividade” e da “actividade” na aprendizagem, como mostra a Figura 2.5:



**Figura 2.5** Modelo básico para a aprendizagem activa

Este esquema serve para discutirmos diversos aspectos dos seus extremos, e de como poderemos incentivar os estudantes a migrarem de um pólo para outro (Biggs, 1999, p.4). O modelo de Fink (1999) procura mostrar que a aprendizagem activa envolve algum tipo de experiência ou algum tipo de diálogo. Para Fink, os dois principais tipos de diálogo são os diálogos consigo mesmo (interior) e o diálogo com os outros. As experiências também são principalmente de dois tipos: “fazer” e “observar” experiências. A Figura 2.6 mostra os quatro componentes deste modelo:



**Figura 2.6** Modelo de Fink (1999) para a aprendizagem activa

**Fazer**

Apesar de aprendizagem activa não ser somente fazer “coisas” como a palavra pode induzir, certamente é fazendo algo que os alunos podem envolver-se activamente na sua aprendizagem. O processo de “fazer” pode ser directo ou indirecto. Para Fink, as “simulações” constituem uma forma dos estudantes fazerem algo indirectamente.

**Observar**

Ocorre quando os alunos escutam ou assistem a algum relato sobre um assunto que eles têm interesse em aprender. O acto de observar também pode ser directo ou indirecto. Uma observação directa significa que o aluno está observando uma acção real directamente. Uma observação indirecta é a observação de uma simulação duma acção real.

**Diálogo interior**

O diálogo consigo mesmo ocorre quando os estudantes pensam sobre um assunto, formulam perguntas para si mesmos, pensam sobre seus próprios pensamentos, procurando as relações do conhecimento com o quotidiano. Questionam o papel do conhecimento e da aprendizagem nas suas próprias vidas e sentimentos.

**Diálogo com os outros**

Para Fink (1999), a mais dinâmica e activa forma de diálogo ocorre quando o professor cria uma intensa discussão de um assunto num pequeno grupo de estudantes. Este tipo de interacção pode ocorrer com os estudantes e professores de outras turmas e através de diversos meios, como por exemplo através de e-mail.

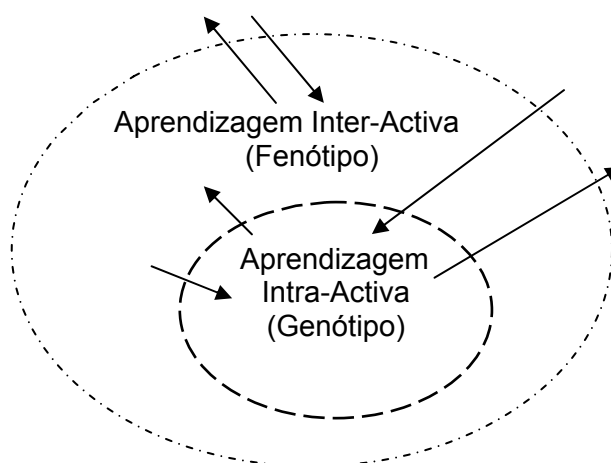
Todos estes modelos são uma tentativa de caracterizar a aprendizagem activa. Contudo, uma pergunta fundamental ainda persiste: Como podemos saber se ocorreu ou está ocorrendo a aprendizagem activa? O aluno pode estar a fazer algo, dialogando e está aparentemente envolvido, sem contudo estar “realmente” empenhado activamente com a aprendizagem. Ou ao contrário, o estudante pode estar aparentemente passivo e mesmo assim estar a aprender activamente.

Para discutirmos um pouco mais esta questão, podemos recorrer a uma analogia usando termos vindos da biologia. O Fenótipo é a aparência observável dum organismo, determinada pelo ambiente e pela influência genética. Em contraste, a constituição genética dum indivíduo aparte o seu aspecto físico é denominada de Genótipo, ou seja, o conjunto total dos genes dum indivíduo. Por exemplo, o DNA de um homem pode determinar a cor de pele branca como uma característica genotípica, mas após um extensa exposição ao sol este indivíduo pode apresentar uma cor de pele bronzeada, que será externa e temporária. Para este homem, o seu genótipo, em relação à cor da pele, é branca, mas apresenta um fenótipo para cor da pele, bronzeada.

Quando pensamos em caracterizar a aprendizagem activa estamos na realidade observando sinais externos (fenótipo) que podem estar ligados ou não ao “real” (genótipo) estado de aprendizagem do estudante. Podemos olhar para o “fenótipo” e relacionarmos, ou não, directamente com o “genótipo”. Na nossa analogia, para um homem branco que não apanha sol e apresenta uma cor de pele branca, corresponderia a um estudante que através das características externas de envolvimento, empenho e participação mostra que está aprendendo activamente.

Esta analogia conduz-nos a atribuir ao conceito de Aprendizagem Activa dois sub-conceitos, ou seja, uma subdivisão deste conceito inicial. Assim, a aprendizagem activa conteria uma parte chamada de Aprendizagem Inter-Activa e outra mais profunda e interna denominada de Aprendizagem Intra-Activa. Na aprendizagem Inter-Activa podemos identificar as características externas, tais como: empenho, interacção, formulação de perguntas, trabalho em grupo e envolvimento na aprendizagem. O conceito de Aprendizagem Intra-Activa está relacionado a “realidade” cognitiva interna de cada estudante.

Recorrendo à nossa analogia, a aprendizagem activa seria uma célula composta de uma parte Intra-Activa (Genótipo) e outra Inter-Activa (Fenótipo) como mostra a Figura 2.7.



**Figura 2.7** Um modelo para a Aprendizagem Activa

As linhas tracejadas indicam que há comunicação entre as partes e que podemos obter informações da Aprendizagem Intra-Activa através das características da Aprendizagem Inter-Activa. Podemos assim avaliar se ocorreu aprendizagem recolhendo sinais “fenotípicos”, ou seja, através de um conjunto de indicadores. As setas da Figura 2.7

também representam o fluxo de influências existentes no interior vindo do exterior e vice-versa.

Uma das razões da complexidade deste tipo de avaliação consiste em não sabermos se estas características (Fenótipo) correspondem ao “Genótipo”. O processo mais seguro de avaliar passa por diversificar a recolha destes sinais de aprendizagem. Desta forma, não devemos avaliar exclusivamente pelos resultados de uma única fonte de dados, mas buscarmos indicadores, tais como: a interacção, o envolvimento com meios computacionais, o questionamento, trabalhos em grupo, a resolução de problemas, para termos uma caracterização o mais ampla possível.

Jones et al. (1995) apresentam um conjunto de indicadores para caracterizar o envolvimento activo dos alunos. Estes indicadores estão agrupados em oito variáveis. Na Tabela 2.3 apresentamos estas variáveis, os seus indicadores e suas respectivas definições.

**Tabela 2.3** Indicadores de envolvimento na aprendizagem (Jones et al., 1995)

<b>Variáveis</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Definições dos Indicadores</b>
<b>Visão da Aprendizagem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsabilidade pela aprendizagem</li> <li>• Estratégias</li> <li>• Motivação na aprendizagem</li> <li>• Colaborativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O aluno envolve-se num conjunto de objectivos, escolhendo tarefas; visão alargada da aprendizagem.</li> <li>• O aluno desenvolve activamente um repertório de estratégias para pensar e aprender.</li> <li>• O aluno não é dependente de recompensas de outros; tem entusiasmo em aprender.</li> <li>• O aluno tem novas ideias e entendimentos em conversações e trabalho com outros.</li> </ul>
<b>Tarefas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autênticas</li> <li>• Desafiadoras</li> <li>• Multidisciplinares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pertence ao mundo real; pode ser direccionada para o interesse pessoal.</li> <li>• Dificuldade suficiente para ser interessante mas não totalmente frustrante.</li> <li>• Envolve e integra as disciplinas para resolver problemas e colocar questões.</li> </ul>
<b>Avaliação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baseada no desempenho</li> <li>• Produtiva</li> <li>• Progressiva</li> <li>• Justa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envolve uma actuação ou demonstração, usualmente para uma audiência real e para objectivos úteis.</li> <li>• A avaliação tem significado para o aluno; pode produzir informações, produtos e serviços.</li> <li>• A avaliação é parte da instrução e vice e versa; o aluno aprende durante a avaliação.</li> <li>• A avaliação segue uma cultura de justiça.</li> </ul>
<b>Modelo de Ensino</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interacção</li> <li>• Produção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O professor ou programa tecnológico responde às necessidades dos alunos.</li> <li>• O ensino é orientado para construir significados; fornece experiências e actividades significativas.</li> </ul>
<b>Contexto de Aprendizagem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaborativo</li> <li>• Construção de conhecimento</li> <li>• Empático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O ensino considera o aluno como parte da comunidade de aprendizagem; as actividades são colaborativas.</li> <li>• A estrutura das experiências de aprendizagem está organizada em múltiplas perspectivas para resolver o problema, de modo que cada perspectiva contribua para</li> </ul>

		<p>o compartilhar do entendimento de todos; vai além do “brainstorming”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O ambiente de aprendizagem e experiências é estruturado para valorizar a diversidade, as múltiplas perspectivas, e a concentração.</li> </ul>
<b>Grupo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heterogéneo</li> <li>• Justo</li> <li>• Flexível</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pequenos grupos com pessoas de diferentes níveis de habilidades e bases.</li> <li>• Pequenos grupos organizados de forma que todos os estudantes tenham desafios na aprendizagem e nas tarefas/experiência.</li> <li>• Diferentes grupos organizados para diferentes propósitos de ensino. Assim cada pessoa é um membro de um grupo diferente, trabalhando com pessoas diferentes.</li> </ul>
<b>O papel do professor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitador</li> <li>• Orientador</li> <li>• Aluno/Investigador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envolvido em negociação, estímulo e monitorização de discussões e projectos de trabalho, mas não controlando-os.</li> <li>• Ajuda os alunos a construírem seus próprios modelos, significados, explicando quando necessário, redireccionando metas, provendo opções.</li> <li>• O professor considera-se como um aluno/investigador; deseja correr o risco de explorar áreas fora das suas especialidades; colabora com outros professores e profissionais.</li> </ul>
<b>O papel dos alunos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explorador</li> <li>• Aluno cognitivo</li> <li>• Professor</li> <li>• Criador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os alunos têm oportunidade para explorar novas ideias/ferramentas; promove o envolvimento de ideias e investigações.</li> <li>• A aprendizagem está localizada na relação entre o professor que os orienta para desenvolverem ideias e habilidades que simulam o papel da prática profissional (Isto é, envolvem-se numa investigação real)</li> <li>• Os alunos são encorajados a ensinarem os outros num contexto formal ou informal.</li> <li>• Os alunos desenvolvem produtos de uso real para eles mesmos e para outros.</li> </ul>

Em resumo, se quisermos caracterizar ou avaliar se houve aprendizagem activa ou se existe um ambiente de aprendizagem activa num determinado contexto, temos que observar diversos indicadores e não apenas um único aspecto.

## **2.3 – Estratégias para promover a aprendizagem activa**

O que passaremos a discutir são algumas estratégias para a promoção da aprendizagem activa, dando maior atenção às estratégias que foram utilizadas no âmbito desta investigação, principalmente o incentivo a formulação de perguntas dos estudantes.

### **2.3.1 - Resolução de problemas para a promoção da aprendizagem activa**

A resolução de problemas é reconhecida por investigadores, professores e alunos como parte importante da educação em ciência. Apesar da expressão estar consagrada na literatura, ainda é usada de forma pouco precisa ou incorrecta. Por exemplo, a palavra “problema” é utilizada muitas vezes como sinónimo de exercício.

Lopes (2004) afirma que genericamente a expressão “resolução de problemas” pode referir-se a: i) tarefas a executar em qualquer nível de ensino, ii) estratégias de resolução, iii) processos envolvidos na resolução, iv) formulação de problemas, v) própria capacidade de resolver problemas, vi) processo de ensino-aprendizagem.

Concordamos com este autor quando procura distinguir “problemas” de “exercícios”. A intenção não é desvalorizar os exercícios, mas apenas mostrar que existem funções educativas diferentes entre ambos. Certas competências não são desenvolvidas através da resolução de exercícios. Os exercícios permitem treinar procedimentos e rotinas que se desejam que sejam automáticos, apelando para as funções da memória e do reconhecimento de padrões. As funções educativas dos “problemas” estão relacionadas com o desenvolvimento de competências de alto nível cognitivo e outros atributos como a persistência, espírito de sacrifício e o trabalho em grupo.

Segundo Lopes (2004), cinco critérios são suficientes para distinguir, em termos práticos, “problemas” de “exercícios”. Na Tabela 3.1, apresentamos uma adaptação mais genérica de todos estes critérios desenvolvidos pelo autor para um caso em concreto que procurou distinguir entre o enunciado de um problema e de um exercício.

**Tabela 2.4** Critérios para distinguir problemas de exercícios (Lopes, 2004, p.202)

<i><b>Critérios</b></i>	<i><b>Problemas</b></i>	<i><b>Exercícios</b></i>
1. Tipo e qualidade de informação fornecida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É qualitativa, não permite abordar a questão, à partida, de forma numérica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É numérica e está na quantidade certa para se responder.</li> </ul>
2. Tipo de situação concreta e seu contexto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Situação é realista. O contexto está formulado de forma precisa, material é muito vasto e ligado ao real.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Situação é académica, a ponto de mesmo os valores numéricos apontarem para algo inexistente.</li> </ul>
3. Modelização da situação concreta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A situação concreta (física, química) não está completamente modelizada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O que é apresentado é o modelo de uma situação hipotética.</li> </ul>
4. Orientação de resolução	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há uma pequena orientação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há uma orientação clara.</li> </ul>
5. Conhecimento prévio de um algoritmo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O conhecimento de um algoritmo depende do sujeito. Pode não existir um algoritmo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe algoritmo.</li> </ul>

Este autor defende também o uso de exercícios e problemas numa sequência temporal, começando com problemas conceptuais que desencadeiam uma problemática, depois consolidar esta problemática não envolvendo formalismos matemáticos. A próxima etapa seria o uso de exercícios para treinar os formalismos matemáticos e/ou de raciocínio. Na última etapa volta-se aos problemas desta vez com formalismos matemáticos.

Muitos autores não concordam com uma definição para “resolução de problema” em ciência, porque não existe concordância para o significado de termos básicos como “problema” e “resolução de problemas” (Bodner & Herron, 2002; Gabel & Bunce, 1994). A definição de “problema” repetida por alguns autores é a de Hayes (1981): “Whenever there is gap between where you are now and where you want to be, and you don’t know how to find a way to cross that gap, you have a problem” (p.1). Bodner & Herron (2002, p.236) concordam que uma definição de “resolução de problema” pode ser resumida na frase: “o que você faz, quando não sabe o que fazer”.

Segundo Watts (1991) a “resolução de problemas é aprendizagem activa” (p.4), no sentido que os alunos têm que tomar a responsabilidade do problema antes de poderem alcançar a solução. Para este autor, a resolução de problemas envolve um conjunto de habilidades, que através do envolvimento na sua execução se torna parte do “repertório” do aluno, podendo ser usado novamente em outras ocasiões.

Existe uma variedade de técnicas de “resolução de problemas” que têm as suas bases no modelo para a tomada de decisões sugerido por John Dewey no seu livro “Democracy

and Education” (Dewey, 1985). Podemos identificar quatro passos: 1) definição do problema, 2) determinação de possíveis razões para o problema, 3) busca de soluções alternativas, 4) avaliação das alternativas e escolha da solução mais apropriada. Segundo Bonwell & Eison (1991) este esquema tem servido de base para duas estratégias de resolução de problemas: os “casos para estudo” e os “esquemas dirigidos” (p.38)<sup>7</sup>.

**Os casos para estudo** foram introduzidos na escola de direito de Harvard no século XIX e desde então têm sido usados em diversas outras disciplinas. Casos para estudo, podem ser definidos como um relato factual da experiência humana centrada em um problema ou questões direccionadas a uma pessoa, um grupo de pessoas ou uma organização. Os casos para estudo podem variar desde exercícios altamente estruturados até problemas não estruturados, que podem levantar uma variedade de questões complexas e soluções alternativas. Geralmente, os casos para estudo são escritos objectivamente e incluem uma breve visão geral da situação, com informações descritivas na intenção de estabelecer um contexto para o problema e identificar as principais decisões que devem ser tomadas.

Tem-se mostrado que os casos para estudo têm várias vantagens como estratégia para promover a aprendizagem activa. Uma das vantagens advém do carácter da “vida real” que geralmente existe nos casos, ajudando aos alunos a fazerem a ponte entre a teoria e a prática na resolução dos problemas. Uma outra vantagem é decorrente da motivação que usualmente os casos têm ao despertar o interesse dos alunos.

Uma desvantagem associada não somente com os casos para estudo, mas que também envolve os processos de aprendizagem activa, é que o professor tem que ceder algo no controle da sala de aula para que possa promover o envolvimento dos alunos na aprendizagem. Neste caso, “velhas” e “enraizadas” práticas têm que ser modificadas para que o professor possa assumir o papel de facilitador na resolução de casos para estudos.

O “**esquema dirigido**” foi desenvolvido no final da década de 1970 e também tem por base o modelo de Dewey para explorar soluções para problemas abertos. Este processo tem vários passos: i) determinar o problema e estabelecer metas; ii) reunir informações relevantes; iii) gerar possíveis soluções para o problema; iv) catalogar limitações sobre o

---

<sup>7</sup> Tradução do termo em inglês: “Case Studies” e “Guided Design”.



que pode ser realizado; v) escolher possíveis soluções; vi) analisar factores importantes que devem ser considerados no desenvolvimento de uma solução detalhada; vi) produzir (sintetizar) uma solução detalhada; vii) avaliar a solução final; e viii) recomendar uma direcção das acções (Bonwell & Eison, 1991, p.40).

Segundo estes autores, a formalização deste tipo de processo ajuda os estudantes a serem mais intencionais e habilidosos na resolução de problemas. Embora o “esquema dirigido” tenha muitos defensores e seja utilizado em muitas disciplinas na universidade, existem poucas investigações que estudem os seus efeitos na aprendizagem dos estudantes. Como os “casos para estudos”, o “esquema dirigido” mostra-se como um instrumento útil no ensino da resolução de problemas.

Para Gabel & Bunce (1994) todo o estudo sobre a resolução de problemas deveria tomar em conta três factores: i) a natureza do problema, ii) as características dos alunos, e iii) o ambiente de aprendizagem. No entanto, reconhecem que estes três factores se misturam na resolução de problema no “mundo real”.

A aprendizagem baseada na resolução de problema (PBL)<sup>8</sup>, é actualmente uma área de estudo que utiliza os problemas para estimular a participação, o desenvolvimento de habilidades, a autonomia, e a aprendizagem activa. Os investigadores estudam a “resolução de problemas” em diversos contextos, como por exemplo: no trabalho em grupo (Robson, 2002), no estudo das dificuldades conceptuais (Dori & Hameiri, 2003; Niaz, 2001), no incentivo às perguntas dos alunos para conduzir a construção de conhecimento (Chin & Chia, 2004c; Harrison, 1992, p.108), no contexto da história da ciência (Lin, Hung, & Hung, 2002), na mediação por computadores (Hollingworth, 2001; Löhner, Joolingen, & Savelbergh, 2003), e nos mais variados contextos e assuntos (Chang & Weng, 2002; Pape & Wang, 2003).

### **2.3.2 – Trabalho em Grupo e Aprendizagem Cooperativa**

Quando os estudantes chegam à universidade, geralmente esperam estar passivamente sentados enquanto ouvem o professor “despejar” os conteúdos. Esperam também ser avaliados individualmente, e baseados nas experiências passadas, competem para terem

---

<sup>8</sup> Problem-based learning

as melhores classificações ou simplesmente para terem as classificações mínimas. Segundo Smith (1996, p.71), a “interacção competitiva” ou a falta de interacção entre os estudantes são duas maneiras comuns de se relacionarem uns com os outros. A “interacção cooperativa” é menos comum, mas é uma abordagem mais eficiente para promover a aprendizagem dos estudantes e a habilidade de trabalhar em grupo. Para este autor, cooperação é trabalharem juntos para alcançar um objectivo comum. Através de actividades cooperativas, os estudantes devem procurar resultados que sejam benéficos para eles mesmos e para todos os outros membros do grupo.

A aprendizagem em grupo depende de diversos factores. Para Gall (1995) a participação activa de um grupo na aprendizagem depende, pelo menos em parte, do conhecimento sócio-cognitivo e da habilidade que cada participante possui, e acrescenta: “Social-cognitive knowledge and skill in helping interactions is critical for effective participation in learning groups” (p.49).

Os termos “aprendizagem cooperativa” e “aprendizagem colaborativa” têm sido muito utilizados, e frequentemente nenhuma distinção é feita entre eles. Nas palavras de Panitz (1996) a diferença entre estes dois termos não é fácil, principalmente porque os seus conceitos se cruzam em muitos pontos. Mesmo assim, podemos referir uma diferença entre eles ao estabelecer com maior rigor o que é a aprendizagem cooperativa e colaborativa.

O conceito de **aprendizagem colaborativa** é vista mais como um filosofia pessoal do que uma técnica de ensino e aprendizagem. A aprendizagem colaborativa é um termo “guarda-chuva” que abarca muitas formas de aprendizagem, desde projectos de pequenos grupos até uma forma mais específica de trabalho em grupo chamada por Johnson & Johnson de “aprendizagem cooperativa” (Dillenbourg, 1999; Moore et al., 1997; Office of Instructional Consultation, 2004).

A **aprendizagem cooperativa**, foi desenvolvida por Johnson & Johnson na década de sessenta e é amplamente utilizada hoje. A definição mais repetida na literatura é a destes autores. Para Johnson & Johnson a aprendizagem cooperativa é uma abordagem de ensino que usa pequenos grupos de alunos que trabalham juntos, com a intenção de maximizar a sua própria aprendizagem e a dos colegas. Para estes autores, quatro elementos básicos devem ser incluídos para que um pequeno grupo de aprendizagem

seja realmente cooperativo: “i) interdependência, ii) interacção face a face, iii) responsabilidade individual, iv) habilidade interpessoal e de trabalho com pequenos grupos” (Johnson & Johnson, 1987, p.12-14).

A aprendizagem cooperativa é um tipo específico de aprendizagem em pequenos grupos. Segundo Smith (1996), existem dois tipos de grupos de aprendizagem cooperativa: os informais e os formais. Os grupos informais, envolvem uma organização pouco estruturada (tipicamente pequenos e de curta duração, destinados a uma finalidade específica). Os grupos formais são altamente estruturados e orientados para as tarefas, sendo geralmente de longa duração. Além dos quatro elementos básicos de Johnson & Johnson, este autor aponta para mais um elemento essencial para um grupo de aprendizagem cooperativa formal, totalizando cinco elementos: “i) interdependência positiva, ii) interacção face a face, iii) obrigação individual (responsabilidade pessoal), iv) actividades estruturadas, v) habilidade em trabalhar em grupo e no seu processamento” (Smith, 1996, p.74).

Uma aprendizagem cooperativa cuidada e estruturada envolve pessoas trabalhando em grupos para realizar um objectivo comum, sob condições que envolvem interdependência positiva (todos os membros devem cooperar para completar a tarefa), e responsabilidade pessoal e colectiva (cada membro é responsável pelo resultado final). Também menciona (ibidem) a existência de aproximadamente 600 estudos experimentais e 100 estudos correlacionais que comparam a eficiência dos esforços cooperativos, competitivos e individualista. Estes estudos foram conduzidos por uma grande variedade de investigadores em diferentes áreas e em diferentes contextos.

Segundo Bonwell & Eison (1991), a aprendizagem cooperativa tem um duplo objectivo: aumentar a aprendizagem e desenvolver a habilidade dos alunos, tais como: tomar decisões, administrar conflitos, e a comunicação. Para alcançar estes objectivos, muitas estratégias têm sido desenvolvidas que enfatizam a formação de pequenos grupos de alunos que trabalham juntos num processo estruturado para resolver uma tarefa académica.

Embora a aprendizagem cooperativa tenha a sua origem e aplicação no ensino básico, vem cada vez mais sendo utilizada no ensino superior e universitário. Para Light & Cox (2001) uma das mais importantes experiências de aprendizagem que a

universidade pode oferecer para mudar as concepções, explorar teorias e ideias é a oportunidade dos estudantes estarem juntos em pequenos grupos de trabalho. Estes autores apontam para investigações que mostram que os estudantes se tornam mais interessados na aprendizagem em pequenos grupos do que em aulas comuns. Contudo, nem todos os estudantes são “felizes” com a experiência de trabalhar em grupo. Isto implica uma forma de ensino onde a má liderança ou a falta de habilidades pode significar que o trabalho não é somente mal feito, mas que deixa de ser feito.

Uma das dificuldades do trabalho em pequenos grupos está relacionada com as mudanças de comportamento e do modelo de ensino e de aprendizagem. Para Light & Cox (2001) outra dificuldade encontra-se na discrepância entre as expectativas formadas e o que realmente ocorre. Neste sentido, os autores mostram a importância das relações interpessoais e da necessidade dos participantes se sentirem satisfeitos com a companhia uns dos outros para que algum trabalho possa ser produzido. O trabalho em pequenos grupos pode ser uma experiência emocionalmente insatisfatória e improdutivo principalmente, afirmam estes autores, quando o grupo não passa de uma conjunto de indivíduos que aprendem alguma coisa, mas sem a satisfação da inclusão e relacionamento nas ideias e experiências. Neste sentido afirmam: “a aprendizagem em grupo, embora possa ser produtiva e satisfatória, frequentemente não é claramente planeada e torna-se altamente ameaçadora para os participantes” (Light & Cox, 2001, p.116).

Diversos autores (Cohen, 1994; Felder & Brent, 2001; Haller, Gallagher, Weldon, & Felder, 2000; Johnson & Johnson, 1987; Sisovic & Bojovic, 2000; Slavin, 1991; Slavin, 1995) têm mostrado a importância de pequenos grupos de trabalho cooperativo no envolvimento e na aprendizagem dos estudantes. Algumas das muitas possibilidades de interações verbais e não-verbais no contexto do trabalho em grupo são citadas por Cohen (1994) quando escreve:

“Os alunos num grupo comunicam acerca das suas tarefas uns com os outros. Isto pode incluir **formular questões**<sup>9</sup>, explicar, fazer sugestões, criticar, ouvir, concordar, discordar, ou tomar decisões em comum. A interação pode ser também não verbal, tal como apontar, mostrar como, acenar com a cabeça, franzir as sobrancelhas ou sorrir” (p.3).

---

<sup>9</sup> Negrito acrescentado ao texto original

Cada vez mais os professores compreendem a importância do trabalho em grupo, não somente pelos seus benefícios intelectuais e funções académicas na universidade, mas pela possibilidade de desenvolver as capacidades dos estudantes nos âmbitos sociais, pessoais e práticos. Os estudantes necessitam conhecer o suficiente sobre eles mesmos e sobre o outro, para serem capazes de trabalhar de forma independente e ainda cooperativamente num grupo.

Na Figura 2.8, apresentamos alguns dos vários objectivos do trabalho em pequenos grupos tal como foi proposto por Light & Cox (2001).

<p style="text-align: center;"><b>Intelectual</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender cognitivo</li> <li>• Apreciar outras percepções, pontos de vista</li> <li>• Mudar concepções</li> <li>• Questionar</li> <li>• Desenvolver habilidades orais</li> <li>• Dar feedback ao professor</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Pessoal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prover oportunidade para praticar alto-expressão</li> <li>• Desenvolver consciência própria</li> <li>• Encorajar autonomia</li> <li>• Encorajar o compromisso</li> <li>• Diminuir a atitude defensiva</li> <li>• Melhorar a atitude para com o assunto</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Social</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encorajar a cooperação e consciência do outro</li> <li>• Desenvolver o sentido de identidade social</li> <li>• Desenvolver o sentido de "pertença" a uma comunidade</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Prático</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver habilidades de trabalho em grupo</li> <li>• Resolver problemas práticos</li> <li>• Empreender tarefas específicas:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar artefactos ou designer</li> <li>• Escrever relatórios</li> <li>• Recolher amostras</li> <li>• Descrever o ambiente</li> </ul> </li> </ul>

[Adaptado de Light & Cox (2001, p.117)]

**Figura 2.8** Alguns propósitos de um pequeno grupo de trabalho

O trabalho em grupo é uma estratégia que pode conduzir a aprendizagem activa, tornar menos formal a estrutura universitária, e conduzir os estudantes com poucas habilidades a continuarem a aprender e a reaprender mesmo quando deixarem a universidade.

Em sala de aula, os professores podem obter indicadores que revelam se os alunos estão acompanhando activamente ou não a apresentação do conteúdo. No entanto, num pequeno grupo os indicadores de envolvimento e de compreensão podem estar fora do alcance dos professores, principalmente se muitas das reuniões do grupo forem realizadas na ausência deste. Por exemplo, alguns professores podem estar atentos ao bem-estar emocional dos alunos nos pequenos grupos. Este indicador pode ser essencial para assegurar que os alunos tenham realmente entendido ou que continuarão a tentar realizar o projecto mesmo depois das reuniões e das aulas. Neste sentido, Light & Cox (2001) consideram que o professor através de um prudente questionamento pode

identificar a maioria das más compreensões e dificuldades dos alunos, e muitas destas dificuldades podem ser tratadas pelo professor de modo a que possam certificar-se da sua compreensão pelos alunos. Apesar da importância das perguntas dos professores no âmbito intelectual, pessoal, social e prático dos pequenos grupos de aprendizagem, é importante analisar o papel das perguntas dos estudantes nos diversos contextos e fases do desenvolvimento do grupo.

Um aspecto importante para o sucesso dos pequenos grupos de trabalho, consiste no papel desempenhado pela liderança, quer do professor, quer de um dos membros do grupo. É importante que os professores tenham consciência do “tipo” de liderança que estão exercendo na condução de pequenos grupos. Light & Cox (2001), por exemplo, advertem que é fundamental para os professores reconhecerem a necessidade de adaptação dos estilos de liderança às situações diversas.

Os mesmos autores (ibidem) citam um estudo clássico realizado por Lippert & White (1961), onde era solicitado aos professores para conduzirem grupos empregando três estilos diferentes de liderança: autocrático, democrático, laissez-faire (liberal, não-intervencionista). Foi solicitado que cada professor empregasse os três estilos, e assim sendo o foco não foi a personalidade do professor mas a sua liderança. Desta forma, os professores estariam capacitados em operar mais eficazmente nos três estilos.

O estilo de liderança que o professor pode empregar, está intimamente relacionado com o seu papel e comportamento. Light & Cox (2001) criaram um perfil de liderança que é a combinação de dois comportamentos dos professores: apoio e direcção. Na Figura 2.9, estes autores sugerem diferentes configurações para o estilo de liderança para um pequeno grupo de trabalho.



Figura 2.9 Estilos de liderança de um grupo (Light & Cox, 2001, p.120)

Naturalmente, nenhuns destes comportamentos são preteridos em relação aos outros. O uso de forma coerente de diversos estilos de liderança, consoante a fase em que os projectos se encontravam e as necessidades do grupo, parece-nos a mais adequada num quadro da liderança do professor. O estilo de liderança, portanto, deve ser diferente da liderança tradicional que controla as actividades de tal maneira que os estudantes não aprendem a sentir responsabilidade com o que acontece no grupo.

Outro nível de liderança num grupo de aprendizagem, é a dos próprios alunos sobre os colegas. Esta liderança pode ser ou não formal. Alguns autores têm aconselhado o uso de atribuições ou papéis definidos para cada estudante dentro de um grupo. Contudo, a experiência num grupo pode de facto ser extremamente importante para a realização da sua liberdade. O aluno necessita deixar a dependência, aprender a desempenhar uma variedade de papéis no grupo e começar a desenvolver um sentido de responsabilidade para o seu sucesso ou fracasso.

No processo de aprendizagem destes papéis, os alunos necessitam desenvolver um apurado e profundo entendimento para ter consciência de suas próprias deficiências, falta de habilidades e conceitos. Serem capazes de reconhecer as dificuldades que outros alunos experimentam e começar a ajudá-los a superar estas dificuldades.

Neste processo de aprendizagem, para tornar-se mais sensível aos diferentes pontos de vista, maneiras de pensar e trabalhar cooperativamente com os outros, é necessário usar um conjunto de habilidades no grupo, podendo assim desenvolver um sentido social de envolvimento e compromisso.

Neste sentido, Lazarowitz (1995) afirma: “Aprendizagem cooperativa, aprendizagem colaborativa, aprendizagem activa, e ensino recíproco, compartilham a visão que o comportamento observável da interacção das crianças é a mais poderosa ferramenta para o desenvolvimento cognitivo, social e afectivo” (p.97-98).

Muitos trabalhos têm discutido não somente a importância dos pequenos grupos de trabalho para a aprendizagem activa, mas apresentam técnicas para os tornarem mais eficientes no contexto de diversas ferramentas e estratégias para o ensino e a aprendizagem (Bentley & Watts, 1989; Harrison, 1992; Johnson, 1995a; Sutherland & Bonwell, 1996).

### **2.3.2.1 – Diferenças entre aprendizagem activa e cooperativa**

Na literatura dos últimos anos pode-se notar um aumento no uso dos conceitos de aprendizagem activa e aprendizagem cooperativa. Alguns autores usam-nas de maneira tão articulada que algumas vezes não se distinguem um do outro, ou são usados de forma concomitantes (Avila & Aguilar, 1999; Devi, 2001; Felder, 1996). A distinção entre estes dois conceitos pode ser útil para que se possa perceber que a aprendizagem activa não se circunscreve apenas à aprendizagem cooperativa.

Keyser (2000), procura compreender esta diferença, usando ambos as abordagens de forma eficiente. Para este autor, a aprendizagem cooperativa é uma abordagem para a aprendizagem activa, e acrescenta que, “a aprendizagem cooperativa é sempre aprendizagem activa, mas nem toda a aprendizagem activa é cooperativa” (p.36).

Como já discutimos, a aprendizagem activa é definida como algo que envolve os alunos na acção e em pensar (reflectir) sobre a acção. Muitas técnicas podem ser usadas para promover o envolvimento dos alunos, incluindo: a aprendizagem experimental, a aprendizagem cooperativa, resolução de problemas, etc. Ou seja, a aprendizagem cooperativa é um instrumento para a aprendizagem activa que dispõem os alunos em grupos geralmente com papéis definidos e tarefas para serem realizadas.

Na Tabela 2.5 apresentamos as características elaboradas por Keyser (2000) para comparar a aprendizagem activa e a aprendizagem cooperativa.



**Tabela 2.5** Aprendizagem Activa vs. Aprendizagem Cooperativa (Keyser, 2000, p.37)

<b><i>Aprendizagem Activa</i></b>	<b><i>Aprendizagem Cooperativa</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envolve os alunos num tópico, e são mais interessantes para os alunos do que as aulas.</li> <li>• Fácil de iniciar (para um professor acostumado a dar aulas).</li> <li>• Bom para modificar a aula.</li> <li>• Usualmente toma menos tempo.</li> <li>• Pode ser possível combinar vários exercícios no período de uma aula</li> <li>• Flexível – pode ser aplicado repetidamente para ensinar várias habilidades.</li> <li>• Os alunos estão mais aptos para aceitar exercícios individuais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envolve os alunos num tópico, e são mais interessantes para os alunos do que as aulas.</li> <li>• Requer um planeamento mais avançado.</li> <li>• Bom para “quebrar” o estilo de aula.</li> <li>• Frequentemente toma muito tempo da aula.</li> <li>• Pode ser realizado um ou dois exercícios no período de uma aula.</li> <li>• O exercício deve ser adaptado especificamente para a tarefa a desempenhar, mas são usualmente bem sucedidos.</li> <li>• O resultado da aprendizagem cooperativa merece o esforço.</li> </ul>

Segundo Watson (1995), a “aprendizagem cooperativa” é muitas vezes uma parte natural de um ambiente de aprendizagem activa, pois quando os alunos se tornam mais activos é inevitável que consigam mais informações dos colegas do que numa classe passiva.

### **2.3.3 - O uso de ferramentas electrónicas e digitais para promover a aprendizagem activa**

As ferramentas electrónicas e digitais, bem como todas as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) modificaram e vêm modificando as relações do indivíduo com a sociedade, a cultura, a informação e o conhecimento. Os computadores são exemplos actuais de como o fluxo de informação e interactividade estão cada vez mais velozes e sofisticados. Todos estes instrumentos têm grande relevância no cenário do ensino e da aprendizagem de nossos dias.

No passado, grandes esperanças se depositaram na promessa que os meios audiovisuais iriam revolucionar os métodos de ensino. No entanto, segundo Bonwell & Eison (1991) existem evidências em várias investigações que demonstram que a eficácia das instruções apoiadas em audiovisual sobre os resultados da aprendizagem têm sido um pouco evasivas. Quando estes meios são usados apenas como uma plataforma para comunicar conteúdos, tem-se demonstrado que esta não é significativamente melhor do que uma aula tradicional. Talvez porque, ver um vídeo de 50 minutos não envolva activamente os alunos mais do que envolveria uma aula com o mesmo período de tempo.

Estes autores, contudo, apresentam outras investigações onde os meios audiovisuais são usados para promover a aprendizagem activa, principalmente quando são usados em conjunto com actividades e discussões em sala de aula. Por exemplo, Bonwell & Eison apresentam o trabalho de Smith, Jones, & Waugh (1986), onde usam um vídeo interactivo para simular uma experiência num laboratório de Química. O desempenho dos estudantes que usaram um vídeo interactivo, foi significativamente mais alto do que aqueles que usaram o laboratório tradicional sobre o mesmo material.

Embora os meios audiovisuais possam ser ferramentas valiosas para desenvolver estratégias na promoção da aprendizagem activa, muitos professores resistem ao uso destas tecnologias em sala de aula. Apesar disso, actualmente algumas investigações têm sido realizadas para promover o uso dos meios “audiovisuais” e demais tecnologias no ensino de ciência, em especial com o suporte dos computadores (Cox, Belloni, Dancy, & Christian, 2003; Hmelo & Dayb, 1999; Huppert, Lomask, & Lazarowitz, 2002; Lim, 2001; Löhner, Joolingen, & Savelbergh, 2003; Rezaei & Katz, 2002; Russell, Lucas, & McRobbie, 2004; Soderberg & Price, 2003; Tao & Gunstone, 1999; Wilson, 2004; Wu, 2001, 2004).

### **2.3.3.1 - O uso dos computadores no ensino e na aprendizagem**

Um das áreas que mais tem crescido no contexto do ensino através da inovação e da tecnologia é o uso dos computadores, seja em sala de aula ou associado as práticas laboratoriais. O uso dos computadores tem crescido não somente pelas aplicações vantajosas para o ensino e para a aprendizagem, mas também devido ao equilíbrio cada vez mais favorável entre os custos dos hardwares e softwares e o aumento da capacidade dos alunos e professores em lidar com estes instrumentos.

Bonwell & Eison (1991), apontam estudos que mostram algumas das vantagens do ensino apoiado no computador: primeiro, os estudantes geralmente aprendem mais (199 estudos que mostram que os estudantes em média melhoram o seu desempenho de 50% para 61%); segundo, comparado ao ensino tradicional, os estudantes aprendem os conteúdos em dois terços do tempo; terceiro, os estudantes gostam mais das aulas quando apoiadas pelo computador; e finalmente, os estudantes desenvolvem uma atitude positiva para com os computadores. Esta atitude é um atributo importante numa

sociedade cada vez mais tecnológica, seja no trabalho ou na vida quotidiana (Pedro, 2005).

Apesar das vantagens que os investigadores apontam para o ensino e a aprendizagem, os computadores não devem ser vistos como a solução de todos os problemas que desafiam a sala de aula (Hewitt, 2005; Tobin, 2002). Neste sentido, Fiolhais & Trindade (2003) afirmam que “o potencial pedagógico dos computadores só poderá ser plenamente realizado se estiverem disponíveis programas educativos de qualidade e se existir uma boa articulação deles com os currículos e a prática.”

Estes autores (ibidem), consideram que a historia dos computadores na educação pode ser dividida em antes e depois dos computadores pessoais. O primeiro computador pessoal surgiu em 1979, e desde essa data o uso dos computadores na educação tem sido crescente. Estes autores mostram alguns marcos desta história:

- O ano de 1980: Seymour Papert, professor de Matemática no Massachusetts Institute of Technology, autor do livro “Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas”, criou a linguagem de computador Logo, com a qual crianças com mais de seis anos podiam programar e desenhar figuras matemáticas.
- O desenvolvimento da Internet nos anos 80.
- Em finais da década de 80 foi criada a World Wide Web, que nos anos 90 se popularizou.
- A década de 90 foi também marcada pelo aparecimento de processadores mais potentes e de capacidades gráficas maiores. Os computadores tornaram-se também cada vez mais baratos, o que permitiu a sua proliferação por escolas e lares.
- No início do presente século (2000) surge uma nova geração de computadores e de dispositivos de comunicação (como o Wireless Application Protocol ou WAP e o Universal Mobile Telecommunications System ou UMTS), que para além das suas qualidades gráficas, têm na velocidade de comunicação e portabilidade as suas principais vantagens. Isso inclui os computadores portáteis e os computadores de mão (Personal Digital Assistant, PDA)

O aparecimento destes meios tecnológicos e de outros dirigidos para as comunicações oferece novas perspectivas educacionais que importa discutir, desenvolver e avaliar. Fiolhais & Trindade (2003), apontam para cinco modos de utilização dos computadores

na educação: i) aquisição de dados por computador, ii) modelização e simulação iii) multimédia, iv) realidade virtual, e a v) Internet.

Os computadores podem ser utilizados tanto durante as aulas como fora delas. Durante as aulas, podem ser usados pelos professores para fazer demonstrações, simulações e jogos voltados para estimular o envolvimento activo dos alunos. No âmbito da educação em ciência, e em especial no ensino de Química, pode ser um instrumento motivador para mostrar modelos das estruturas moleculares e reacções cujos níveis de abstracção e detalhes seriam muito mais difíceis de apresentar noutra forma. Todos estes modos de utilização podem ser divididos em “dependentes de rede” (como a Internet), e os “independentes de rede” de comunicação. Embora actualmente exista a tendência de que todos os programas e suas actualizações sejam “dependentes” de alguma forma a uma rede de comunicação. Ou seja, não se supõem computadores off-line.

Hewitt (2005) considera que as tecnologias podem ser um suporte eficiente para: i) concretizar conceitos abstractos, ii) fornecer ferramentas para os alunos analisarem fenómenos naturais e processos científicos, e iii) apoiar a comunicação e a interacção entre as pessoas. Para este autor (ibidem), o computador e outras tecnologias podem ser usadas para concretizar conceitos abstractos como nas simulações no computador, no entanto, adverte que é importante que o professor esteja ciente e aberto a outras alternativas, e se tiver escolha, é preferível uma experiência da “vida real”.

Um dos problemas das tecnologias, é que se torna impossível fazer grandes generalizações tais como, “as simulações ajudam na aprendizagem dos alunos”. O valor das tecnologias depende principalmente dos objectivos do professor, das necessidades dos alunos e dos contextos do ensino e da aprendizagem (Hewitt, 2005, p.163).

Talvez o mais importante, e segundo este autor (ibidem) ainda sub utilizado, seja o uso das tecnologias no contexto da educação, envolvendo a análise de fenómenos naturais e processos científicos. Existe uma variedade de sensores disponíveis que permitem aos alunos medirem a variação da temperatura, a acidez dos líquidos, ou peso dos objectos, que devidamente ligados ao computador promovem uma melhor visualização e interacção com os dados. Todos estes instrumentos permitem o envolvimento dos alunos numa investigação mais autêntica, no sentido oposto das experiências laboratoriais que mais se aproximam de “receitas de cozinha” prontas a consumir. Usando estas

tecnologias de forma apropriadas, os alunos têm maior oportunidade de ver a ciência de forma mais “realista”.

Uma terceira utilidade das tecnologias diz respeito ao uso da Internet e de outras tecnologias da comunicação para facilitar a interacção dos alunos com os professores. Nas palavras de Hewitt (2005): “as tecnologias que apoiam a comunicação e a colaboração são potencialmente revolucionárias no sentido de abrirem portas para novas possibilidades educacionais” (p.167). Sobre as potencialidades da comunicação electrónica para o ensino e a aprendizagem discutiremos a seguir.

### **2.3.3.2 – Interacção através das TICs: e-Mail, Internet e Multimédia.**

Existem diversas áreas de estudo em educação que procuram tirar vantagens dos meios de comunicação baseados nas tecnologias da informação. Inclui-se nestas tecnologias a Internet, o e-mail, as comunidades on-line, as conferências electrónicas, etc.

Songer (1998), questiona como é que as tecnologias das telecomunicações, tal como a Internet, podem fornecer uma oportunidade para os alunos se tornarem mais “próximos da ciência”, do mesmo modo que estes meios têm proporcionado aos cientistas em todo o mundo. Este autor apresenta um projecto chamado “The Kids as Global Scientists” (KGS), com um total de 800 alunos e 100 adultos de 26 escolas e 7 países diferentes. Todos estes participantes estavam ligados pela Internet numa complexa estrutura curricular que chamou de “The Global Exchange Curricula”.

Segundo este autor (ibidem), a despeito do considerável desafio em implementar este complicado currículo, “Global Exchange Curricula” parece oferecer uma nova oportunidade para os alunos se tornarem mais “próximos” da ciência e das experiências originais da ciência. Para este autor o sucesso alcançado é devido: i) à transformação dos alunos de meros “consumidores” de informação para “repórteres” e participantes; ii) ao uso da comunicação como ferramenta para incentivar o envolvimento activo dos alunos nas discussões e explicações científicas; e iii) à construção de novos relacionamentos com os conteúdos da ciência.

Diversas abordagens, teorias, modelos têm sido usadas para uma utilização apropriada das vantagens que as tecnologias podem oferecer. Exemplos destas abordagens são a

TFC - Teoria da Flexibilidade Cognitiva<sup>10</sup> (Spiro, 1988; Spiro, 1991) e o WebQuest (Dodge, 1995; March, 2003). O WebQuest é um modelo de integração do uso da Web nas actividades da sala de aula, nas palavras do seu criador (Dodge, 1995) WebQuest é: “an inquiry-oriented activity in which some or all of the information that learners interact with comes from resources on the Internet”.

A TFC é uma teoria construtivista de ensino e aprendizagem, desenvolvida por Spiro e colaboradores no fim da década de 1980, e que usa a multimédia e a hypermedia como ferramenta. A TFC preocupa-se com a aquisição de níveis avançados e “pouco-estruturados” do conhecimento, propõe que se apresente a complexidade em pequenas unidades, sendo estas analisadas através de múltiplas perspectivas que vão facultar um melhor entendimento dos conteúdos em estudo. A análise destas múltiplas perspectivas pode ser melhor realizada através das tecnologias.

Gillette (1996) apresenta, no início do seu artigo, a pergunta escrita de um aluno que mostra a sua relutância em tê-la enviado por e-mail ao professor. Primeiro, porque achava que sua pergunta poderia ser “estúpida”, segundo por ter tido aulas com este professor neste mesmo dia, e terceiro por achar que deveria ter ido simplesmente aos livros para encontrar a resposta. Segundo este autor, muitos professores pelo menos suspeitam que muitas perguntas deste tipo ficam sem resposta durante as aulas. Neste caso, a mensagem electrónica (e-mail) forneceu ao aluno um rápido acesso ao professor, mesmo que este tenha estado na aula na mesma tarde. Os e-mail, permitem às pessoas enviarem mensagens e receberem respostas a estas mensagens através de computadores que estejam ligados em rede. Por exemplo, Marbach-Ad & Sokolove (2002) utilizou o e-mail como ferramenta para facilitar a interacção entre o professor e os estudantes universitários, comparando as mensagens de uma turma com ensino tradicional, com as mensagens enviadas por uma turma de “aprendizagem activa”. Concluíram que as mensagens dos estudantes da turma de aprendizagem activa eram mais pensadas e compreensíveis do que as dos estudantes da turma tradicional.

Tobin (2002) aponta para o potencial do uso do e-mail para transformar a maneira como os estudantes se envolvem nos cursos de educação em ciência. Tobin discute duas tendências desejáveis que emergiram do uso do e-mail. Primeiro, os estudantes fornecem respostas mais pensadas e extensivas a uma larga variedade de questões que

---

<sup>10</sup> CFT – Cognitive Flexibility Theory

são pertinentes para a educação em ciência. Segundo, a disponibilidade do e-mail como ferramenta para expressar um ponto de vista parece capacitar os estudantes que não se comunicam regularmente em sala de aula. No entanto, adverte que para obter o potencial total do e-mail, o seu uso deve ser estruturado. Por exemplo, este autor criou os papéis de “iniciador” e de “sintetizador”. Tipicamente, o “iniciador” tem a função de fazer uma contribuição escrita para iniciar uma discussão electrónica. O “sintetizador” deverá seguir a discussão e elaborar uma síntese de todas as leituras e respostas durante um período.

Estes meios de interacção electrónica, quer seja por e-mail, chat's, grupos de discussão, ou os softwares para “educação à distância” (por exemplo: WebCT, Blackboard, LMS, FirstClass, AulaNet, etc.) que fundamentam as suas aplicações no uso da Internet, fornecem ao professor a possibilidade de aumentar a sua influência sobre a aprendizagem activa dos alunos para além dos curtos períodos de aulas presenciais. Por exemplo, Sokolove, Marbach-Ad, & Fusco (2003) realizaram um estudo sobre a percepção que tinham grupos de estudantes com acesso à “salas de estudo pela Internet”, em comparação com grupos de estudo presenciais. O resultado deste estudo indicou que mais de 47% dos estudantes utilizaram as “salas de estudo on-line” para estudar para o exame final, juntamente com os outros membros dos seus grupos.

O uso das novas tecnologias para a educação é uma realidade cada vez mais investigada. Muitas destas investigações associam o uso das tecnologias disponíveis para promover a aprendizagem activa ou um ambiente de aprendizagem activa (Azemi, 1997; Byerley, 2001; Cashman & Eschenbach, 2003; Lee, 1999; Mclaughlan & Kirkpatrick, 2004; Rover, Santiago, & Tsai, 1999; Schank, 1994).

Desde o simples microfone sem fio para que os estudantes pudessem formular perguntas (Marbach-Ad & Sokolove, 2000a), até o uso de softwares para simulações e animações de interacções inter moleculares e outros processos químicos (Sanger & Greenbowe, 2000; Santos & Greca, 2005), as tecnologias desempenham uma função importante em muitas escolas e universidades. Por exemplo, Schank (1994) discute os princípios para a aprendizagem activa através da multimédia, em contrastaste ao que chama de “software educacional passivo”, como sendo aquele que requer somente que o aluno aperte o “botão” para o próximo texto, figura ou vídeo. Boroni, Goosey, Grinder, & Ross (2001) procura estimular a aprendizagem activa através do “Hypertextbook”. O “Hypertextbook”

é um recurso de ensino e de aprendizagem apoiado nos computadores e na Web que melhora ou toma o lugar do livro tradicional num curso.

Byerley (2001), também usou as técnicas de aprendizagem activa e a multimédia para estimular o interesse e aumentar a preparação dos estudantes do primeiro ano de engenharia, numa disciplina de termodinâmica. Não somente nas engenharias, mas em outras áreas e disciplinas do ensino superior, utilizam a aprendizagem activa em conexão com as TICs para modificar a estrutura do ensino e da aprendizagem tradicionais, como por exemplo nos cursos de ciência da computação (Cordes & Parrish, 2002; Timmerman, Lingard, & Barnes, 2001, 2003; Wolfe, Gossett, Hanlon, & Carver, 2003).

Azemi (1997), acredita que os courseware multimédia podem melhorar significativamente a aprendizagem dos estudantes, e Timmerman, Lingard, & Barnes (2001) observaram no estudo que fizeram, que os alunos das classes onde a aprendizagem activa (com o uso das TICs) foi praticada melhoraram na presença, demonstraram progressos na capacidade de comunicação, alcançando classificações altas nos testes, e geralmente mostraram-se mais interessados nos conteúdos do curso. Neste sentido estes autores advertem: “Active learning can be used successfully in all fields, but it is important to consider the nature of the student in order to design effective classroom exercises” (p.23).

Apesar de todos os sucessos que a literatura apresenta para o uso dos computadores e demais tecnologias na educação, Hewitt (2005, p.169) chama a atenção para o que chama de “tendência tecnocrista”. Discute que muito deste pensamento está fundamentado numa falsa hipótese de que a tecnologia tem um valor educacional intrínseco que pode ser medido. Para este autor (ibidem), os computadores e qualquer outra tecnologia podem ser usados de forma eficiente ou ineficiente. Estas tecnologias não são uma panaceia para os problemas da educação, nenhuma delas é a solução mágica para socorrer os professores.

Levando em consideração estas limitações, alguns autores procuram traçar diretrizes e princípios para o uso das tecnologias em educação. Por exemplo, DiSessa (2004) discute nove princípios para o ensino da Física fundamentado no uso de computadores, e conclui que “a melhor maneira de ensinar com computadores” é uma questão necessariamente relativa (a correntes sociais, técnicas, e a pressupostos científicos) que exige desenvolvimento.



### 2.3.4 - Transformando o formato das aulas com vista a uma aprendizagem activa

Todas as estratégias e instrumentos que discutimos até aqui podem de algum modo interferir e alterar o formato tradicional das aulas. As modificações no formato das aulas são utilizadas com relativo sucesso por muitos investigadores e professores e procuraram conjugar várias estratégias para a promoção da aprendizagem activa. O que discutiremos nesta secção relaciona-se com algumas técnicas que tem como objectivo ajudar os estudantes a envolverem-se e aprenderem activamente nas aulas de ciências. Apesar de as discutir uma a uma, por questões de organização e clareza, muitas destas técnicas estão na realidade integradas umas nas outras.

Como discutimos anteriormente, existem evidências que sugerem que as apresentações orais para turmas com grande número de estudantes passivos contribuem muito pouco para uma aprendizagem real. Apesar das limitações das aulas tradicionais, a realidade de muitas universidades é a de terem turmas numerosas para as disciplinas de Física, Matemática e Química no primeiro ano. No entanto, Moore et al. (1997) consideram que existe um pequeno mas crescente grupo de professores universitários que têm desenvolvido maneiras de envolver os estudantes no processo de reflexão, questionamento e de resolução de problemas apesar das salas com grande número de estudantes.

Embora possamos encontrar na literatura métodos que procuraram transformar a aula, e que são consistentes com o conhecimento dos especialistas sobre o modo como os estudantes aprendem, nem sempre estes métodos são bem vindos pelos estudantes. Moore et al. (1997) sugerem para várias formas de ajudar os estudantes a fazerem a transição de ouvintes passivos para participantes activos nas suas próprias aprendizagens:

- “Comece lentamente, os estudantes podem não ter muita experiência em aprender activamente.
- Introduza mudanças no começo do curso, e não no meio do percurso académico.
- Evite transmitir a impressão de que está a fazer uma “experiência” com eles.
- Não ceda a aula completamente a actividades extras.
- Antecipe a ansiedade dos estudantes, e esteja preparado para dar apoio e encorajamento na adaptação as suas expectativas.

- Discuta as suas abordagens com os colegas, especialmente se está a ensinar num curso bem estabelecido ou num currículo pré-profissional” (p.10-11).

Bonwell & Eison (1991) relatam investigações sobre dois “tipos” de aulas, as *aulas feedback* e as *aulas guiadas*. O formato básico das *aulas feedback* consiste em duas mini aulas de aproximadamente 20 minutos de duração, separadas por um sessão de estudo em pequenos grupos, onde os estudantes trabalham com os colegas respondendo a uma pergunta de discussão sobre os conteúdos das aulas dadas pelo professor.

Um dos objectivos das *aulas guiadas* é o de ajudar os estudantes a desenvolverem a capacidade de sintetizar as aulas com sucesso, enquanto tomam notas. Depois de ter sido dito qual o objectivo da aula, o professor solicita que durante um período de aproximadamente meia hora os estudantes não tomem notas, apenas escutem atenciosamente. No final deste período, recebem instruções para gastarem cinco minutos escrevendo tudo o que conseguirem lembrar. O próximo passo envolve a discussão dos estudantes em pequenos grupos para reconstruir conceptualmente a aula com apoio dos dados uns dos outros. Com esta “junção” os estudantes completam as suas notas de aula, usando as repostas do professor às perguntas que surgiram neste período de discussão. Embora nenhum dado de avaliação seja apresentado, os autores acreditam que as aulas *guiadas* podem melhorar as habilidades dos estudantes em ouvirem e sintetizarem informações.

#### **2.3.4.1– As pausas durante as aulas**

O ritmo das aulas é muitas vezes superior à capacidade dos alunos em acompanhá-las. A pressão em expor grande quantidade de conteúdos transforma os professores em “fornecedores” de informação que não têm tempo a “perder” com as dificuldades dos alunos. Duas ou três pausas durante as aulas podem aumentar o envolvimento dos alunos no que o professor pretende ensinar, aumentando assim a sua aprendizagem. Estas pausas podem ser utilizadas tanto para que os alunos possam consolidar as suas notas, quanto para formular perguntas.

Os trabalhos de diversos autores muito contribuíram para revelar a importância das “pausas” durante a aula e após as perguntas do professor (Rowe, 1969, 1974a, 1974b, 1974c; Shrum & Tech, 1985; Tobin, 1980, 1986). Segundo Bonwell (1996) dois factores

apoiam a eficácia do procedimento de pausas nas aulas. Primeiro, parar a aula cada treze ou dezoito minutos permite aos alunos fazerem algo e isto está relacionado com as respostas fisiológicas e psicológicas que os alunos mantêm para serem ouvintes eficientes por longo período de tempo. Segundo, é sensato que os alunos comparem as suas notas. Duas pessoas trabalhando juntas tomam melhor notas que apenas uma pessoa sozinha. Os alunos descobrem inevitavelmente que sempre aprendem alguma coisa com as notas uns dos outros.

Num artigo de revisão da literatura, Rowe (1986) faz uma revisão de muitos dos seus trabalhos e reafirma a importância do “tempo de espera”<sup>11</sup> para que os alunos possam ter tempo para elaborar respostas às perguntas dos professores ou para formular as suas próprias perguntas. Recentemente, Davenport (2003) afirma que se o “tempo de espera” é importante para um ambiente de aprendizagem e de raciocínio também será vital para a avaliação.

As pausas durante as aulas para promover a aprendizagem activa podem ser usadas de forma intercalada com diversas outras técnicas, tal como, a escrita, a discussão, e o questionamento, tal como aplicado no trabalho de McConnell (1996).

#### **2.3.4.2 – A escrita como ferramenta para promover a aprendizagem activa**

Nas nossas escolas é comum a utilização dos conteúdos escritos dos livros e outras fontes, no entanto, é menos usual a escrita como tarefa para promover a aprendizagem activa. Podemos mostrar o valor da leitura para promover a aprendizagem, por exemplo Harrison (1992) discute algumas técnicas de leitura para promover a aprendizagem activa, que chama de “leitura activa”<sup>12</sup>. No entanto, nesta secção discutiremos como a escrita pode ser utilizada para envolver o aluno na sua própria aprendizagem.

Bentley & Watts (1989) sugerem que a “escrita em ciências” pode ser uma poderosa ferramenta tanto para os professores como para os alunos. Pode, por exemplo, encorajar os alunos a reflectirem sobre as suas experiências no laboratório e na vida real. A escrita pode também auxiliar os professores a ajudarem os seus alunos a relatarem o que é novo e o que realmente sabem.

---

<sup>11</sup> Tradução da expressão em inglês: “wait time”

<sup>12</sup> “Active reading”

Segundo Bonwell & Eison (1991), um considerável número de investigações mostra que a escrita em sala de aula tem vários benefícios positivos para os alunos e professores. Manter um jornal, por exemplo, permite aos alunos explorarem os seus valores e expressarem os seus sentimentos, não só no desenvolvimento da habilidade da escrita como também na compreensão dos conteúdos.

Estes autores mostram estudos que indicam que a escrita em sala de aula é uma estratégia valiosa para promover a aprendizagem activa quando está ligada a um objectivo explícito do curso e outros métodos de instrução apropriados. Por exemplo, mais recentemente Hand, Prain, Lawrence, & Yore (1999) empregam um sistema prático que utiliza a escrita em ciências para promover a literacia científica. Sandoval & Millwood (2005) analisam as explicações escritas dos estudantes, e Rivard (2000) num estudo exploratório investiga o papel da “fala” e da “escrita” dos alunos na aprendizagem em ciências. Nist & Holschuh (2000) discutem algumas técnicas para tomar notas nas aulas e serem ouvintes activos.

De acordo com Prain & Hand (1999), a implementação da “escrita para a aprendizagem”<sup>13</sup> como estratégia requer mudanças na maneira como os alunos se envolvem com os assuntos. Outros autores, têm efectuado estudos utilizando a escrita dos alunos como estratégias de ensino, como por exemplo, no ensino de física, ciências da computação e em vários níveis escolares (Bentley & Watts, 1989; Hein, 1999; Klein, 2000; Pesante, 1991).

Harrison (1992, p.43) chama de “escrita activa”<sup>14</sup> ao conjunto de actividade com base na escrita que procuram promover a aprendizagem activa. Discute que o acto de escrever pode ser passivo quando envolve somente o trabalho de copiar o que o professor escreve no quadro ou de um livro texto. O acto de escrever em si não envolve necessariamente o pensamento activo dos alunos, mas a “escrita activa” pode permitir que os alunos expressem as suas ideias sobre os fenómenos e as experiências.

Segundo este autor (ibidem), a “escrita activa” ensina aos alunos: a terem mais responsabilidade no que escrevem; a terem clareza ao expressarem as suas próprias ideias; comunicarem as suas descobertas aos outros e expressarem os sentimentos

---

<sup>13</sup> Tradução do termo em inglês: “writing-for-learning”.

<sup>14</sup> Active Writing.

personais e reacções para com as teorias e questões científicas. Para Harrison, a “escrita activa” e criativa pode ser de vários tipos: diários, relatórios de pesquisas, notícias de jornais, entrevistas de TV e rádio, reportagens de consumidores, poesia (Watts, 2001), jogos, cartas, e prosas. Actualmente outras tecnologias são utilizadas para promover a “escrita activa”, tal como, a Internet e o e-Mail. Por exemplo, Mehlenbacher, Miller, Covington, & Larsen (2000) comparam o uso da escrita num curso convencional com o seu uso num curso baseado na Internet. Sobre a relação da escrita e a aprendizagem activa, estes autores consideraram:

“O ensino através da escrita, de facto, tem estado na vanguarda da nova abordagem da aprendizagem activa para o ensino universitário, porque produz uma aula centrada nos estudantes, onde o professor serve como um orientador e os estudantes estão activamente envolvidos uns com os outros e nos seus próprios esforços para se expressarem” (p.168).

Hobson (1996), explora a utilidade da escrita como uma ferramenta para a aprendizagem activa nas últimas etapas do processo de aprendizagem. Discute, também, como a escrita ajuda os alunos a desenvolverem a difícil mas necessária habilidade de fazer avaliações apuradas e auto avaliações no sentido mais meta cognitivo:

“Metacognition – thinking about our thoughts and actions – is the essence of active and independent learning. If this definition of active learning holds as well as I believe it does, then writing is about as holistic an active-learning endeavor as one can experience” (p.45).

#### **2.3.4.3 – Demonstrações**

As demonstrações podem ser muito eficientes para ilustrar conceitos nas aulas, mas segundo Moore et al. (1997) esta estratégia pode resultar em aprendizagem passiva se não for dada a devida atenção e cuidado em envolver os alunos.

As demonstrações durante as aulas e em especial nas aulas de ciências, podem ser usadas para estimular a curiosidade dos alunos e para promover o entendimento conceptual dos conteúdos e processos, particularmente, quando a demonstração convida os alunos a participarem num processo de investigação através de perguntas, tais como: o que acontecerá se ...? As demonstrações podem servir, também, como veículo para

que o professor possa partilhar com os alunos a natureza do conhecimento, tendo como objectivo motivá-los a envolverem-se com a experiência.

As demonstrações podem ser um sucesso se provocar o raciocínio dos alunos, especialmente se contiver uma surpresa, uma hipótese desafie a imaginação, ou uma ilustração de um mecanismo ou conceito abstracto. Bonwell & Eison (1991), apresentam uma investigação que mostra claramente que os alunos que se envolvem activamente em experiências laboratoriais para ilustrar um princípio específico da física têm menos dificuldades em aprender este princípio, do que aqueles que apenas observaram uma demonstração similar apresentada numa aula sobre o mesmo princípio.

O'Brien (1991) considera que a demonstração, como qualquer outra estratégia de ensino, dever ter cuidadoso planeamento. O planeamento aumenta a probabilidade e o potencial grau de sucesso, por isso sugere nove perguntas que deveriam ser consideradas antes da demonstração:

- “Qual o conceito que se deseja demonstrar ou ilustrar?”
- Em que momento da aula a demonstração será mais efectiva?
- Qual o conhecimento prévio que deverá ser revisto antes da demonstração?
- Dado o material disponível e o público-alvo, qual será o plano mais efectivo?
- Qual das muitas demonstrações sobre um determinado tópico irá gerar uma melhoria na aprendizagem dos alunos?
- Quais os passos nos procedimentos da demonstração deverão ser cumpridos ao longo do tempo?
- Quais são as perguntas apropriadas, antes, durante e depois da demonstração, para motivar e direccionar a observação e o raciocínio dos alunos?
- Que perguntas podem ser usadas a seguir para testar e reforçar a compreensão dos alunos sobre os novos conceitos?” (p.934-935)

Com o objectivo de determinar as causas do fracasso na aprendizagem dos alunos face às demonstrações dos professores, Roth, McRobbie, Lucas, & Boutonné (1997) realizaram um estudo com alunos australianos dos 10 aos 12 anos usando uma conhecida demonstração de Física. Estes autores encontraram seis dimensões que podem ter impedido a aprendizagem dos alunos no que o professor tinha por intenção ensinar com a demonstração. Estas dimensões foram: i) falta de fundamentação teórica dos alunos para separar os “sinais” – o fenómeno, dos “ruídos” paralelos à

demonstração, ii) interferência dos discursos aprendidos em outros contextos do curso de Física, iii) interferência de outras demonstrações e imagens que tenham alguma semelhança, iv) dificuldade dos alunos em juntar coerentemente as estruturas representativas com a informação dada, v) baixa ênfase nos testes dos conhecimentos relacionados nas demonstrações, e iv) falta de oportunidade dos alunos testarem as suas descrições e explicações.

Baseados nestas dimensões, estes autores (ibidem) fizeram um conjunto de recomendações para facilitar as mudanças de perspectivas associadas às demonstrações dos professores. Estas recomendações foram: i) envolver os alunos para que falem sobre o fenómeno representado, ii) envolver os alunos em discussões sobre a investigação científica, na construção de variáveis que edifiquem uma estrutura teórica coerente, e na construção de variáveis que permitam uma descrição de sistemas a despeito de alguma mudança, iii) envolver os alunos em discussões sobre a função fundamental do jogo de linguagem e fenómenos, determinadas linguagens, e conhecimentos que ajudam a separar o sinal do ruído, iv) envolver os alunos na formulação de evidências e teorias, implantando um fórum em que estas coisas sejam debatidas, e decidir sobre futuras evidências que seja necessário construir (Roth et al., 1997, p.529).

Buncick, Betts, & Horgan (2001) utilizaram as demonstrações para promover a aprendizagem activa numa disciplina de introdução à Física. Apresentam uma série de demonstrações padrão como exemplos de actividades que podem ser usadas para introduzir múltiplos conceitos e ligar diferentes secções da Física. Para estes autores, as demonstrações podem servir como contextos através dos quais os conceitos podem ser discutidos, por isso as demonstrações que utilizaram eram suficientemente simples para que um aluno voluntário as pudesse realizar. Era solicitado aos alunos que fizessem previsões sobre os resultados e participassem nas discussões sobre as demonstrações apresentadas. E concluem dizendo: “This interactive approach helps to promote active engagement” (p.1239).

#### **2.3.4.4 – Avaliação Activa**

Runté (2004) relata a experiência de um colega que estava no meio da sua carreira como professor universitário. Insatisfeito com seu ensino tradicional resolve promover uma

abordagem mais activa do ensino e da aprendizagem. Inicialmente a experiência foi um sucesso porque os estudantes se envolveram activamente com o material do curso, dominando os conceitos chave num nível profundo, indo além da memorização dos casos de estudo. Dois meses depois a experiência tinha-se transformado num completo fracasso. Os estudantes demonstraram baixo interesse nos casos lidos e as discussões tinham-se transformado em longos e atormentados silêncios. Este autor (ibidem) perguntou-lhe se não tinha tomado um padrão muito elevado na avaliação dos estudantes. Ele assegurou que não era esse o caso, e que tinha usado exactamente os mesmos testes dos anos anteriores. Tipicamente, estes testes eram de escolha múltipla, e desafiavam apenas à memorização dos conteúdos.

Infelizmente este é um erro muito comum para quem tenta transformar as suas aulas. As técnicas de aprendizagem activa podem envolver e motivar os estudantes, mas se os testes recompensam apenas a memorização, então os estudantes percebem esta “regra” e a verdadeira aprendizagem é sabotada. Segundo Runté (2004), necessitamos de modificar a nossa abordagem de avaliação se desejarmos verdadeiramente mover-nos para uma aprendizagem mais activa. “Active learning cannot occur without ‘active evaluation’” (p.2).

A “avaliação activa” necessita de mudanças na nossa abordagem da avaliação. Primeiro, a avaliação não pode ser vista como algo separado do ensino, e depois necessitamos enfatizar a avaliação como um meio de promover a aprendizagem. Segundo este autor (ibidem), “avaliação activa” significa ajudar os estudantes a tornarem-se estudantes activos. Se desejamos desenvolver a aprendizagem activa devemos então aplicar formas de avaliar e recompensar o envolvimento activo. A aprendizagem activa é centrada nos estudantes e incentiva a responsabilidade pelas suas próprias aprendizagens. Do mesmo modo, igualmente uma “avaliação activa” deve criar as condições necessárias para que os estudantes possam responsabilizar-se e acompanhar os seus desempenhos.

Todos os professores conhecem a atitude da maioria dos alunos em estudarem somente próximo dos exames. Mesmo assim, continuam a existir sistemas de avaliação que deixam para o final do semestre, ou mesmo para o final do ano lectivo, a aplicação de um único exame. Alguns investigadores discutem algumas técnicas de avaliação como ferramentas para promover a aprendizagem activa (Harrison, 1992; McConnell, Steer, & Owens, 2003).



Pequenos *testes e exames* durante o semestre podem aumentar a aprendizagem activa dos estudantes. Segundo Bonwell & Eison (1991) pequenos testes e exames são qualificados como métodos de aprendizagem activa, e a sua inclusão é uma maneira de modificar as aulas tradicionais aumentando a aprendizagem.

Estes autores apontam para investigações que discutem a “curva do esquecimento” dos alunos em relação aos conteúdos das aulas. Mostram que os alunos relembram 62% das informações apresentadas imediatamente após as aulas, mas estas lembranças caem para aproximadamente 45% após 3 a 4 dias, e caem novamente para apenas 24% depois de oito semanas. Estes resultados sugerem que pequenos testes e longos exames podem ter uma poderosa influência, ou mesmo determinante, sobre o que os alunos estudam, como aprendem e relembram os conceitos mais importantes. Nas palavras de Bonwell & Eison (1991): “no contexto das estratégias para promover aprendizagem activa usadas em sala de aula, os testes fornecem uma forma especialmente óbvia de envolver os alunos em alguma acção e estimula-os a pensarem sobre o que estão fazendo” (p.12).

### **2.3.5 – Outras estratégias para promover a aprendizagem activa**

Como discutimos anteriormente, existem muitas ferramentas e técnicas para promover a aprendizagem activa. Até aqui discutimos algumas, mas poderíamos ter discutido muitas mais. Por exemplo, não tratamos com detalhe as técnicas em torno dos debates e discussões, do teatro, das visitas de campo. No entanto, não significa que sejam menos importantes ou ineficazes para este objectivo.

Muitas destas estratégias têm as suas bases fundamentais no incentivo à interacção entre professores e alunos. Nas palavras de Mehlenbacher et al. (2000): “a interacção entre o professor e os estudantes, entre os estudantes entre si e entre o material do curso é uma parte crítica da aprendizagem activa” (p.167).

Nesta investigação, o incentivo às perguntas dos estudantes do primeiro ano universitário no contexto da disciplina de Química é uma estratégia transversal a todas as outras técnicas e ferramentas para a promoção da aprendizagem activa.

O incentivo às perguntas dos estudantes é considerado por Bonwell & Eison (1991) como uma estratégia de aprendizagem activa, porque concede aos estudantes a oportunidade de interagir e obter feedback sobre as suas construções metacognitivas. Estes autores sugerem que um período de aula por semana deveria ser dedicado para responder a perguntas abertas formuladas pelos estudantes sobre algum aspecto do curso. Em relação à falta de controlo que este tipo de estratégia pode provocar, estes autores sugerem:

“Para contrariar esta desvantagem, os professores poderão tentar outras abordagens mais estruturadas. Por exemplo, os alunos poderão enviar **perguntas escritas**<sup>15</sup> antes da aula seguinte, uma técnica adequada para rever material da aula e outras leituras” (p.14).

Apesar das perguntas dos alunos serem mencionadas por alguns autores como uma das ferramentas para promover a aprendizagem activa, não existe nenhum estudo sistemático que mostre o papel destas perguntas no contexto de várias estratégias e instrumentos para incentivar a aprendizagem activa. Considerando a natureza da nossa investigação, dedicaremos a próxima secção deste capítulo a uma visão mais aprofundada do uso das perguntas no ensino e na aprendizagem.

---

<sup>15</sup> Grifo acrescentado ao texto original

## 2.4 - Perguntas na Aprendizagem Activa

O acto de formular perguntas pode estimular o raciocínio, a capacidade de resolver problemas e de reflectir. Por isso, o estímulo ao questionamento é uma estratégia eficiente para promover o ensino e a aprendizagem mais activas. A seguir, faremos uma revisão bibliográfica das últimas décadas de investigações em “perguntas” e “questões” no contexto do ensino e da aprendizagem.

### 2.4.1 – O que é uma pergunta?

Antes de discutirmos sobre o que é uma pergunta, deveríamos clarificar o que entendemos por “questão” e por “pergunta”. O grande jornalista português Fernando Pessa<sup>16</sup> dizia que se lhe fizessem uma “pergunta” ele lhe daria imediatamente uma resposta, mas se lhe formulassem uma “questão” ele não responderia apressadamente já que uma questão exige reflexão. Realmente, em quase todos os dicionários da língua portuguesa podemos perceber a diferença entre estas duas palavras. A palavra “questão” é sempre usada para designar discussão, exame, tese, assunto ou tema que necessita de melhor ponderação, reflexão. Enquanto que as perguntas estão associadas somente ao “acto de interrogar”, palavra ou frase com que se interroga, inquirição. Estes tipos de definições levam-nos a considerar que a palavra “questão” está associada à palavra “pergunta” (forma interrogativa, e não só), mas que necessita de maior reflexão na formulação e na resposta. Ou seja, poderemos ter perguntas que são questões e perguntas que não o são.

Quando falarmos em pergunta estamos a referir-nos ao “acto de interrogar” ou acto de produzir na outra pessoa a obrigação de expressar-se a propósito do tópico levantado ou enunciado. Rodrigues (1998), procura distinguir os termos “interrogação” e “pergunta” frequentemente confundidos, porque “talvez se possa atribuir ao facto de à estrutura interrogativa caber, naturalmente, a função de veicular perguntas” (p.12). Para esta autora, o termo “interrogação” refere-se somente ao aspecto forma de um enunciado, enquanto o conceito “pergunta” é uma entidade ilocutória (âmbito pragmático).

Segundo Graesser & Person (1994) uma pergunta não pode ser definida somente pela sua sintaxe e/ou semântica (neste caso falam em “expressões interrogativas”).

---

<sup>16</sup> Simões, L. F. O Público. 28 de Maio 2002 pág. 5

Obviamente, nem todas as perguntas escritas são expressas na sua forma convencional em português com sinal de interrogação no final. Mesmo uma pergunta directa pode ser expressa de diferentes maneiras, que estes autores designam como: (i) modo Interrogativo; *O que é uma orbital?* (ii) modo Imperativo; *Diga-me o que é uma orbital* e (iii) modo Declarativo; *Necessito saber o que é uma orbital?*.

Os linguistas reconhecem que existem proposições afirmativas, proposições imperativas e proposições interrogativas que se distinguem pelas especificações de sintaxe e de gramática. Segundo Kerbrant-Orecchioni (1991), estes três tipos principais de frases correspondem às três principais funções pragmáticas do discurso, que todas as línguas oferecem aos seus utilizadores. Kerbrant-Orecchioni (1991) citando Diller, comenta estas três proposições relacionadas às três grandes categorias dos “actos primitivos”: os que descrevem o mundo, os que buscam mudar o mundo e os que se interrogam sobre o mundo.

Para os linguistas, uma pergunta é um acto ilocucionário que procura do destinatário uma informação. Por outras palavras, uma pergunta é um acto ilocucionário que tem como ponto ilocucionário directivo tentar obter uma informação. Ou ainda, uma pergunta é um tipo de expressão que tem uma forma (rotulada de interrogativa) tipicamente para expressar um acto ilocucionário.

Olhando para a teoria do acto de fala de Austin (Searle, 1978), podemos entender o que é um acto ilocucionário. O acto da fala é composto por três actos simultâneos:

- i) um acto locucionário,
- ii) um acto ilocucionário e
- iii) um acto perlocucionário

Um *acto locucionário* produz tanto os sons pertencentes a um vocabulário quanto a articulação entre a sintaxe e a semântica, lugar em que se dá a significação no sentido tradicional; um *acto ilocucionário*, é o acto de realização de uma acção através de um enunciado, por exemplo, o acto de promessa e o acto de perguntar. Por último, um *acto perlocucionário*, é o acto que produz efeito sobre o interlocutor. Nas palavras de Sousa, Silva, & Pinheiro (2000), estes três actos são: *i)* emitimos sons, *ii)* alteramos a relação com o outro (intencionalidade), *iii)* produzimos efeitos no outro.

“Através destes três actos, Austin faz a distinção entre sentido e força, já que o ato locucionário é a produção de sentido que se opõe à força do ato ilocucionário; estes dois se distinguem do ato perlocucionário, que é a produção de um efeito sobre o interlocutor” (Ottoni, 1998, p.128).

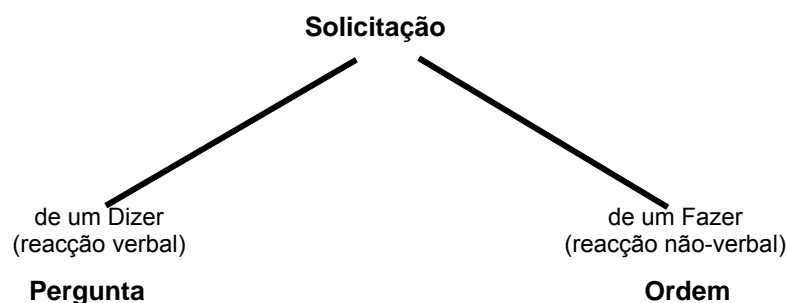
Para Kerbrant-Orecchioni (1991) as perguntas seriam um dos três “archi-actos” – actos básicos, originais e verdadeiramente universais, sendo que todos os outros actos de linguagem não seriam outras coisas senão formas específicas ou derivadas destes actos básicos.<sup>17</sup>

Estes três actos básicos mantêm uma relação complexa, contudo as perguntas constituem uma posição central no meio deste trio pois constituem de uma certa forma uma ligação intermediária entre *ordem* e a *afirmação (declaração)*.

Para Searle a *ordem* e a *pergunta* são membros de uma mesma família, a família dos directivos:

“As perguntas são uma sub-categorias de directivos, pois elas são tentativas da parte do Locutor de fazer responder o Ouvinte, quer dizer, de fazer cumprir um acto de linguagem” (Searle, citado por Kerbrant-Orecchioni (1991, p.6).

Segundo Searle e outros teóricos do acto da linguagem, a *ordem* e a *pergunta* são igualmente seguidos de uma solicitação inicial, que não se opõem à natureza do objecto da solicitação, pois sobre a natureza, verbal ou não-verbal, da solicitação existe sempre um componente resposta (ver Figura 2.10).



**Figura 2.10** Natureza linguística da pergunta

<sup>17</sup> Existe uma discussão, ainda sem solução, sobre se as “estruturas exclamativas” representam um acto de linguagem à parte destas três estruturas básicas ou se é uma espécie de “superestrutura” vindo simplesmente a transferir uma ou outras estruturas de base. Em todo caso, alguns estudiosos reconhecem que as frases exclamativas estão morfológica e funcionalmente muito próximas das frases interrogativas.

O componente verbal de uma solicitação é uma pergunta e o componente não-verbal é uma ordem. Neste caso, uma reacção possível para uma pergunta é um “dizer” e para uma ordem é um “fazer” (Kerbrant-Orecchioni, 1991, p.7).

Não é surpreendente que a pergunta se possa realizar por uma estrutura imperativa como “dizer” ou talvez de uma das variantes (“diz-me onde vais”, “queres tu me dizer onde vais” “eu te peço/ordeno que me digas onde vais”, etc.). Toda a solicitação é portadora sobre esse “fazer” em particular um “dizer” que volta naturalmente numa pergunta.

A diferença entre uma pergunta e uma ordem não é muito bem definida, a relação é ambígua entre o “fazer” e um “dizer”. Os teóricos apontam que um “dizer” é “fazer”, neste sentido toda pergunta é um caso particular de uma ordem (“diz-me se chove” pode funcionar exactamente como “feche a porta”). Uma outra relação possível entre a ordem e a pergunta, é a ordem tomar voluntariamente a aparência da segunda (pedidos indirecto do tipo: “tu podes/queres fechar a porta?”).

Se esta atitude é actualmente a mais comum entre as teorias do acto de linguagem, outros autores colocam ao contrário, a atenção nas afinidades existente entre as perguntas e as afirmações, que repousa antes de tudo numa evidente proximidade formal, sobretudo se manifesta na forma oral. A ordem das palavras é geralmente quase a mesma na forma oral nos dois casos (“Tu vens?” Vais quando? etc.). Por isso, a pergunta é muitas vezes vista como um caso particular da afirmação.

Segundo Searle (1978), a força ilocucionária dos actos interrogativos está no facto de que uma pergunta é na realidade uma forma especial de petição. Para este autor, pedir uma informação é considerada uma *pergunta real*, e pedir que o ouvinte exponha os seus conhecimentos é chamado de *pergunta de exame*.

Na busca de identificar a existência de actos ilocucionarios básicos, Searle (1978, p.74-75) apresenta um quadro comparativo entre as ilocuições de *pedir*, *afirmar*, *perguntar*, *aconselhar*, *avisar*, *agradecer*, *saudar* e *felicitar*. Neste quadro mostra, por exemplo, que *pedir* implica um acto futuro entre dois sujeitos, diferente de *agradecer*, que implica um acto passado. O acto de *perguntar*, ao contrário deste últimos, não implica um acto

temporal definido. Comentando sobre o trabalho de Searle, Sousa, Silva, & Pinheiro (2000) acrescentam:

“Ao **perguntarmos**, por outra parte, estamos demonstrando vários atos: a) que não é óbvio que meu interlocutor possa proporcionar uma informação sem que se lhe peça; b) que é óbvio que desejo tal informação; c) que se lhe faço uma pergunta real é porque desejo saber uma resposta; d) se lhe dirijo uma pergunta de exame, desejo saber se ele apenas sabe, o que é diferente de querer saber a informação completa, digamos” (p.40).

Toda a pergunta solicita uma reacção de resposta, por isso perguntar pode causar constrangimentos uma vez que obriga ao ouvinte a expressar uma resposta. Existe uma relação de “poder” entre quem pergunta e quem responde e vice-versa. Uma pergunta obriga a uma relação/interacção directa ou indirecta entre o locutor que formula a pergunta e o receptor. Por isso, as perguntas podem ser usadas como “mecanismos de controlo” numa sala de aula. Não é de admirar que para que haja perguntas autênticas em sala de aula seja necessário um ambiente de confiança tanto para o professor quanto para os alunos.

Numa visão Foucaultiana, Geraldi (2000) escreve sobre os “mecanismos de controlo” das interacções verbais num contexto social. Estes mecanismos de controlo são: os externos, os internos e os mecanismos de controlo dos sujeitos.

“Esta rede de controle, parece-me, está presente nas diferentes respostas que dão os inter-locutores às questões que sustentam as formações imaginárias presentes no jogo do discurso” (Geraldi, 2000, p.67).

Estas “questões” presentes no “jogo” do discurso são apresentadas por Geraldi. No Quadro 2.1 mostramos uma adaptação ao quadro discutido por este autor.

**Quadro 2.1** As perguntas no contexto da rede de controlo do “jogo” do discurso

(Adaptado de Geraldi, 2000)

	<i>Expressão designando as formações imaginárias</i>	<i>Significação da expressão</i>	<i>Questão implícita cuja ‘resposta’ sustenta a formação imaginária correspondente</i>	<i>Especificando para o acto interrogativo</i>
<b>A</b>	<b>I<sub>A</sub>(A)</b>	Imagem do lugar de A pelo sujeito situado em A	‘Quem sou eu para lhe falar assim?’	Quem sou eu para lhe perguntar assim?
	<b>I<sub>A</sub>(B)</b>	Imagem do lugar de B pelo sujeito situado em A	‘Quem é ele para eu lhe falar assim?’	Quem é ele para eu lhe perguntar assim?
<b>B</b>	<b>I<sub>B</sub>(B)</b>	Imagem do lugar de B pelo sujeito situado em B	‘Quem sou eu para que ele me fale assim?’	Quem sou eu para que ele me pergunte assim?
	<b>I<sub>B</sub>(A)</b>	Imagem do lugar de A pelo sujeito situado em B	‘Quem é ele para que ele me fale assim?’	Quem é ele para que ele me pergunte assim?’

Na última coluna do Quadro 2.1, acrescentamos uma adaptação que particulariza para o acto de perguntar as relações da rede de controlo. Neste quadro é fácil distinguir entre as “questões” implícitas do professor e as dos alunos no exercício do acto interrogativo.

Na formação do imaginário dos alunos podem estar implícitas várias “questões” que podem interferir desde a sua formulação até a apresentação de uma pergunta ao professor ou aos colegas:

- Quem sou eu para lhe perguntar assim?
  - A imagem de aluno que está num sistema para aprender, pode ter aspectos positivos e negativos, mediante as experiências vividas por este sujeito ao longo do seu percurso escolar. Muitas perguntas podem não ser expressas simplesmente por ser esta imagem tão negativa que trava a toda tentativa de formulação e de expressão.
- Quem é ele (professor) para eu lhe perguntar assim?
  - Cedo os alunos descobrem, mesmo que implicitamente, quais os professores a que podem ou não perguntar, mesmo que aparentemente estes se digam disponíveis a “tirar dúvidas”. Muitos alunos preferem perguntar individualmente aos colegas.
- Sobre o que é que lhe pergunto?
  - O conteúdo das perguntas dos alunos pode ser um desafio à elaboração e à expressão da pergunta. As dificuldades cognitivas e a adequação do conteúdo da pergunta ao receptor, pode ser um desafio somente superado com a ajuda do professor.



- O que pensam os colegas se lhe perguntar assim?
  - Quando os alunos elaboram uma pergunta, a interferência dos “sujeitos iguais” (colegas) podem ter uma importância de maior peso do que a reacção/resposta do professor.
- O que é que eu pretendo perguntando-lhe assim?
  - Nem toda as perguntas dos alunos têm como pretensão primária obter respostas. As perguntas genuínas podem expressar o desejo de resolver um conflito cognitivo, ou simplesmente obter uma informação de forma prática daquele que é o “detentor” do conhecimento.

Por outro lado, muitas “questões” podem ser atribuídas neste “jogo” do discurso ao professor, no contexto da interacção pergunta-resposta:

- Quem sou eu para que ele me pergunte assim?
  - O professor sente a pressão da obrigação de ser a fonte do conhecimento e resposta a todas as perguntas dos alunos. Por esta razão, muitos professores elaboram ferramentas de controlo sofisticadas para que as perguntas dos alunos não sejam expressas.
- Quem é ele (aluno) para que ele me pergunte assim?
  - A relação entre o professor e os alunos é feita de forma assimétrica, causando no professor reacções diferentes de acordo com os diferentes alunos que lhe pergunta.
- Sobre o que é que ele (aluno) me pergunta?
  - O professor espera que o conteúdo das perguntas seja sobre o seu domínio de conhecimento, e que expresse, se o que ele está transmitindo está sendo bem compreendido pelo aluno.
- O que é que ele (aluno) pretende de mim perguntando desta forma?
  - Geralmente os professores sabem quando uma pergunta é feita para o testar ou se é uma pergunta genuína.
- O que é que o aluno pretende de si próprio perguntando assim?
  - Muitas perguntas dos alunos pretendem mostrar ao professor que ele aprendeu o que lhe foi ensinado.

A dificuldade de definir o que é uma pergunta no contexto de sala de aula, é discutida por Brown & Edmondson (1985) ao afirmarem que a adopção de uma definição operacional influencia a recolha de dados e os resultados obtidos num estudo sobre questionamento, e acrescentam: “we raise these issues here to remind readers that deciding that counts as a question in the classroom may be less easy than first appears” (p.99).

### 2.4.2 – As perguntas no contexto do ensino e da aprendizagem

Postman & Weingartner (1981) afirmam que a arte e ciência de formular perguntas é a fonte de todo conhecimento e que qualquer currículo deveria estar centrado em torno das perguntas. O questionamento, a arte ou a ciência de formular perguntas é um tópico que interessa vários campos de estudo. O seu desenvolvimento permanece ainda hoje transversal a várias áreas de investigação. De acordo com Dillon (1981a), o desenvolvimento num campo pode direccionar, complementar ou contradizer outros campos de investigação.

Com a intenção de proporcionar uma bibliografia introdutória para as várias áreas do questionamento, este autor (ibidem) organiza uma lista bibliográfica para doze áreas diferentes. Todas estas áreas foram agrupadas em três campos: i) análise linguística, ii) educação, iii) outros campos práticos, cada campo com aproximadamente 60 referências bibliográficas. Nas palavras deste autor, o questionamento é multidisciplinar (Dillon, 1982b, 1988a). Para uma visão mais alargada das várias áreas onde se pode desenvolver investigações sobre questionamento, reproduzimos a seguir a estrutura criada por este autor para organizar a bibliografia que apresenta.

- I. Análise Linguística das Perguntas
  1. Lógica/Filosofia
  2. Sintaxe/Semântica
  3. Social/Psicolinguista
  
- II. Perguntas em Educação
  - a. Perguntas do Professor
    1. Revisões
    2. Manuais
  - b. Perguntas dos Alunos e das Crianças
    1. Perguntas dos Alunos
    2. Perguntas das Crianças
  - c. Perguntas dos Textos
  
- III. Perguntas no Campo da Prática
  1. Psicoterapia e Aconselhamento
  2. Opiniões Eleitorais (sondagem)
  3. Questionamento no Tribunal e na Polícia
  4. Entrevistas pessoais
  5. Questionamento Académico e Científico

Passados todos estes anos sobre esta catalogação, o estudo sobre o questionamento tem-se expandido para muitas outras áreas e campos do conhecimento. Actualmente,

existem novas áreas onde a investigação sobre as perguntas desempenham um papel fundamental. Por exemplo, nas áreas da inteligência artificial e da educação apoiada pelos meios informáticos. Dillon (1981a) comenta que é pouco frequente encontrar trabalhos de revisão da literatura que usam referências cruzadas de várias áreas que estudam as perguntas, no entanto identifica dois tipos potenciais de inter-relações: as “complementares” e as “contraditórias”. Nas inter-relações complementares o desenvolvimento teórico num campo pode ser aplicado noutra, enquanto que as descobertas empíricas num terceiro campo servem como fundamentação teórica e prática. No entanto, as inter-relações podem contradizer-se. Para ilustrar diferentes práticas de questionamento que parecem contraditórias, este autor (ibidem) argumenta que o questionamento dos professores tem muito de semelhante com as perguntas daqueles que realizam pesquisas de opinião, mas os propósitos parecem ser opostos: um tem o objectivo de estimular o pensamento e fala dos alunos e o outro tem o objectivo de delimitar a opinião e o testemunho de quem responde.

Naturalmente, o nosso interesse é fazer uma revisão nas publicações sobre o questionamento no campo da educação, do ensino e da aprendizagem. Isto não significa que algumas investigações em outros campos do conhecimento não possam contribuir para um melhor entendimento das potencialidades e processos relacionados com a formulação de perguntas no contexto do ensino e da aprendizagem.

Mesmo nas frequentes revisões sobre as “perguntas” no campo da educação, não é possível incorporar numa única publicação os múltiplos *interesses* (dos teóricos, dos investigadores, e dos participantes em sala de aula), *temas* (as perguntas dos professores, dos alunos, dos testes e textos) e *tópicos* (tipo, utilidade e efeitos das perguntas sobre o pensamento, discussão, atenção, afectos, e desempenho académico dos alunos) (Dillon, 1981a, p.338). Por esta razão, estabelecemos algumas prioridades para uma revisão que seja mais condizente com os objectivos da nossa investigação.

Os objectivos desta revisão bibliográfica são: i) identificar o nível escolar e as áreas disciplinares das publicações sobre as perguntas e o questionamento nas últimas décadas, ii) identificar a relação entre as publicações sobre as perguntas dos professores e as perguntas dos alunos, iii) avaliar as principais estratégias apresentadas na literatura para o incentivo às perguntas dos alunos.

Para alcançar estes objectivos seleccionamos um conjunto de 376 publicações, entre artigos, livros, e capítulos de livros de várias áreas do conhecimento relacionados com o ensino e a aprendizagem através das perguntas. Na Tabela 2.6, apresentamos uma distribuição destas publicações por década.

Consideramos as publicações que tratam das perguntas formuladas pelos professores na categoria “professor”. Nesta categoria estão também os estudos sobre as perguntas nos textos dos manuais escolares e testes. Os trabalhos onde as perguntas dos alunos constituem o objecto central foram classificados em “alunos”, sejam perguntas orais ou escritas.

As publicações que estavam centradas nas perguntas dos professores e dos alunos foram classificadas como “docente-discente” por tratar de ambas. Nesta categoria foram classificados também os trabalhos que abordavam o questionamento em geral ou numa perspectiva teórica.

**Tabela 2.6** Distribuição por década das publicações consultadas sobre perguntas

	<i>Total</i>	<i>&gt;1969</i>	<i>1970-1979</i>	<i>1980-1989</i>	<i>1990-1999</i>	<i>2000-2005</i>
Alunos	167	10	27	30	45	55
Professor	152	14	37	53	26	22
Docente-Discente	57	4	5	19	16	13
<b>Total</b>	<b>376</b>	<b>28</b>	<b>69</b>	<b>102</b>	<b>87</b>	<b>90</b>

Na Tabela 2.7, apresentamos a percentagem de publicações da amostra em relação ao nível escolar. Cada unidade percentual representa aproximadamente cinco publicações.

**Tabela 2.7** Nível escolar das publicações consultadas sobre perguntas

<i>Nível escolar</i>	<i>Percentagem</i>
Básico	37
Secundário	15
Universitário	16
Geral	30
Básico - Secundário	1
Secundário - Universitário	1

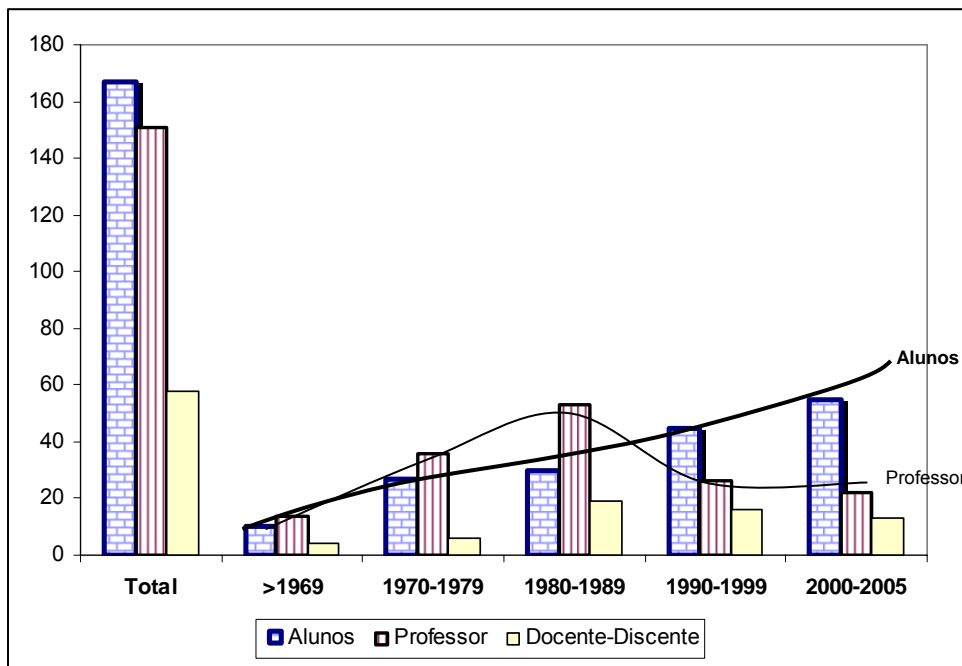
Na Tabela 2.8, apresentamos as áreas disciplinares das diversas publicações consultadas. Outras áreas de publicações que fazem parte da amostra, tais como:

História, Gestão, Geografia e Computação não foram consideradas na tabela por representarem menos de um por cento da amostra.

**Tabela 2.8** Áreas disciplinares das publicações sobre perguntas

<i>Área Disciplinar</i>	<i>Percentagem</i>
Geral	<b>30</b>
Ciências	<b>20</b>
Linguagem	<b>13</b>
Química	<b>9</b>
Biologia	<b>5</b>
Estudos sociais	<b>5</b>
Matemática	<b>4</b>
Inglês	<b>3</b>
Psicologia	<b>3</b>
Física	<b>2</b>
Medicina	<b>1</b>
Enfermagem	<b>1</b>

Apesar desta amostra de publicações não ser exaustiva, é extensiva o suficiente para podemos avaliar algumas tendências da investigação nestas últimas décadas na área do ensino e da aprendizagem através das perguntas. Por exemplo, na Figura 2.11 podemos perceber que à medida que o número de publicações sobre as perguntas dos professores diminui, a partir da década de oitenta, o número de publicações sobre as perguntas dos alunos aumenta.



**Figura 2.11** Distribuição das publicações sobre as perguntas

Percebemos que enquanto o número de publicações centrado nas perguntas dos alunos aumentou e dos professores diminuiu, a curva dos artigos que tratam das perguntas de ambos (docentes e discentes) parece acompanhar a curva decrescente dos professores.

### 2.4.2.1 - Publicações sobre perguntas até 1969

Considerando a amostra de publicações seleccionadas até 1969, seleccionamos apenas algumas referências para apresentar na Tabela 2.9, como exemplo do tipo de revisão realizada sobre todas as publicações deste período, e da qual resultou parte das tabelas anteriormente apresentadas. Os critérios de selecção destes exemplos seguiram a necessidade de ser o mais representativo possível de todos os anos em análise.

Tabela 2.9 Publicações sobre perguntas até 1969

Autor, Ano, Título	Nível Escolar	Área Disciplinar	Definições, classificações e abordagens sobre as perguntas (Profs. ou alunos)	Estratégias, instrumentos, contextos usados com as perguntas.
(Stevens, 1912) The Questions as a Measure of Efficiency in Instruction : A Critical Study of Classroom Practice	Básico	Estudos sociais, Inglês	Primeiro estudo empírico que se conhece sobre o questionamento dos professores.	Estabelece que os professores falam 64% do tempo da aula, e que formulam duas a quatro perguntas por minuto ou cerca de 395 perguntas por dia. Questiona: Quando é que os alunos têm tempo para pensar?
(Davis, 1932) The Form and Function of Children's Questions.	Básico	Linguagem	Análise de 3650 perguntas formuladas por 73 crianças (3-12 anos), recolhidas pelas suas mães. Categorias funcionais para as perguntas: causalidade, realidade, acção, relação social, classificação, cálculo, retórica.	Compara as perguntas das crianças com 500 perguntas de adultos retiradas de material impresso. Compara as perguntas por género, tamanho e tempo.
(Houston, 1938) Improving the Quality of Classroom Questions and Questioning.	Básico	Estudos sociais	Perguntas dos professores. Cita 12 critérios para avaliar as perguntas e o questionamento (p.22).	Sugere técnicas para melhorar as perguntas e o questionamento: planear e escrever boas perguntas ...
(Corey, 1940) The Teachers Out-Talk the Pupils	Secundário	Ciências, Historia, Inglês	Quais as frequências relativas de perguntas e respostas de professores e alunos? Qual a percentagem de perguntas formuladas pelos professores que requer algum tipo de actividade mental de alto nível? ... (p.746)	Recomenda que as perguntas formuladas pelos professores na aula deveriam requerer dos alunos reflexão, inferência, e generalização. As perguntas orais dos professores não são satisfatórias. (p.752)
(Fahey, 1942) The Questioning Activity of Children	Básico	Linguagem	Classificação das perguntas das crianças. Define e discute o termo "pergunta".	Artigo de revisão em investigações sobre as perguntas das crianças em idade escolar
(Aschner, 1961) Asking Questions to Trigger Thinking	Geral	Geral	Que tipos de raciocínio podem os professores promover através das suas perguntas.	Artigo de discussão teórica: "The teacher can stimulate remembering reasoning, evaluating, and creative thinking in any classroom, at any grade or ability level"(p.45).
(Yamamoto, 1962) Development of Ability to Ask Questions Under Specific Testing Conditions	Básico	Linguagem	O que acontece com as perguntas das crianças quando lhes é solicitado que formulem perguntas. Tipos de perguntas consideradas: Porque? Como? Onde? Somente as perguntas "Porque?" foram classificadas em três sub categorias: explicação, motivação e justificação.	Foi desenvolvido um teste chamado "Ask-Guess Test", que consistia em mostrar aos alunos uma figura familiar com uma frase rimada. Depois seguiam-se três partes: pergunta, causa e consequência. Ou seja, formule perguntas, adivinhe as causas e as consequências.
(Austin, 1963) The Art of Questioning in the Classroom	Geral	Geral	<b>LIVRO:</b> Discute como os professores podem lidar com o seu próprio questionamento e o dos alunos em sala de aula. Cap. 3: Porque é que as crianças fazem tantas perguntas fora da aula e	Títulos dos capítulos: 1. The child's first problems and question, 2. Some motive forces behind problem-setting and problem-solving, 3. Children's question in class, 4. Making the question, 5. Putting

			tão poucas dentro? Cap. 5: A forma como os professores questionam é importante. Discute mais o questionamento dos professores.	the question, 6. Receiving the answer and dealing with it, 7. Some misuses of questioning, 8. Written work, 9 Some uses of questioning.
(Blank & Covington, 1965) Inducing Children to Ask Questions In Solving Problems.	Básico	Ciências	Incentivo às perguntas orais e escrita dos alunos. "A central part of all problem solving is the asking of questions" (p.21). "Pupils given the complete program asked significantly more questions on the criterion post-tests, and had higher scores on a science achievement test. Their participation in class discussion was also rated superior."	Foi apresentado aos alunos uma série de problemas de ciências com informação suficiente para a sua resolução. Antes de responder ou virar a página, os alunos escreviam as perguntas que necessitavam formular. Os dados indicam que houve para o grupo experimental I (num total de 3) um grande aumento na tendência para formular perguntas sobre os problemas no contexto de um programa de instrução.
(Fraenkel, 1966) Ask the Right Questions	Geral	Geral	Propõe uma taxonomia para as perguntas dos professores. Tipos de perguntas de acordo com o propósito e a acção desejada nos alunos: Factuais, Descritivas, Explicativas, Heurísticas.	"Teacher must ask themselves: "What are my purposes?" "Why do I want to accomplish?" "Why am I doing this?" (Fraenkel, 1966, p.201)
(Sander, 1966) Classroom Questions. What Kinds?	Geral	Geral	<b>LIVRO:</b> Dedicado a discussão e uso das taxonomias para as perguntas. Sobre ideias por trás das taxonomias das perguntas. Centra-se nas perguntas dos professores.	Cada capítulo é uma categoria de Bloom: Memória, Translação, Interpretação, Aplicação, Análise, Síntese, Avaliação.
(Pate & Bremer, 1967) Guiding Learning through Skilful Questioning.	Básico	Geral	Perguntas dos professores. Qual os três importantes propósitos das perguntas dos professores? Analisa as perguntas dos professores em duas grandes categorias: Convergentes e Divergentes.	Solicitaram a 190 professores para fornecerem as razões para formular perguntas: 69% para verificar o entendimento e o conhecimento, 54% para diagnosticar as dificuldades dos alunos, 47% para enfatizar a memorização de factos e apenas 10% considera o uso das perguntas para encorajar o pensamento dos alunos.
(Susskind, 1969) The role of question-asking in the elementary school classroom	Básico	Ciências, Estudos sociais	Qual a percentagem e tipos de perguntas formuladas pelos alunos? Qual o percentagem e tipos das perguntas formuladas pelos professores? Categorias: Procedural, Recitacional, Causal, Personal, Affective, Normative, Others.	Observação durante seis aulas. Compreender como é percebido pelos educadores a importância das perguntas dos alunos, estar relacionada com a visão de como as crianças aprendem.
(Wilson, 1969) The "New" Science Teachers Are Asking More and Better Questions	Básico	Ciências	As perguntas dos professores: Usa as categorias de Bloom. Categorias operacionais para as perguntas: Recognition, Recall, Demonstration of skill, Comprehension, Analysis, Synthesis,	Desenvolve um programa para treinar o questionamento dos professores. Fala apenas num "New SCIS science approach" em comparação ao tradicional. Não revela detalhes deste programa de treino.



O primeiro estudo sistemático do qual se tem notícia (Gall, 1970; Hoetker & Ahlbrand Jr., 1969) sobre o questionamento em sala de aula é de Romiett Stevens (1912). Esta autora estimou que aproximadamente 80% do tempo da aula é ocupado com as perguntas, respostas, ou as reacções às perguntas dos professores. Stevens identificou num conjunto de professores do secundário, que estes formulavam uma média de 395 perguntas por dia.

Esta autora caracterizou e considerou as implicações educacionais do facto dos professores perguntarem duas, três e até quatro perguntas por minuto, concluindo que o grande número de perguntas sugere:

- i) a manutenção em sala de aula, numa considerável parte do tempo, de um estado de grande tensão nervosa, onde deveriam existir condições naturais e normais;
- ii) que o professor faz o “trabalho”, em vez de o direccionar para os alunos o fazerem;
- iii) que a qualquer hora o professor, seja individualmente ou colectivamente, mantém o ritmo o tempo todo, e que a grande prioridade educacional, que pode ser avaliada, são a memorização verbal e o julgamento superficial;
- iv) que não existe tempo na organização de sala de aula para cultivar a arte da expressão;
- v) que pouca importância é dada para as necessidades de um indivíduo;
- vi) que o professor está transformando, cada vez mais, a sala de aula num lugar para apresentar conhecimento em vez de ser um laboratório para o construir e usar;
- vii) que na prática existe pouco esforço para colocar no ensino dos alunos o trabalho mental independente e terem auto-confiança.” (Stevens, 1912, p.16)

A maioria dos trabalhos da década de sessenta se preocupou em fazer diagnósticos sobre a situação do questionamento em sala de aula. Por exemplo, Gall (1970) cita várias investigações desta década que confirmam as altas-frequências das perguntas dos professores encontrados por Stevens.

Muitos investigadores desta década tentaram descrever os tipos de perguntas formuladas pelos professores em sala de aula. Para quantificar as suas descrições desenvolveram um conjunto de categorias, a maioria delas fundamentadas na taxonomia de Bloom (1956). No seu artigo de revisão, Gall (1970) compara 10 sistemas de classificação da década de sessenta com a taxonomia de Bloom, e conclui que muitos destes sistemas de

classificação das perguntas são compostos quase que inteiramente por categorias fundamentadas no processo cognitivo requerido para responder às perguntas.

Este autor (ibidem) considera que também é razoável concluir que mesmo passado meio século desde o trabalho de Stevens nenhuma mudança essencial foi observada nos tipos de perguntas que os professores enfatizam em sala de aula, ou seja, aproximadamente 60% das perguntas dos professores requerem que os alunos relembrem factos; 20% requerem que os alunos pensem e os restantes 20% são perguntas de rotina. Davis & Tinsley (1967) mostram que os professores e os alunos formulam mais perguntas na categoria “memória” do que em todas as outras categorias juntas, e que o tipo de perguntas formuladas pelos professores e alunos estão altamente correlacionados ( $r=.90$ ).

No final da década de sessenta começam a surgir as propostas para treinar os professores, com a intenção de modificar os seus padrões de questionamento em sala de aula. Outra questão bastante estudada por alguns investigadores desta época é saber se as perguntas dos professores têm realmente algum efeito no comportamento e desempenho dos alunos (Hunkins, 1966, 1968).

O estudo de Hunkins (1968) procura determinar se o uso de perguntas de “análise” e “avaliação”, tal como definido por Bloom, estimula efectivamente o desenvolvimento das capacidades dos alunos. Para isso, utiliza um texto que contém perguntas que requerem “análise” e “avaliação” para um grupo de alunos, em comparação com outro grupo que utiliza um texto cujas perguntas requerem a lembrança de conhecimentos. Hunkins constatou que o grupo de análise-avaliação conseguiu notas significativamente maiores num teste, construído especialmente para pós-treino, do que aqueles alunos que responderam a perguntas que enfatizavam o “conhecimento”. O desempenho dos dois grupos foi também comparado com as seis partes do teste que corresponde aos seis principais tipos de perguntas da taxonomia de Bloom.

Apesar da ênfase dada pela maioria das publicações desta época às perguntas dos professores, alguns educadores já chamavam a atenção para que o foco deveria ser as perguntas formuladas pelos alunos (Carner, 1963; Washton, 1967; Wellington & Wellington, 1962). As investigações mostraram consistentemente que os alunos tinham pouquíssimas oportunidades de levantar perguntas em sala de aula (Susskind, 1969).

Por exemplo, Houston (1938) observou 11 aulas da escola básica e encontrou que em média menos de uma pergunta por período de aula formuladas pelos alunos. Corey (1940) gravou toda as conversas em seis salas de aula do básico e do secundário num período de uma semana. A razão entre as perguntas dos alunos e o total de perguntas variou consideravelmente entre salas de aulas: em duas aulas de inglês as perguntas dos alunos correspondem a 1% do total de perguntas formuladas; os alunos das aulas de ciências do 7º e 9º anos formularam 17% e 11% das perguntas respectivamente.

Embora não existisse ainda um corpus de investigações sistemático, alguns autores já apontavam que uma área chave para inovação educacional era o treino da habilidade dos alunos em formularem perguntas (Gall, 1970).

Em resumo, as investigações sobre perguntas até final da década de sessenta revelaram que a principal tendência tinha sido o desenvolvimento de técnicas para descrever as perguntas usadas pelos professores na prática de sala de aula. Até essa data existia uma considerável quantidade de investigações sobre as frequências relativas e os tipos de perguntas que os professores formulavam. Nas palavras de Gall (1970, p.718), era esperado que no futuro os investigadores voltassem a atenção mais para o melhoramento das práticas de questionamento dos professores. Em geral, as investigações sobre o questionamento em sala de aula até 1969 podem ser caracterizadas pela:

- Identificação dos comportamentos de questionamento em sala de aula, com ênfase no questionamento do professor.
- Preocupação em classificar as perguntas dos professores, com ênfase nos níveis cognitivo de Bloom.

As principais perguntas de investigação foram: Que tipos de perguntas formulam os professores ou deveriam formular? Como é que os professores podem ser treinados para melhorarem os seus padrões de questionamento? As perguntas dos professores influenciam realmente o desempenho dos alunos?

### **2.4.2.2 - As publicações sobre “perguntas” na década de 1970**

Naturalmente a investigação não funciona com períodos estanques que mudam repentinamente em cada período. Não esperamos encontrar na década de setenta uma mudança brusca no foco das investigações sobre as perguntas no contexto do ensino e da aprendizagem. Assim, tal como na década anterior, procurámos analisar um conjunto de publicações para podermos tirar algumas inferências sobre as tendências da investigação sobre as perguntas nesta década. Na Tabela 2.10, apresentamos como exemplo apenas um pequeno número das 69 publicações deste período que foram consultadas.

**Tabela 2.10** Publicações sobre perguntas da década setenta (1970-1979)

<b>Autor, Ano, Título</b>	<b>Nível Escolar</b>	<b>Área Disciplinar</b>	<b>Definições, classificações e abordagens sobre as perguntas (Profs. ou alunos)</b>	<b>Estratégias, instrumentos, contextos usados com as perguntas.</b>
(Crump, 1970) Teachers, Questions and Cognition	Básico	Linguagem	Quais tipos de estratégias de questionamentos que os professores necessitam usar para capacitar os alunos do desenvolvimento de um comportamento de alto nível cognitivo? Elabora uma tabela (revisão) com as categorias de vários autores para os níveis cognitivos das perguntas.	Desenvolve um programa para treinar o questionamento dos professores: "Self-Instructor in the art of Questioning". Usa algumas categorias para as perguntas dos professores: <b>Convergent</b> : reproduction, translation; <b>Divergent</b> : reflection, valuation.
(Zahorik, 1971) Questioning in the Classroom	Geral	Geral	Faz uma revisão sobre as categorias das perguntas dos professores. Apresenta diversas categorias de alguns autores para as perguntas dos professores, maior parte baseada nas categorias de Bloom.	Artigo de discussão teórica. Apresentam um conjunto de sugestões para aumentar o questionamento dos alunos. Apresenta sugestões sobre o modo como os professores devem responder às perguntas dos alunos.
(Rogers, 1972) Modifying Questioning Strategies of Teachers'	Geral	Estudos sociais	Analisa as perguntas orais dos professores. Além das categorias de Sander (1966) baseado em Bloom, usa mais 4 categorias: Affective, Procedural, Textbook, Pupil-initiated.	Cita estratégias (de outros autores) para modificar o questionamento dos alunos: um jogo chamado "Questioneze".
(Huenecke, 1973) Promoting student questions.	Básico	Linguagem	Porque é que os alunos não formulam perguntas? Ambientes que abafam, reprimem as perguntas. Fala da Taxonomia de Bloom. Vantagens das perguntas dos alunos.	Artigo de discussão teórica. Uma figura que pode ser usada para promover as perguntas das crianças no primário.
(Hunkins, 1974) Questioning Strategies and Techniques	Geral	Geral	<b>LIVRO</b> : Centrado nas perguntas dos professores. Fornece meios para melhorar as perguntas dos professores, o planeamento das perguntas dos professores ou suas estratégias para as perguntas.	Capítulos: 1. New emphasis in a new dimension, 2. Question types, 3. Formulating effective questions, 4. Questioning strategies, 5. Means of evaluation, 6. On using the strategies.
(Rowe, 1974c) Wait-Time and Rewards as Instructional Variables, Their Influence on Language, Logic, and Fate Control: Part One - Wait-Time	Básico	Ciências	Estudo sobre o "Tempo de espera" entre a pergunta do professor e a resposta do aluno, e a reacção do professor	Resumo de 6 anos de investigação sobre a influência da variável chamada "tempo de espera" do professor sobre o desenvolvimento da linguagem e a lógicas das crianças.
(Cornbleth, 1975) Student Questioning Strategies	Básico	Estudos sociais	Fornece algumas linhas gerais e actividades específicas para encorajar a produtividade das perguntas dos alunos.	Questioning game – situações problemas para os alunos resolverem. Os alunos perguntam e o professor responde sim, não ou algumas vezes (usualmente, parcialmente)

(Ross & Balzer, 1975) Determinants and Consequences of Children's Questions	Básico	Linguagem	As crianças são convidadas a formularem perguntas. Investigam a habilidade das crianças em relembrarem as respostas às suas próprias perguntas e as dos colegas.	O estímulo às perguntas consistia em 8 slides desenvolvidos a partir das figuras encontradas nos livros das crianças e acompanhadas de um breve comentário descritivo.
(Hunkins, 1976) Involving students in questioning	Geral	Geral	<b>LIVRO: Centrado nas perguntas dos alunos.</b> Segundo o autor o livro responde à pergunta: Como posso conseguir que os meus alunos se envolvam com perguntas, com o processo de compreensão? "The basic rationale underlying this book is that <b>active student involvement</b> is necessary if education is to be meaningful." (p.4)	Capítulos: 1. Getting students involved, 2. Questions in the cognitive domain, 3. Questions in the affective domain, 4. Involving students in planning questions and questioning strategies. 5. Involving students in using questions and questioning strategies. 6. involving students in assessing questions and questioning strategies, 7. Relating questions to models of teaching, modes of discovery, and other points.
(Rice, 1977) The effect of question-asking instruction on preservice elementary science teachers	Básico	Ciências	Analisa os vários aspectos do questionamento dos professores: excesso de perguntas, baixo nível cognitivo, tempo de espera. Usa dois critérios para julgar os tipos de perguntas: Lower and Higher Cognitive.	Os participantes envolveram-se em sessões de "microteaching", leram o artigo de Rowe (1969), assistiram a 3 filmes sobre questionamento, ... Usa pré e pós testes. A análise estatística aponta que durante o estudo o grupo que recebeu a instrução aumentou o tempo de espera, diminuiu o nº de perguntas, e formularam perguntas de alto nível.
(Singer, 1978) Active Comprehension: From Answering to Asking Questions	Geral	Linguagem	Enfatiza o valor do auto questionamento como parte integral da compreensão. Argumenta que devemos ensinar os alunos a serem <b>ativos</b> no processo de leitura através da formulação de perguntas continuamente antes, durante e depois da leitura.	"Although processes of thinking can be inferred from responses to teacher-posed questions, such questions do not stress processes of comprehension." (p.902)
(Hyman, 1979) Strategic Questioning	Geral	Geral	<b>LIVRO:</b> Discute as perguntas dos professores. O objectivo do livro é ajudar os professores a tornarem-se questionadores efectivos e estratégicos.	Os capítulos deste livro são: 1. The purpose of teacher questions, 2. Questions types: Cognitive processes, 3. Questions types : other considerations, 4. Five general strategies for asking questions, 5. Fifteen specific questioning strategies, 6. Twenty-five questioning dialogues: a manual of questioning techniques, 7. Teaching strategies, goals, and questions, 8. Conclusion
(McDaniel, 1979) A Question of Questions: Can We Ask Better Ones?	Geral	Estudo sociais	Como melhorar o questionamento dos professores? Why ask questions? When do we ask? What kinds? How do we ask (wait time)? What do we do with answers?	Artigo de discussão. Apresenta um questionário para auto avaliar o professor sobre a eficácia do uso das perguntas.

A grande questão sobre que muitos investigadores trabalharam ao longo da década de setenta e sobre o qual, segundo Winne (1979), não havia consenso profissional era sobre se as perguntas dos professores tinham algum impacto na qualidade do desempenho dos alunos. Por isso, este autor procurou evidências na literatura sobre os efeitos das perguntas do professor de alto nível cognitivo versus as perguntas factuais sobre o desempenho dos alunos. Os estudos revistos por Winne indicaram que o facto dos professores usarem predominantemente perguntas de alto nível cognitivo ou predominantemente perguntas factuais, faz pouca diferença no desempenho dos alunos.

Como resultado das investigações realizadas até final da década de setenta, Hargie (1978) enumera algumas conclusões encontradas na literatura sobre as perguntas dos professores: i) maior atenção deveria ser dada aos meios através dos quais os professores possam formular perguntas que promovam o raciocínio, ao contrário das perguntas factuais ou de memória; ii) as perguntas orais parecem ser mais eficiente que as perguntas escritas em sala de aula; iii) o uso das perguntas pelos professores para a sondagem é uma importante característica do seu questionamento; iv) Os professores podem aumentar a eficiência das suas apresentações através de perguntas únicas, pelo redireccionamento das perguntas de um aluno para outro, e pelo aumento das pausas após as perguntas, ou após as respostas às perguntas.

Apesar de Stevens (1912) já ter alertado sobre a frequência e ritmo das perguntas dos professores em sala de aula, somente na década de setenta surgiram um conjunto de investigações relevantes sobre o “tempo de espera” que os professores praticavam após as suas perguntas ou após as respostas dos alunos. Esta década também pode ser caracterizada pelas investigações sobre o “tempo de espera” onde Mary Budd Rowe é um dos expoentes principais.

Rowe (1974b; 1974c) começou a sua investigação sobre o “tempo de espera” quando descobriu que apenas três das 200 aulas gravadas exibiam exemplos de perguntas dos alunos aos colegas ou ao professor. Os três professores em cujas aulas estes alunos perguntaram, usavam pausas que geralmente duravam menos de um segundo. Esta autora questiona: “When you ask a child a question, how long do you think you wait for an answer before you either repeat the question, ask him another question, or call on another child?” (Rowe, 1969, p.11). Conclui, então, que os alunos sofrem um verdadeiro “choque

de perguntas” quando bombardeados com 2 a 3 perguntas por minuto e quando lhes é dado menos de um segundo para começar a responder.

Após constatar os prejuízos da falta de pausas após as perguntas dos professores, que vão deste a falta de respostas, a poucos alunos conseguirem responder, até respostas curtas e pouco pensadas, Rowe e posteriormente outros autores (DeTure, 1979; Esquivel, Lashier, & Smith, 1978; Fagan, Hassler, & Szabo, 1981; Rice, 1977; Tobin, 1980) desenvolveram um conjunto de estratégias para treinar os professores a aumentarem o tempo de espera após as suas perguntas e após as respostas dos alunos. Estes autores chegaram à conclusão de que era possível treinar os professores a aumentarem o “tempo de espera” e que um aumento de apenas poucos segundos beneficiava a interacção professor-alunos. Segundo McGlathery (1978) o aumento do tempo de espera dos professores resultava no aumento: i) do tamanho das respostas dos alunos, ii) do número de respostas apropriadas e não solicitadas, iii) da confiança dos alunos, iv) da incidência de respostas especulativas, v) da frequência de perguntas dos alunos, vi) da incidências de respostas dos alunos “relativamente lentos”, vii) da interacção entre os alunos, viii) do número de experiências proposta pelos alunos, e ix) na diminuição de respostas “não sei” e erradas.

No final da década de setenta os trabalhos de Dillon (1978) e o de Napell (1978) sugerem que as perguntas dos professores desencorajam o pensamento dos alunos em vez de o estimular, como supunham muitas das investigações até o momento. Sugerem também que os professores deveriam evitar o mais possível a formulação de perguntas em sala de aula e algumas das suas publicações chegam a sugerir meios para substituir as perguntas dos professores em sala de aula e estimular as perguntas dos alunos (Dillon, 1979, 1981c, 1981d). Naturalmente, o padrão de questionamento dos professores que Dillon criticava e desaconselhava era aquele descrito anteriormente: grande frequência de perguntas e de baixo nível cognitivo.

Embora a ênfase na investigação da década de setenta continuasse nas perguntas dos professores, muitos trabalhos foram realizados sobre as perguntas dos alunos. A necessidade de mudança de enfoque é explicitada por Marsksberry (1979) quando declara:

“New emphases in philosophy and psychology in recent years have led to curriculum development that attempt to **involve students more actively in their own learning.**”



These have caused researchers and educators to give more attention to **helping children develop question-asking skills**” (p.190).<sup>18</sup>

De acordo com Marsksberry (1979) as acções e estratégias para promover a melhoria do questionamento dos alunos deveriam estar assentes em três linhas gerais: **Ambiente** (um ambiente que encoraje a resolução de problemas e o espírito de investigação), **Modelo** (o “comportamento” de questionamento dos professores deveria ser um modelo para os alunos, com igual número de perguntas de alto e de baixo nível), **Envolvimento** (os alunos aprendem a formular perguntas através do envolvimento activo na sua formulação). Na opinião desta autora, as crianças necessitam ser encorajadas a formular perguntas desde os primeiros anos.

Neste período algumas estratégias foram sugeridas e aplicadas para incentivar as perguntas dos alunos, por exemplo:

- Usou material escrito (texto e figuras) como fonte de informação para a resolução de problemas e formulação de perguntas pelos alunos (Allender, 1970).
- Usou um conjunto de figuras coloridas e perguntas modelo para estimular as perguntas dos alunos (Rosenthal, Zimmerman, & Durning, 1970).
- Usou pequenos grupos de 3 alunas e 2 alunos, de idade entre 14 e 15 anos. Era solicitado que formulassem individualmente perguntas por escrito. Estas perguntas produziram boas discussões mais adiante (Alcock, 1972).
- O estímulo às perguntas dos alunos consistia em 8 diapositivos desenvolvidos a partir das figuras encontradas nos livros das crianças e acompanhadas de um breve comentário descritivo. (Ross & Balzer, 1975)
- Solicitou que os alunos formulem perguntas para resolver problemas. Realizou três experiências onde os alunos tiveram que formular perguntas para adivinhar qual a letra ou número que o professor está a pensar. O professor responde sim ou não às perguntas (Siegler, 1977).
- Enfatizou o valor do questionamento como parte integral da compreensão (Singer, 1978). Argumenta que devemos ensinar os alunos a ser activos no processo de leitura através da formulação de perguntas antes, durante e depois da leitura.

---

<sup>18</sup> Negrito acrescentado ao texto original.

### **2.4.2.3 - Publicações sobre “perguntas” na década de 1980**

Na década de oitenta encontramos o número mais elevado de publicações sobre as perguntas dos professores, embora haja um aumento consistente das publicações sobre o questionamento dos alunos (ver Figura 2.11). Na Tabela 2.11, apresentamos algumas das 101 publicações desta década consultadas.

**Tabela 2.11** Publicações sobre perguntas da década oitenta (1980-1989)

<b>Autor, Ano, Título</b>	<b>Nível Escolar</b>	<b>Área Disciplinar</b>	<b>Definições, classificações e abordagens sobre as perguntas (Profs. ou alunos)</b>	<b>Estratégias, instrumentos, contextos usados com as perguntas.</b>
(Austin, 1980) When to Allow Student Questions on Homework	Secundário	Matemática	Este estudo investiga se o permitir aos alunos formularem perguntas antes dos trabalhos de casa serem recolhidos ou permitir formular perguntas apenas depois do trabalho de casa serem avaliados e devolvidos, tem diferentes efeitos sobre o desempenho dos alunos.	"The results suggest that allowing student questions on homework before it is collected is superior to allowing student questions on homework only after it is collected, graded, and returned." (p.74)
(Chewprecha, Gardner, & Sapianchai, 1980) Comparison of training methods in modifying questioning and wait time behaviors of Thai high school Chemistry teachers	Secundário	Química	Procura um método que possa ser usado com os professores de Química para modificar os seus comportamentos de ensino, especialmente no que diz respeito a estratégia pedagógica do questionamento. Classificação usada: Managerial Questions, Rhetorical Q., Closed Q., Open Q.	No estudo foram usado pré e pós testes e grupo de controlo. Gravação das aulas dos professores. Quatro grupos com treinos diferentes. Estudo de folheto de instrução, audição de gravações modelos, classificação das perguntas. Os métodos foram eficazes no aumento da proporção de "perguntas abertas".
(Cacha, 1981) Managing Questions for Student Participation	Geral	Geral	Os professores necessitam de providenciar um ambiente Físico, Emocional, e Intelectual para encorajar o envolvimento dos alunos nas discussões de sala de aula, não apenas para responder às perguntas, mas também para colocar perguntas de alto nível.	Artigo de discussão teórica (2 páginas). Faz seis sugestões para o professor gerir as perguntas, tais como: fale alto o suficiente, diga a pergunta apenas uma vez, não, não repita as respostas dos alunos...
(Dillon, 1981b) Duration of Response to Teacher Questions and Statements	Básico	Estudos sociais, Religião	Examina a eficiência das perguntas dos professores no estímulo à participação dos alunos. Analisa o "tempo de resposta" dos alunos às perguntas e declarações dos professores.	A gravação das discussões revelou o seguinte: <b>1.</b> Nenhuma diferença significativa foi observada entre as repostas às perguntas e às declarações, <b>2.</b> Considerando o tipo de perguntas, perguntas de opinião receberam significativamente respostas mais longas que perguntas factuais, e perguntas fechadas mais longas que as abertas; nenhuma diferença foi observada para as 6 formas de classificar as perguntas, <b>3.</b> As respostas às perguntas mostraram-se desvinculadas das características seleccionadas para a sala de aula, professor e alunos.
(Dillon, 1982a) The Effect of Questions in Education and other Enterprises	Geral	Geral	Qual o efeito sobre quem responde de colocar uma pergunta? Omite o outro lado da moeda: O modo como a pergunta foi concebida e expressa. São omitidas as perguntas colocadas pelos alunos ou clientes. Considera as perguntas dos	<b>Artigo de revisão:</b> A primeira parte da revisão enfatiza as perguntas em educação, depois levanta uma série de contrastes entre a educação e outras três áreas. Um grupo é caracterizado pela análise teórica das

			professores ou do entrevistador.	perguntas – lógica, linguística e filosofia. Outro grupo pela investigação prática das perguntas. O terceiro é caracterizado pelo uso tático das perguntas – entrevistas pessoais, psicoterapia e grupo de discussão.
(Kissock & Iyortsuun, 1982) A guide to questioning: Classroom procedures for teachers	Geral	Geral	<b>LIVRO:</b> Fornece aos professores um guia prático de como formular e apresentar perguntas nos testes, nas discussões ou avaliações para maximizar o envolvimento de professores e alunos num raciocínio crítico e avaliativo.	Apresenta dois sistemas de classificação: o primeiro para os processos cognitivos do pensamento e outro para os aspectos afectivos, ambos fundamentados nas categorias de Bloom (1956).
(Dillon, 1986) Student questions and individual learning	Geral	Geral	Como é que as perguntas dos alunos podem encorajar o ensino e a aprendizagem?	Artigo de discussão teórica. Tópicos abordados: Analysis of questions, The questioning act, <b>pedagogy of questions</b> , classroom group instruction, reading and studying, computer-assisted instruction, conclusion.
(Good, Slavings, Harel, & Emerson, 1987) Student passivity: A study of question asking in K-12 classrooms	Básico	Geral	Examina a socialização do comportamento dos alunos em formular perguntas. Discute a passividade dos alunos em não formularem perguntas. Desenvolve um sistema de codificação com 9 tipos de perguntas dos alunos.	Os resultados indicam que todos os alunos formulam o mesmo número de perguntas. “Procedural Questions” é relativamente frequente em todos níveis escolares. Os alunos formulam mais perguntas que as alunas. Com o aumento da idade, as alunas formulam o mesmo número de perguntas que os alunos.
(Pedrosa de Jesus, 1987) A Descriptive Study of Some Science Teachers Questioning Practices	Básico	Química	Caracteriza o padrão de questionamento de alguns professores de ciências em Portugal com a intenção de encontrar caminhos e ajudá-los a melhorar as suas práticas de questionamento.	<b>Tese de Mestrado.</b> Estuda também o tempo de espera dos professores.
(Zoller, 1987) The fostering of question-asking capability - a meaningful aspect of problem-solving in Chemistry	Universitário	Química	Trata de estratégias para incentivar a capacidade dos estudantes em formular perguntas através do uso de processos activos, resoluções de problemas da vida real, e tomada de decisão.	As perguntas dos estudantes no contexto da resolução de problemas. “there is a strong correlation between freshman chemistry students’ scores in the asking-questions and the traditional providing-answers part.” (p.512)
(Dillon, 1988c) The Remedial Status of Student Questioning	Geral	Geral	Quais são as características observadas na formulação de pergunta dos alunos? Sob que condições os alunos mostram um comportamento de questionamento? O que é que o professor pode fazer para encorajar as perguntas dos alunos?	<b>Artigo de revisão.</b> A frequência e tipo de perguntas pode ser aumentados pelo treino e instrução: apresenta algumas estratégias.

Nesta década é notável o crescimento das investigações sobre o questionamento no contexto do ensino e da aprendizagem. Não só o número de investigações sobre as perguntas dos professores e alunos aumentam, como também o desenvolvimento de teorias e modelos sobre o questionamento alcança uma dimensão mais elaborada. Por exemplo, van der Meij (1989) esboça importantes áreas que uma teoria da formulação de perguntas deveria cobrir: i) a expressão da pergunta, ii) a função da pergunta iii) a multi funcionalidade da pergunta, iv) a pergunta que procura informação como um caso especial, v) condições que inibem a expressão de perguntas.

James T. Dillon toma, então, a iniciativa de reunir muitos dos pensamentos dispersos para uma discussão aprofundada da formulação de perguntas. É também desta década que o esforço de Dillon consegue colocar o “questionamento” em discussão internacional através da revista periódica *Questioning Exchange*, que funcionou nos anos de 1987 e 1988 com seis números no total.

Esta foi a década de importantes desenvolvimentos na investigação sobre o questionamento em áreas tais como a psicologia cognitiva (Flammer, 1981; Flammer & Grob, 1984) e a edição de vários manuais que procuraram ajudar o desenvolvimento prático das perguntas de professores e alunos. Um destes manuais de referência para o questionamento em educação é o de Dillon (1988b): *Questioning and Teaching: A Manual of Practice*. Este manual é importante porque trata das perguntas dos alunos com a mesma importância que trata das perguntas dos professores.

Embora prevalecesse a ideia de que o questionamento na escola é sinónimo do questionamento dos professores, no manual de Dillon a ideia vai mais além ao tratar as perguntas dos professores como modelo para as perguntas dos alunos. Uma das perguntas básicas do livro é: Como é que as perguntas usadas de forma correcta podem servir os propósitos educacionais? Segundo van der Meij (1991), a resposta a esta pergunta pode ser seguida através de dois pensamentos condutores do livro: i) o conhecimento consiste na proposição pergunta/resposta, ou seja, perguntas e respostas formam juntas o conhecimento, a compreensão e resulta em aprendizagem, explicando, em certa medida, o lugar das perguntas dos alunos; ii) a melhor coisa para alcançar este objectivo não é a técnica mas a compreensão. Isto leva em consideração apresentações narrativas (em vez do resumo da investigação) e de exercícios genéricos nos livros (em vez de específicos).

Neste livro, Dillon (1988b) discute em capítulos separados as perguntas dos alunos e as perguntas dos professores. No capítulo sobre as perguntas dos alunos inicia-o com uma discussão sobre as razões da existência de tão poucas perguntas dos alunos na escola, mencionando três barreiras: i) os ciclos regulares de interacção deixam pouco espaço para os alunos formularem perguntas, ii) o domínio e direcção da fala está nas mãos dos professores - uma regra geral é “só se deve falar no momento certo”, que significa que os alunos não podem interromper o discurso do professor, iii) é contra as normas de comportamento mostrar ignorância através da formulação de perguntas.

Neste capítulo, Dillon apresenta também um modelo para o processo de questionamento dos alunos. Este processo assume quatro momentos, dois deles cruciais no modelo. Um momento crucial é quando o aluno formula a pergunta, e o outro momento vem depois da resposta, que é o da aprendizagem. A Figura 2.12 mostra os quatro momentos pormenorizadamente.

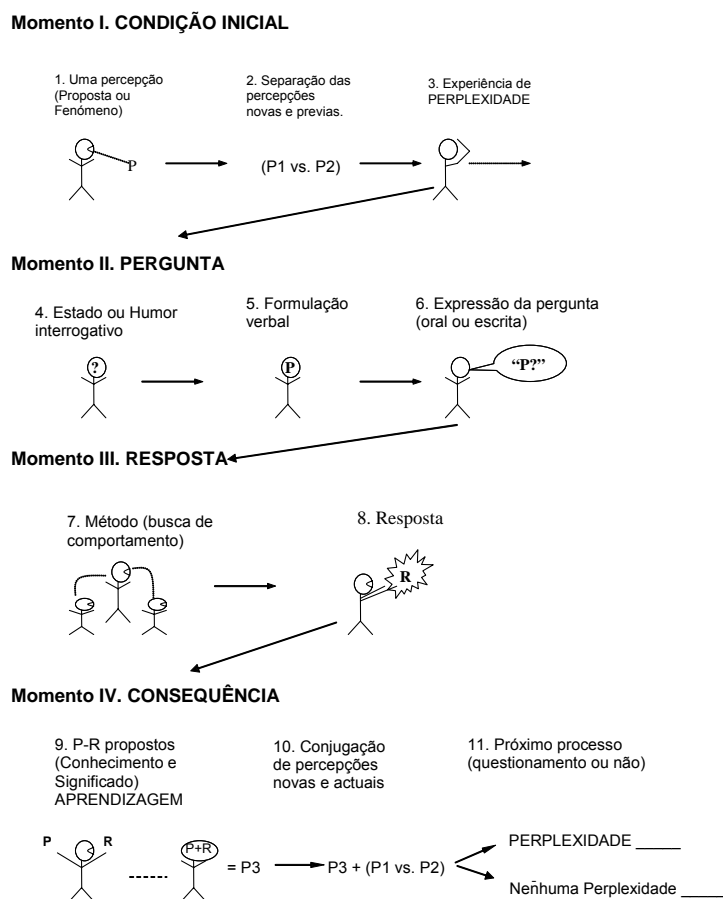


Figura 2.12 Processo de questionamento (adaptado de Dillon, 1988b, p.20)

Para entendermos o modelo, Dillon aconselha que devemos substituir o processo de “um aluno faz uma pergunta”, mas mentalmente assumir “eu pergunto”. O principal evento do primeiro Momento é a experiência de “perplexidade”. Contudo, a perplexidade não ocorre por si só. Existem outros eventos antes deste que o desencadeiam.

O primeiro evento do Momento I é designado na Figura 2.12 por P, e refere-se a percepção de um fenómeno, proposição ou alguma outra coisa. No evento dois,  $P_1$  emerge como um obstáculo que gera conflito entre a nova percepção P e uma percepção prévia  $P_2$ . Estando  $P_1$  e  $P_2$  em contradição entre si, surge a perplexidade. A perplexidade é descrita como uma experiência orgânica sentida tanto no corpo como na mente. Por isso, podem-se ver sinais como suor na face, palidez, mãos frias ou mesmo dúvida, embaraço, incompreensão, surpresa etc. Para Dillon somente nas condições de perplexidade o estudante pode chegar às perguntas.

No Momento II o principal evento é quando a pergunta é expressa. Contudo, nem toda perplexidade leva à expressão de uma pergunta, na maioria dos casos nenhuma pergunta segue este evento. O estudante pode, por exemplo, desmentir ou suprimir a experiência de perplexidade, distrair, dar menor importância, evitando a elaboração da pergunta. Admitindo que uma pergunta vem na sequência, o processo move-se de uma experiência de perplexidade para a expressão da pergunta. O primeiro evento deste momento (evento 4) é caracterizado pelo estado ou humor interrogativo que é seguido pela formulação de uma forma verbal na mente. Neste ponto (do evento 5 para o evento 6) onde finalmente a pergunta pode ser expressa, Dillon (1988b) não discute quais as barreiras que podem impedir a expressão da pergunta, mas simplesmente declara: “Fully 95 per cent of the questions that we have in mind to ask we never go on to utter” (p.20). Os alunos têm sempre boas razões para não expressarem as suas perguntas. Pensando assim, o acto de expressar uma pergunta pode ser uma experiência formidável em sala de aula e, como tal, não deve ser desprezada.

Levando em consideração todas estas etapas e obstáculos, o que é que faz com que algumas perguntas dos alunos, apesar de raras, sejam expressas na aula? Ao impulso de questionar estimulado pela ignorância, coragem, vontade, necessidade, fé, perplexidade etc., Dillon (1988b) chama de “ousadia de questionar” e conclui “Little wonder that we and our students so rarely go on to ask the question that began in our ignorance and perplexity” (p.21).

O momento seguinte tem apenas dois eventos – Método e Resposta. Após expressar a pergunta, o aluno procura por si mesmo responder à pergunta buscando nos seus conhecimentos e experiências relembra, deduzir ou construir uma resposta. Qualquer coisa pode ter um carácter de “resposta” para completar a pergunta – acção, objectos, sentimentos, informação de todo o tipo. Contudo, a “resposta” não é exactamente a informação, acção, objecto ou sentimento que completa a pergunta, mas é um carácter que cresce com os alunos sustentado na relação com a pergunta. Tendo construído uma resposta, o questionador parte para o Momento seguinte que é o momento de aprendizagem.

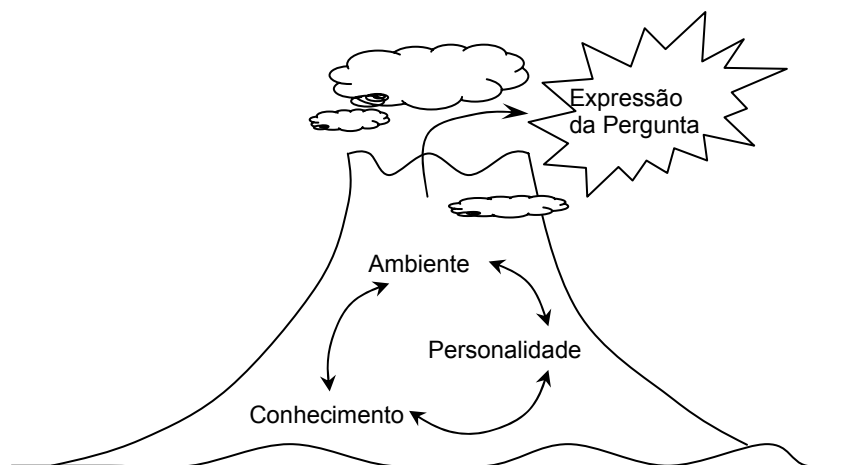
No Momento IV há três eventos. No primeiro e principal evento, não existe agora nenhuma pergunta que esteja a ser tratada ou uma resposta remanescente mas um novo “produto”. Esta nova proposição é formada pela pergunta mais a resposta. Dillon representa figurativamente este novo produto “Pergunta-Resposta” (P-R) por  $P_3$ . O próximo evento introduz esta nova percepção  $P_3$  no esquema que inclui a percepção original  $P_1$  e as percepções prévias  $P_2$ . De acordo com a resolução da relação de  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  podemos voltar ao momento inicial para uma nova pergunta. Caso não haja perplexidade na relação  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  pode acontecer que nenhuma outra pergunta seja feita.

Todos estes processos nos mostram que o momento do questionamento é um tempo oportuno para ensinar. As perguntas dos alunos abrem uma oportunidade perfeita para ensinar, bem como para aprender. Cada vez que o aluno ousa questionar a sua mente abre-se para a aprendizagem e esta é uma abertura perfeita para o ensino. Este é um precioso momento em que a acção do aluno e do professor se juntam no mesmo propósito - aprender. Nas palavras de Dillon (1988b): “In asking the question the student makes a display of self. He exhibits his state of mind, his dispositions of character, and the dynamics of his relation to the world” (p.22).

Não esquecer que a matéria-prima para a construção do modelo de todo este processo é a pergunta do aluno. Os alunos, na sua prática comum não expressam as suas perguntas, contudo isso não quer dizer que não exista todo um complexo processo ou estado interrogativo a passar-se internamente. Antes da pergunta ser expressa, esta passa por diversas etapas onde três ingredientes estão presentes: Conhecimento, Personalidade e Ambiente (ver Figura 2.13, a seguir). Não devemos confundir estes



factores que influenciam o questionamento dos alunos com barreiras que o impedem de questionar. Logicamente, cada uma destas variáveis pode transformar-se numa barreira para o questionamento, se não houver uma conjugação positiva delas.



**Figura 2.13** Elementos que concorrem para expressão da pergunta<sup>19</sup>

Podemos olhar para este modelo basicamente de duas forma. A primeira como etapas a percorrer por determinada ordem (Conhecimento, Personalidade e Ambiente) até que a pergunta seja expressa, e a segunda como a interacção destas variáveis de forma sinérgica, como indicam as setas da Figura 2.13.

Observando estes e outros modelos podemos ter uma apreciação da importância da pergunta expressa e de quão difícil é para o alunos a conjugação de todos estes factores. Portanto, uma pedagogia das perguntas dos alunos deve estar fundamentada no encorajamento das suas perguntas.

Muitas investigações da década de oitenta discutiram a importância das perguntas dos alunos (Bowman Jr., 1985; Flammer, 1981; Hunkins, 1985; Hyman, 1980; Perez, 1986), através da identificação de relações entre as perguntas dos professores e as dos alunos (Allison & Shrigley, 1986; Buseri, 1987), e de algumas propostas e aplicação de estratégias para estimular a formulação de perguntas dos alunos (Beers, 1986; Davey & McBride, 1986; Dillon, 1988c). Embora, de acordo com Dillon (1982b), a ênfase nas perguntas dos alunos fosse ainda um assunto de comentários pedagógicos em vez de

<sup>19</sup> A construção destes três elementos que intervêm no processo da expressão de uma pergunta foi resultado de uma discussão do autor com o Prof. Mike Watts e Profa. Helena Pedrosa, numa das muitas reuniões de desenvolvimento e reflexão deste trabalho.

práticas ou de investigação, podemos identificar alguns trabalhos que sugerem ou aplicam estratégias para estimular e valorizar as perguntas dos alunos:

- Os sujeitos eram instruídos a escreverem um texto no formato de um relato policial sobre um acidente, mas antes necessitavam de descobrir o que tinha ocorrido, formulando perguntas às “testemunhas” (Flammer, Kaiser, & Mueller-Bouquet, 1981).
- O professor utilizou uma descrição de enaltecimento às perguntas de alto nível cognitivo numa sessão de discussão. Foi dedicada uma semana para cada nível de pergunta: Aplicação, Análise e Síntese (Glover & Zimmer, 1982).
- Aos alunos de química é incentivado a destreza no questionamento, no contexto das suas experiências no laboratório (resolução de problemas). A turma controlo era em tudo semelhante à turma do estudo, mas não eram ensinados a formular perguntas de investigação (Hartford & Good, 1982).
- Incentivo às perguntas dos alunos no contexto da leitura e da discussão (Kitagawa, 1982).
- As crianças do jardim da infância são submetidas a dois modelos diferentes. Um estimula a ouvir e outro estimula a formulação de perguntas. O estímulo consistia em cartões com figuras de objectos de fácil reconhecimento: flores, homem da neve, formas geométricas, cavalos, carros estrelas e pessoas (Lempers & Miletic, 1983).
- No contexto da visita a um museu os estudantes formularam duas perguntas após observação e antes de lerem as inscrições da exposição (Lehman & Lehman, 1984).
- Os estudantes escrevem perguntas que são discutidas e classificadas de acordo com a taxonomia de Bloom. Escolhe perguntas para desenvolver um ensaio. O rascunho desta composição é discutido em pequenos grupos (Beers, 1986).
- Trata de estratégias para incentivarem a capacidade dos estudantes em formular perguntas através do uso de processos activos, resoluções de problemas da vida real, e tomada de decisão (Zoller, 1987).

As perguntas dos professores também foram alvo de muitas investigações na década de oitenta. No capítulo sobre as perguntas dos professores, Dillon (1988b) utiliza um esquema lógico para as discutir. Primeiro, descreve o que os professores devem considerar enquanto planeiam as suas perguntas, a sua execução e prática e até a reflexão sobre a sua prática. Segundo, argumenta que a boa prática do questionamento solicita o uso das perguntas ao serviço de um propósito numa determinada circunstância. Desta forma, Dillon discute três elementos principais no questionamento dos professores: propósito, circunstância, comportamento. “Circunstâncias” e “comportamento” são detalhados em quinze diferentes aspectos. Por exemplo, sobre as “circunstâncias” do questionamento discute as ideias “quem?” (a quem estou ensinando?), “o que?” (qual o

conteúdo que estou ensinando?) e “como?” (Como estou ensinando?). Sobre o “comportamento” discute sobre quantidade, forma, tempo e modo de questionamento.

Carlsen (1991) no seu artigo de revisão sobre o questionamento dos professores foca três características das perguntas: contexto, conteúdo, e respostas/reacções. Nesta revisão argumenta que as investigações sobre questionamento devem reconhecer que o significado das perguntas é dependente dos contextos do discurso, que o conteúdo das perguntas não pode ser ignorado e que as perguntas podem reflectir e sustentar diferentes status em sala de aula.

Este autor afirma, ainda, que muitas investigações (cita principalmente trabalhos da década de oitenta) estão fundamentadas num paradigma “processo-produto”. Investigações numa tradição “processo-produto” têm focado a relação entre as práticas observáveis do questionamento dos professores e os resultados nos alunos. O resultado nos alunos mais frequentemente considerado é o desempenho académico, embora existam trabalhos que considerem as perguntas dos alunos como o resultado primário a ser medido (Good et al., 1987).

Carlsen (1991) argumenta que embora os estudos “processo-produto” sobre o questionamento frequentemente reconheçam a natureza da interacção do discurso, focam o efeito do comportamento verbal do professor sobre o aluno por razões práticas e defensáveis. Segundo este autor, a concordância entre os vários investigadores que periodicamente fazem a revisão da literatura sobre o questionamento num paradigma “processo-produto” deve-se a duas razões. Primeiro, o paradigma tem sido produtivo em identificar a correlação entre o questionamento e o desempenho dos alunos em diversos cenários. Segundo, por ser construída sobre uma lógica prática (discretas modificações no comportamento dos professores ajudam os resultados dos alunos) existe a tendência dos revisores a traduzirem as conclusões das investigações em recomendações para práticas educacionais específicas, programas de treino, e mesmo dispositivos de feedback electrónico para professores.

De acordo com este autor (ibidem), a sociolinguística oferece um paradigma alternativo para estudar o questionamento em sala de aula. Numa perspectiva sociolinguística, as perguntas dos professores podem ser vistas como sendo geradas simultaneamente pelos

professores e pelos alunos (em vez de gerada exclusivamente pelo professor) e podem reflectir e reforçar as relações de autoridade em sala de aula.

Em resumo, a década de oitenta pode ser caracterizada por:

- Investigações, técnicas e manuais sobre como melhorar o modo de questionamento dos professores. Por exemplo, muitos investigadores ainda trataram do “tempo de espera” no contexto das estratégias para melhorar o padrão de questionamento dos professores (Riley II, 1986; Rowe, 1986; Swift & Gooding, 1983; Tobin, 1980).
- Maior elaboração nas teorias e modelos sobre o questionamento. Tratamento multidisciplinar do questionamento, principalmente por James T. Dillon.
- Investigações sobre o questionamento dos professores focando o processo-produto das perguntas dos professores em relação aos resultados deste comportamento nos alunos.
- O número de publicações sobre as perguntas dos professores ter diminuído a partir de 1985 e o número das investigações sobre as perguntas dos alunos ter aumentado de forma relevante.

#### **2.4.2.4 - Publicações sobre “perguntas” na década de 1990**

Na década de noventa observamos uma inversão no número de publicações sobre as perguntas dos professores em relação às publicações sobre as perguntas dos alunos. No entanto, há um número consistente de publicações sobre o questionamento dos professores (ver Figura 2.11). Na Tabela 2.12, sintetizamos algumas das 87 publicações consultadas desta década.

**Tabela 2.12** Publicações sobre perguntas da década noventa (1990-1999)

<b>Autor, Ano, Título</b>	<b>Nível Escolar</b>	<b>Área Disciplinar</b>	<b>Definições, classificações e abordagens sobre as perguntas (Profs. ou alunos)</b>	<b>Estratégias, instrumentos, contextos usados com as perguntas.</b>
(King, 1990) Enhancing peer interaction and learning in the classroom through reciprocal questioning	Universitário	Geral	Realiza duas experiências num procedimento guiado de questionamento recíproco entre colegas. Codifica as perguntas dos estudantes em dois tipos: 1. Recall, 2. Critical Thinking.	Pequenos grupos de cooperação onde os estudantes formulam e respondem perguntas uns aos outros = peer-questioning. Usa um conjunto de <b>perguntas genéricas</b> como modelo para estimular as perguntas dos alunos.
(van Zee & Minstrell, 1991) Using questioning to guide student thinking	Secundário	Física	Analisa com detalhe as perguntas que os alunos e seus professores formularam durante um discussão em sala de aula. O propósito do estudo foi documentar de que forma professores experientes usam o questionamento para guiar o raciocínio dos alunos.	Transcreve uma discussão de aula e anotações, com comentários do professor sobre cada pergunta sua e de seus alunos durante a aula.
(Pedrosa de Jesus, 1991) An investigation of pupils' questions in science teaching	Secundário	Ciências	Investigação sobre as perguntas dos alunos. Classifica as perguntas quanto a sua função e nível cognitivo.	Tese de Doutorado. Utiliza algumas estratégias e instrumentos para incentivar as perguntas dos alunos, nomeadamente, pequenas pausas nas aulas para que os alunos possam formular perguntas por escrito.
(Graesser & McMahan, 1993) Anomalous information triggers questions when adults solve quantitative problems and comprehend stories	Universitário	Matemática	Testa se “informações anómalas” causam um aumento de formulação de perguntas nos estudantes enquanto resolvem um problema quantitativo ou enquanto compreendem uma história.	Os assuntos foram apresentados de diferentes versões para cada problema ou história: 1. original completo, 2. sem informações críticas, 3. adicionar informações contraditórias, 4. adicionar e salientar irrelevâncias.
(Cole & Chan, 1994) Teaching principles and practice	Geral	Geral	Livro com um capítulo sobre questionamento. Todo o capítulo está centrado nas perguntas dos professores.	Tópicos do capítulo: Categorias de perguntas, adquirindo competências em questionar, princípios de questionamento, modelos e papéis inadequados de questionamento.
(van der Meij & Dillon, 1994) Adaptive student questioning and students' verbal ability.	Básico	Linguagem	Examinam a relação entre a habilidade verbal dos alunos e a natureza adaptável das perguntas que estes alunos formulam na tentativa de encontrar um correcto sinónimo para um vocábulo. Classifica as perguntas em função das respostas.	O resultado mostra que os alunos com habilidades verbais elevadas formulam mais “perguntas necessárias” e aumentam o número de “perguntas desnecessárias” para tópicos difíceis, indicando que estas perguntas foram formuladas para aumentar a segurança no conhecimento.
(Cassidy & DeLoache, 1995) The effect of questioning on young children's memory for an event	Básico	Geral	Examinam o efeito do questionamento dos adultos sobre a memória das crianças. Três grupos experimentais diferentes são comparados em relação à capacidade das	“The results of this study support the view that adult questioning of young children enhances memory for the specific information about which question have been asked , but it does

			crianças lembrarem. Estes grupos foram de Questionamento, Repetição, e um grupo Controlo.	not have generalized effects on memory performance or development.” (p.109). Em alguns casos, as repetições dos professores são mais eficientes que o seu questionamento para a memória das crianças.
(Pedrosa de Jesus, 1995) As perguntas dos alunos como meio auxiliar de ensino/aprendizagem: Contributos para uma prática auto-reflexiva	Secundário	Ciências	Explora as perguntas dos alunos de física e química como meio de auxiliar o Ensino/Aprendizagem. Não apresenta uma classificação para as perguntas neste trabalho.	Os professores estagiários estruturaram as aulas para efectuar duas ou três pausas em silêncio, com duração de aproximadamente um minuto, para que os alunos formulassem perguntas por escrito. Apresenta 3 conclusões principais.
(Beare & Hewitson, 1996) Asking and answering all sorts of scientific questions using spreadsheets	Geral	Ciência	Dá exemplos de como uma folha electrónica pode ser usada para formular e responde toda sorte de perguntas científica. Cinco categorias de perguntas são ilustradas com exemplo.	Uma folha electrónica (tipo Excel) oferece um tremendo potencial para capacitar os alunos para formular e responder toda sorte de perguntas em ciências.
(Watts, Gould, & Alsop, 1997) Questions of understanding: categorising pupils' questions in science	Secundário	Ciências	Discutem as perguntas dos alunos como base de uma abordagem de ensino construtivista. Explora as perguntas dos alunos como indicadores da compreensão e meios para encorajar o questionamento. Apresenta uma categorização para as perguntas dos alunos: Consolidação, Exploração, e Elaboração.	Cada tipo de pergunta é ilustrado com exemplos de uma estudo de caso de um professor que utiliza uma abordagem de “aprendizagem baseada em perguntas”
(Carr, 1998) The Art of Asking Questions in the Teaching of Science	Básico	Ciências	Avalia a maneira como os professores usam as perguntas no ensino de ciências. Mostra uma tabela com as razões dos professores para formular perguntas. Compara o número e tipo de perguntas dos professores e alunos.	Artigo simples e resumido sobre o questionamento dos professores e a importância de incentivar as perguntas dos alunos.
(Yip, 1999) Implications of students' questions for science teaching	Básico	Ciências	Empregar estratégias para tratar com perguntas imprevistas dos alunos, pode ter um efeito significativo nas suas aprendizagens. No contexto da síntese da vitamina C.	Estratégias para tratar com as perguntas dos alunos: 1. Ignorar a pergunta, 2. Solicitar aos alunos que sugiram uma resposta, 3. Indicar a pergunta como trabalho para casa, 4. Assumir que não sabe a resposta, 5. Sugerir uma resposta provável.

Na década de noventa não só encontramos um maior número de investigações sobre as perguntas dos alunos, como as investigações sobre as perguntas dos professores foram discutidas no contexto do pensamento e do questionamento dos alunos. Por exemplo, van Zee & Minstrell (1990; 1991; 1997) analisam as perguntas dos professores como guia do raciocínio e das perguntas dos alunos durante uma discussão. O propósito destes autores no estudo de 1991 foi o de analisar como os professores experientes usam o questionamento para guiar o raciocínio dos alunos. Para isso, usaram transcrições de discussões das aulas de Física e as anotações com comentários do professor sobre as suas perguntas e as perguntas dos seus alunos. Ao justificarem este estudo descritivo estes autores argumentam:

“More than two decades of investigation, however, have yielded conflicting results in attempts to associate the cognitive level of teacher questioning with student achievement (Brophy & Good, 1986; Redfield & Rousseau, 1981; Rosenshine, 1971; Winne, 1979). This suggests that asking students to jump through increasingly complex cognitive hoops may not necessarily result in greater learning. Making connections among students’ belief and school-based knowledge may be equally or even more important” (van Zee & Minstrell, 1991, p.3).

Num estudo do final da década, van Zee & Minstrell (1997) analisam um estudo de caso em que o professor também usa as suas perguntas para guiar o raciocínio dos alunos durante uma discussão de critérios sobre uma medida. Este é um estudo etnográfico num contexto naturalista onde os alunos trabalham em pequenos grupos. Discutem vários modelos de interacção entre as perguntas dos professores e as respostas dos alunos, e propõem que os professores podem mudar para um discurso mais reflexivo através de perguntas que ajudam os alunos a aprender.

Durham (1997) desloca a atenção do questionamento dos professores para investigar quão hábeis são os professores em responderem às perguntas dos alunos. Procura identificar e descrever como os professores de ciências normalmente respondem às perguntas dos alunos, chegando à conclusão que: “The experienced teachers participating in this study felt they responded to student questions in a manner which encouraged student verbal interaction” (Durham, 1997, p.264).

Outra evidência que indica a mudança nas características das investigações sobre o questionamento dos professores pode ser percebido por exemplo pelo artigo de Carr

(1998) que mesmo ao procurar avaliar como os professores usam as perguntas no ensino de ciências salienta a importância do incentivo às perguntas dos alunos. Os diversos livros desta década sobre questionamento, também dedicaram maior atenção às perguntas dos alunos e a relação entre o questionamento de professores e alunos no contexto de sala de aula (Dillon, 1994; Fisher, 1995; Morgan & Saxton, 1994). Por exemplo, Morgan & Saxton (1994) argumentam que boas perguntas conduzem a uma melhor aprendizagem, por isso mostra exemplos de como os professores podem colocar perguntas bem pensadas e encorajar os alunos a formularem melhores perguntas. Estes autores também fornecem: conselhos práticos para modelar as perguntas, actividades inovadoras para encorajar as perguntas, planos de aulas que enfatizam estratégias de questionamento e um total envolvimento dos alunos nas aulas.

O trabalho de King pode caracterizar muito do que foi feito na década de noventa (King, 1990, 1992a, 1992b, 1994a, 1994b). Muitos outros estudos (Foote, 1998; Keeley, Ali, & Gebing, 1998) tiveram por base os trabalhos de King. No trabalho de 1990, King realiza duas experiências com pequenos grupos de cooperação onde os alunos formulam e respondem às perguntas uns dos outros, que King chama de “questionamento recíproco”<sup>20</sup>. Para estimular o questionamento uns aos outros<sup>21</sup> usa também um conjunto de “perguntas genéricas” como modelo para as perguntas dos alunos. Posteriormente, King (1992b) utiliza novamente as “perguntas genéricas”<sup>22</sup> para estimular os alunos a formularem perguntas sobre o conteúdo das aulas que acabaram de ouvir.

Num outro trabalho deste mesmo ano, King (1992a) compara três estratégias em três grupos de alunos diferentes. O primeiro grupo de alunos é treinado na formulação de perguntas e respostas. O segundo grupo é treinado em escrever resumos originais das aulas e o terceiro grupo (controlo) revê as suas notas de aulas. Num teste feito de imediato o grupo 2 lembrou mais os conteúdos da aula do que os grupos 1 e 3. No entanto, num teste de retenção de conteúdo uma semana depois da aula o grupo de auto-questionamento (1) teve um desempenho melhor do que o grupo que fazia resumos (2), e significativamente melhor do que aquele que apenas revia as notas de aulas (3).

No seguimento das investigações sobre o treino dos alunos na formulação de perguntas, King (1994b) também mostra a importância dos alunos serem treinados a formularem

---

<sup>20</sup> Reciprocal Questioning

<sup>21</sup> Peer-questioning

<sup>22</sup> Generic Questions Stems: “What is the main idea of...?” “How would you use ...to ...?” Etc.



explicações. Além de mostrar que os alunos podem ser treinados para formularem perguntas e explicações na construção do conhecimento complexo, afirma: “This study provides evidences that questioning strategies can be used to facilitate the knowledge construction process, which in turn enhances learning” (King, 1994b, p.364).

Rosenshine et al. (1996) faz uma revisão de alguns estudos onde os alunos são ensinados a formular perguntas como meio para melhorar as suas compreensões. O primeiro propósito da revisão foi o de tentar avaliar a eficiência desta estratégia cognitiva na melhoria da compreensão dos alunos, na leitura e audição de um material novo. Um segundo objectivo foi o de usar as investigações revista para auxiliar na aprendizagem de como ensinar estratégias cognitivas.

Ao definir o conceito de estratégias cognitivas, estes autores (ibidem) afirmam que são procedimentos para guiar os alunos na tentativa de completar uma tarefa “pouco-estruturada” tais como a compreensão de textos e a escrita. As tarefas “bem-estruturadas” são aquelas que podem ser divididas em subtarefas ou passos que conduzem consistentemente ao mesmo resultado. As tarefas bem-estruturadas têm sido frequentemente ensinadas através da instrução de cada passo de um algoritmo aos alunos. As tarefas pouco-estruturadas são geralmente mais difíceis, e são chamadas de tarefas de alto nível. Formular perguntas sobre um material que é lido é um exemplo de uma estratégia cognitiva pouco-estruturada. Formular perguntas sobre um determinado assunto não conduz directamente, pelo menos no sentido de seguir passos, à compreensão. Formular perguntas é um processo em que o aluno necessita buscar no texto a informação e combinar as informações, estabelecendo relações entre as várias partes da informação e este processo pode ajudar o aluno na compreensão (Rosenshine, Meister, & Chapman, 1996).

Estes autores (ibidem) concluem na sua revisão que o mais bem sucedido estímulo para facilitar a leitura de um texto quando testado através de experiências para verificar o desenvolvimento da compreensão sobre o material exposto foi: i) sinalização de palavras e ii) as perguntas genéricas ou perguntas estruturais. A revisão revela também um número de elementos de instrução ou estruturas de apoio que serviram de suporte para a aprendizagem dos alunos. Estas estruturas incluem o uso de procedimentos de apoio e facilitador, começando com uma versão simplificada da tarefa, modelos fornecidos e pensar em voz alta, antecipar as dificuldades dos alunos, regular a dificuldade dos

materiais, fornecer cartões com dicas, e o uso de lista de controlo. Segundo este autor, estas estruturas de apoio fornecem vocabulário técnico e ferramentas para melhorar o ensino, e podem ser aplicados para ensinar a escrita ou a resolução de problemas em matemática, física ou química.

No final da década de noventa as investigações sobre questionamento diversificaram-se muito mais quanto ao número de contextos e estratégias para estimular as perguntas dos alunos. Por exemplo, Hmelo & Day (1999) utilizaram uma simulação em computador para fornecer aos estudantes de medicina um modelo de perguntas que deveriam formular. Dori & Herscovitz (1999) utilizaram estratégias para melhorar a habilidade de resolver problemas e estimular a formulação de perguntas dos alunos. Para isso, usaram problemas do mundo real (qualidade do ar) no contexto da aprendizagem cooperativa (método Jigsaw). Outras estratégias para estimular as perguntas também foram empregues por estas autoras, tais como: leitura de artigos científicos, análise de tabelas e gráficos e criação de cartazes.

Olsher, Berl, & Dreyfus (1999) descrevem e discutem o desenvolvimento da habilidade dos alunos em formularem perguntas significativas sobre processos intra-celulares abstractos. A estratégia consistia em o professor introduzir um problema sobre a “caixa preta” (processos bioquímicos) da biotecnologia, seguido das sugestões e perguntas dos alunos para tentar solucionar o problema. O professor responde a estas primeiras perguntas e incentiva os alunos a formularem perguntas sobre a natureza dos processos e seus componentes. Novamente o professor responde a estas novas perguntas e, se necessário, formulará perguntas para demonstrar o tipo de perguntas que deveriam ser formuladas. O ciclo reproduz-se várias vezes até que os alunos possam formular perguntas relevantes e directamente relacionadas com o processo biológico. As principais conclusões a que estes autores chegaram podem ser resumidas em quatro pontos: i) a ênfase na habilidade do questionamento não impede a aprendizagem formal do conhecimento curricular, ii) não se pode esperar dos alunos do secundário que formulem espontaneamente perguntas relevantes sobre processos biológicos abstractos, iii) muitos alunos do secundário são capazes de aprender a formular perguntas sobre processos abstractos que ocorrem nas células vivas, sem terem adquirido qualquer conhecimento em bioquímica, iv) adquirir a habilidade de questionamento sobre processos biológicos parece ser muito difícil para alguns alunos.

Com a preocupação de discutir estratégias para tratar as perguntas espontâneas dos alunos e seu efeito na aprendizagem, numa sessão de treino Yip (1999) perguntou a 26 professores de biologia como deveriam responder às perguntas dos alunos quando não têm uma resposta no livro. As respostas dos professores foram de cinco tipo: i) ignorar a pergunta, ii) solicitar ao aluno que sugira uma resposta, iii) indicar a pergunta como trabalho para casa, iv) assumir que não sabe a resposta, v) sugerir uma resposta provável.

No geral, muitas das estratégias para incentivar o questionamento dos alunos, foram elaboradas no contexto: da resolução de problemas, do trabalho em grupos cooperativos, dos modelos de perguntas, da escrita e da leitura de textos, do exercício e das experiências laboratoriais.

Em resumo, na década de noventa as investigações sobre o questionamento podem ser caracterizadas por:

- Mudanças no foco da investigação do questionamento dos professores para o questionamento dos alunos.
- As investigações sobre as perguntas dos alunos são, nesta década, essencialmente descritivas.
- As descrições do papel das perguntas dos alunos estão relacionadas com diversos procedimentos e contextos de sala de aula: o tomar notas nas aulas (King, 1992a; Laidlaw, Skok, & McLaughlin, 1993), o efeito do conhecimento prévio nas perguntas dos alunos (van der Meij, 1990), a relação das perguntas sobre a compreensão do texto (Koch & Eckstein, 1991), no contexto de aulas tutoriais (Graesser & Person, 1994; Person, Graesser, Magliano, & Kreuz, 1994), no testar de hipóteses, tais como se informações anómalas causam um aumento na formulação de perguntas (Graesser & McMahan, 1993).
- Apesar do foco na descrição, houve muitos trabalhos que abordaram diversas estratégias para incentivar o envolvimento activo dos alunos na formulação de perguntas.

#### **2.4.2.5 - Publicações sobre “perguntas” dos últimos anos**

Do ano 2000 em diante observamos uma confirmação na tendência para o aumento no número de publicações sobre as perguntas dos alunos. Na Tabela 2.13, apresentamos algumas das 90 publicações consultadas e publicadas nos últimos cinco anos.

**Tabela 2.13** Publicações sobre perguntas dos últimos anos (2000-2005)

<b>Autor, Ano, Título</b>	<b>Nível Escolar</b>	<b>Área Disciplinar</b>	<b>Definições, classificações e abordagens sobre as perguntas (Profs. ou alunos)</b>	<b>Estratégias, instrumentos, contextos usados com as perguntas.</b>
(Craig, Gholson, Ventura, & Graesser, 2000) Overhearing Dialogues and Monologues in Virtual Tutoring Sessions: Effects on Questioning and Vicarious Learning.	Universitário	Psicologia	A investigação usa o procedimento de aprendizagem-indirecta (vicarious-learning) na tentativa de aumentar o conhecimento dos estudantes e aumentar a qualidade de suas perguntas num sistema tutorial inteligente envolvendo agentes de animação por computador.	Os estudantes em condições de monólogos formulam significativamente mais perguntas superficiais que requerem respostas curtas do que aquelas em condições de diálogo. Estudantes em condições de diálogo formulam significativamente mais perguntas de raciocínio profundo do que foi modelado pelo tutor virtual durante aquisição de conhecimento.
(Blanchette, 2001) Questions in the Online Learning Environment.	Universitário	Educação à distância	Explora a estrutura sintáctica, a função cognitiva, o perfil pedagógico e as características comunicativas das perguntas formuladas pelos participantes num ambiente de aprendizagem assíncrono (on-line). Usam diversas classificações com algumas categorias cada.	Participantes (17) em pequenos grupos de discussão inteiramente on-line. Analisa 297 perguntas (22% do professor). "Questions asked online draw on a more limited range of syntactic forms, but they exhibit higher levels of cognitive function." (p16)
(Dahlgren & Öberg, 2001b) Questioning to learn and learning to question: Structure and function of problem-based learning scenarios in environmental science education	Universitário	Ciências	Objectivos: i) Descrever como cenários usados no programa de ciências ambientais em termos do tipo de perguntas formuladas pelos estudantes, ii) Iluminar a reflexão dos estudantes sobre o processo de aprendizagem. Cinco diferentes tipos de perguntas: encyclopaedic, meaning-oriented, relational, value-oriented, solution-oriented.	O estudo é baseado nas notas escritas e relatórios focando o processo de aprendizagem produzido por 9 grupos de estudantes.
(Grow-Maienza, Hahn, & Joo, 2001) Mathematics Instruction in Korean Primary Schools: Structures, Processes, and a Linguistic Analysis of Questioning	Básico	Matemática	Procura descrever a estrutura de sala de aula e o processo das aulas de matemática. "As aulas eram realizadas numa sequência altamente organizada, dominada pelas perguntas dos professores incluindo perguntas de alto nível de procedimento conceptual (p.363). Utilizam uma categorização para 6 tipos de perguntas.	Faz uma análise comparativa da estrutura das aulas na Coreia em relação a outros países tendo como ponto de apoio as perguntas dos professores e sua relação com a resposta dos alunos. "Students in Korea were often asked, through teachers' use of procedural and conceptual questioning, to give explanations of procedures and concepts (p.373).
(She, 2001) Different Gender Students' Participation in the High- and Low-achieving Middle School Questioning-orientated Biology Classrooms in Taiwan	Básico	Ciências (Biologia)	Investiga a diferença de género na participação nas aulas através do exame da interacção entre uma professora e 2 grupos, um de alto e outro de baixo desempenho. A professora usa uma estratégia de ensino orientada no questionamento criando aos	As aulas foram vídeo gravadas e analisadas as diferenças de género do padrão pergunta e resposta. Artigo centrado nas perguntas dos professores. Usa uma classificação para as perguntas dos professores e respostas dos alunos e alunas.

			alunos e oportunidades de participação.	
(Janssen, 2002) Instruction in self-questioning as a literary reading strategy: an exploration of empirical research	Básico	Literatura	Examina o auto-questionamento como meio de aumentar a compreensão de textos dos alunos, especialmente de literatura.	Os resultados indicam que os alunos podem ser treinados para formular perguntas durante a leitura e que tal treino pode conduzir para ganhos significativos na compreensão da leitura e retenção na memória.
(Jordan & Siler, 2002) Student Initiative and Questioning Strategies in Computer-Mediated Human Tutoring Dialogues	Secundário e Universitário	Física	Explora a iniciativa dos alunos num diálogo tutorado e com a potencial influência das estratégias de questionamento do tutor. Descreve as perguntas do professor e as respostas dos alunos em que a “iniciativa dos alunos” é definido como qualquer resposta não solicitada do aluno.	Discute a “iniciativa do aluno” e as perguntas do professor como uma forma de incentivar a <b>aprendizagem activa</b> . Analisam um corpus de dados que é uma colecção de diálogos tutorados pelo professor através do computador, em que o tutor apresenta ao aluno um problema qualitativo de física a partir de um conjunto de 30 problemas
(Moyer & Milewicz, 2002) Learning to Question: Categories of Questioning Used by Preservice Teachers During Diagnostic Mathematics Interviews	Universitário	Matemática	Examina as estratégias de questionamento de professores estagiários durante entrevistas “diagnóstico” com as crianças. Desenvolve uma categorização para ser usada pelos professores: 1) checklisting, 2) instructing rather than assessing, and 3) probing and follow-up questions	A análise e reflexão realizadas pelos professores estagiários indicam que o uso do formato das entrevistas diagnóstico permitem a eles reconhecer e reflectir sobre as eficácias das técnicas de questionamento.
(Graesser & Olde, 2003) How Does One Know Whether a Person Understands a Device? The Quality of the Questions the Person Asks When the Device Breaks Down	Universitário	Psicologia	Usam um modelo para prever as perguntas formuladas (PREG model) pelos estudantes quando ocorre um desequilíbrio cognitivo. As perguntas deveriam surgir quando um estudante estuda uma fechadura quebrada (a chave roda mas a lingueta não se move).	Confirmaram as previsões do modelo PREG para as perguntas formuladas. Os que compreendem profundamente a fechadura formularam boas perguntas quando confrontados com o cenário do defeito.
(Yip, 2004) Questioning skills for conceptual change in science instruction	Secundário	Ciências (Biologia)	Explora o impacto de um programa de educação inicial de professores com um forte foco sobre um modelo de mudança conceptual em ciências. Baseia-se em observação de sala de aula, nos tipos de perguntas formuladas por um grupo de professores	Discute as perguntas de alto e baixo nível cognitivo, que chama de “conceptual-change questions”. Discute 10 tipos de perguntas dos professores. Especial atenção para as perguntas dos professores que apontam uma indução em mudança conceptual nos alunos.
(Hofstein, Navon, Kipnis, & Mamlok-Naaman, 2005) Developing Students Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories	Secundário	Ciências (Química)	Dois aspectos são investigados neste estudo: (a) a habilidade dos alunos em formularem perguntas relativas as suas observações e descobertas numa experiência tipo investigação (teste prático), e (b) a habilidade dos alunos formularem perguntas depois de lerem criticamente um texto científico.	A população de alunos consistia em dois grupos: um grupo de investigação no laboratório (grupo experimental) e um grupo de laboratório tradicional (grupo controlo).

Muitos investigadores da área do questionamento já tinham reconhecido, em décadas anteriores, que formular perguntas é uma estratégia de aprendizagem activa. Por exemplo, Rosenshine (1996) admite que o formular perguntas após ou durante a leitura de um texto é um processo activo e acrescenta: “Composing questions may require students to play an active, initiating role in the learning process” (p.183). Singer (1978) e King (1994a) também afirmavam que envolver os alunos neste *processo activo* pode conduzir a uma melhor compreensão e aumento da memorização da informação, particularmente das características centrais de uma passagem num texto. Wong (1985) assume a hipótese teórica de que os alunos para serem um entendedor activo e um pensador independente, devem formular perguntas que apontem, evidenciem e guiem os seus pensamentos nas suas leituras. Shodell (1995) destaca o papel activo que o aluno desempenha ao formular perguntas e Napell (1978) afirmava que: “learning the skill of effective questioning techniques can change students from passive classroom spectators to active, creative participants in the learning process” (p.188).

A relação entre as perguntas dos alunos e o envolvimento activo na aprendizagem também foi reconhecida por outros autores. Por exemplo, Johnson (1995b) chamava de “questionamento activo” às perguntas formuladas pelos alunos, e questionamento passivo quando as perguntas eram formuladas pelos professores. Prosser (1974; 1978) afirmava que “perguntas activas” eram aquelas formuladas pelo sujeito e “perguntas passivas” eram aquelas oferecidas ao sujeito como um problema a ser solucionado.

Embora não seja uma “característica nova”, as investigações dos anos mais recentes sobre o questionamento têm tido em consideração, de forma mais objectiva, o incentivo às perguntas dos alunos como estratégia para promover o seu envolvimento nas suas próprias aprendizagens. Contudo, o número de investigações a nível universitário continua ainda a ser pouco expressivo.

Quando Wager (2002) descreve as técnicas e métodos para implantar a aprendizagem activa na universidade dá também, tal como no questionamento socrático, ênfase às perguntas, embora esteja direccionado para as perguntas dos professores. Jordan & Siler (2002) também discutem a iniciativa dos alunos em responderem às perguntas dos professores como uma forma de incentivar a aprendizagem activa.

No entanto, muitos outros autores (Chin, Brown, & Bruce, 2002; Marbach-Ad & Sokolove, 2000a; Pedrosa de Jesus, Neri de Souza, & Teixeira-Dias, 2002; Pedrosa de Jesus et al., 2005) reconhecem que a aprendizagem activa pode ser mais eficazmente desenvolvida através do questionamento dos alunos.

No contexto do trabalho de Marbach-AD & Sokolove (2000a; 2000b; 2002), a diferença das aulas fundamentadas na “aprendizagem activa” em relação as aulas tradicionais é estabelecida principalmente na centralidade que as perguntas dos estudantes têm nas aulas onde a aprendizagem activa é estimulada. No Quadro 2.2, apresentamos o modo como estes autores diferenciam estes dois tipos de aulas, apoiando os seus argumentos nas perguntas dos estudantes.

**Quadro 2.2** Comparação entre uma aula de “aprendizagem activa” e uma aula tradicional através do questionamento de sala de aula (Marbach-Ad & Sokolove, 2000a, p.857)

<i>Aprendizagem Activa</i>	<i>Tradicional</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Os estudantes são desafiados a formularem perguntas durante a aula sobre os tópicos que não estavam claros ou sobre questões que relacionam um tópico com outro. (Um microfone sem fios foi usado para aumentar a comunicação em sala de aula.)</li> <li>O professor recebe muitas perguntas dos estudantes por e-mail sobre os assuntos que estão a ser ensinados.</li> <li>Para além do capítulo de exercícios para casa, é dado aos estudantes uma tarefa em que são instruídos a formularem duas perguntas escritas originais, após terem completado um curto artigo de investigação sobre um dado assunto (usando como fontes: livros, Internet, jornais, profissionais especialistas, revistas, etc.). A tarefa inclui que as duas perguntas sejam classificadas e devolvidas aos estudantes.</li> <li>Parte significativa da aula é dedicada a ajudar os estudantes a aprenderem a reconhecer a diferença entre perguntas.</li> <li>Os estudantes trabalham em grupos de Aprendizagem Cooperativa (AC) no decorrer da aula (3-5 estudantes). Também estão presentes umas horas por semana numa sessão com ~ 25 estudantes. Os grupos de AC são formados ao acaso no início do semestre.</li> <li>Os estudantes são acostumados a múltiplos tipos de avaliação. Para além dos exames e testes (35%) as suas classificações finais incluem as notas das tarefas de casa (30%), e as suas participações na aula (35%). Quase todos os estudantes fazem o esforço para completarem todas as tarefas e exercícios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poucos estudantes formulam perguntas em sala de aula; outros estudantes não podem ouvir bem e raramente respondem com uma pergunta adicional ou pedido de esclarecimento.</li> <li>As perguntas por e-mail são quase exclusivamente de procedimento (“Qual o capítulo que será abordado no próximo exame?”).</li> <li>O capítulo de exercícios para casa, que os autores descrevem no artigo, constituiu apenas de trabalhos escritos onde era solicitado que os estudantes os fizessem durante o semestre.</li> <li>Quando os estudantes submetem as suas perguntas não existe nenhuma discussão na aula sobre elas, além de poucos comentários do professor sobre as perguntas com erros nos conceitos ou na compreensão.</li> <li>Grupos de aprendizagem cooperativa não são usados em aulas numerosas, mas são utilizadas pelos professores assistentes em salas com menos alunos, numa sessão semanal de discussão.</li> <li>A classificação final depende unicamente dos exames, e mesmo quando o professor oferece créditos extra para a formulação de perguntas, apenas metade dos estudantes formulam perguntas.</li> </ul>



Como podemos notar, no trabalho de Marbach-Ad & Sokolove (2000a) o incentivo às perguntas dos estudantes é transversais a diversas estratégias e instrumentos, tais como: a resolução de problemas, o trabalho em grupos cooperativos, e o uso das tecnologias de comunicação. Sobre este trabalho os autores concluem:

“In summary, there was a significant improvement in students' questions toward the end of the semester in the active learning class following a specific intervention, while in the traditional class there was little, if any, improvement following the same intervention” (Marbach-Ad & Sokolove, 2000a, p.867).

Nestes últimos anos, as investigações sobre o questionamento têm procurado melhorar antigas estratégias de ensino para incentivar as perguntas e o envolvimento activo dos estudantes. Por exemplo, Etkina (2000) e Harper, Lin, & Etkina (2003) utilizaram os conhecidos relatórios semanais como ferramentas para desenvolver a habilidade dos estudantes universitários em formular perguntas. Na investigação de Etkina (2000) foi solicitado aos estudantes que respondessem a três perguntas: i) o que é que aprendeu nesta semana? ii) quais são as perguntas que permanecem por esclarecer? iii) se fosse o professor, que perguntas formularia para descobrir se os alunos compreenderam o assunto mais importante da semana? Este autor conclui que o relatório e as perguntas nele formuladas ajudaram os professores a identificar as dificuldades imediatas dos seus estudantes e a ajustar o ensino às suas necessidades, adequando o nível de dificuldade dos conteúdos e dos testes. Estes relatórios também deram aos professores a oportunidade de interagir regularmente e individualmente com os estudantes fornecendo comentários e respostas às suas perguntas.

Outras investigações procuraram estudar outros aspectos da interacção em sala de aula através das perguntas. Marx, Fuhrer, & Hartig (2000) investigaram a relação entre o arranjo das cadeiras na aula e as perguntas das crianças. Este autores concluíram que as crianças formularam mais perguntas quando estavam dispostas em semicírculos em vez de colunas e linhas. A interacção através das perguntas também tem sido estudada fora do contexto tradicional de sala de aula, como por exemplo, através do uso do computador e das tecnologias da comunicação como a Internet (Baraka & Rafaeli, 2004; Belanich, Wisher, & Orvis, 2003; Craig et al., 2000; Hakkarainen, 2003; Koufetta-Menicou & Scaife, 2000; Pedrosa de Jesus et al., 2001).

O desenvolvimento do pensamento crítico através do questionamento também tem sido discutido por alguns autores (Browne & Keeley, 2001; Paul & Elder, 2001; Walker, 2003). Por exemplo, Walker (2003) discute algumas estratégias de aprendizagem activa para promover o pensamento crítico. Este autor fez uma revisão na literatura de 1933 a 2002 nas bases de dados Medline e Eric (Educational Resources Information Center) relacionados com o pensamento crítico, ao questionamento e várias técnicas pedagógicas de pensamento crítico. Concluiu, então, que o questionamento, os exercícios escritos, e os debates e discussões são estratégias de aprendizagem activa e acrescenta: “Students should be encouraged to be inquisitive, ask questions, and not believe and accept everything they are told” (Walker, 2003, p.263). Paul & Elder (2001) afirmam que não é possível torna-se um bom pensador e ser um pobre questionador, e que o pensamento não é dirigido por respostas, mas por perguntas.

Muito do que tem sido investigado na área do questionamento nos últimos cinco anos pode ser caracterizado através dos trabalhos de Chin e colaboradores (Chin, 2004a, 2004b; Chin & Brown, 2000; Chin, Brown, & Bruce, 2002; Chin & Chia, 2004b; Chin & Kayalvizhi, 2002). Esta autora reconhece que: “Questioning is key to active and meaningful learning, and is the cornerstone of scientific enquiry” (Chin, 2004b, p.107). As suas investigações são principalmente sobre o questionamento dos alunos em diversos aspectos, desde as estratégias para a promoção do questionamento até o estudo das relações entre as perguntas, as explicações e as abordagens à aprendizagem. Por exemplo, Chin & Brown (2000) estudaram as diferenças qualitativas entre as abordagens superficiais e profunda da aprendizagem em ciências, destacando as perguntas e as explicações de nível elevado dos alunos como elementos chave de uma abordagem profunda à aprendizagem. Posteriormente, Chin, Brown, & Bruce (2002) confirmam estes resultados, estabelecendo que as perguntas dos alunos baseadas em informações (factual e de procedimentos) eram resultantes tipicamente de uma abordagem superficial da aprendizagem, enquanto que perguntas resultantes da “surpresa”<sup>23</sup> (compreensão, previsão, detecção de anomalias, aplicação e planeamento) eram um indicativo de uma abordagem mais profunda. Também concluem que as actividades de resolução de problemas produzem mais, e uma grande variedade de “perguntas de surpresa” do que as actividades controladas pelo professor.

---

<sup>23</sup> “Wonderment Questions”

Chin & Chia (2004b) apresentam um modelo (Q-PBL, question driven problem-based learning) onde exploram a resolução de problemas através do questionamento. Os objectivos deste estudo foram o de investigar: i) as fontes de inspiração dos alunos para a formulação de problemas e perguntas, ii) os tipos de perguntas que os alunos formularam individualmente e em colaboração, e iii) o modo como as perguntas dos alunos os guiaram na construção do conhecimento. Outras questões de investigação foram formuladas por Chin (2004b), por exemplo: Como é que formulação de perguntas pode facilitar a construção do conhecimento? Que estratégias podem os professores usarem para encorajar as perguntas dos alunos e incentivar a “cultura do questionamento” na sala de aula de ciências?

Ao discutir sobre o modo como as perguntas podem facilitar a construção do conhecimento, esta autora argumenta que as perguntas, especialmente aquelas formuladas como resultado da “surpresa”, estimula os alunos a gerarem explicações e a propor soluções para o problema. Estas perguntas despertam o uso de estratégias de pensamento profundo que poderiam não ser invocadas se a pergunta não fosse formulada. Assim, as perguntas desempenham um importante papel em envolver mais activamente a mente dos alunos (Chin, 2004b).

Esta autora (ibidem) menciona muitas estratégias para estimular as perguntas dos alunos. Citaremos apenas algumas:

- Antes de iniciar a aula o professor deverá solicitar aos alunos que pensem em perguntas sobre o tópico que vai ser abordado. As perguntas podem ser escritas no papel ou no quadro. Uma vez formuladas as perguntas, solicita-se aos alunos que as agrupem ou categorizem.
- No ensino de resolução de problemas o professor pode solicitar aos alunos que formulem perguntas sobre o problema. Estas perguntas podem ajudar a definir os parâmetros envolvidos no problema (Quais as variáveis envolvidas no problema? Quais as informações de que necessito para resolver o problema?)
- Formular perguntas antes de uma actividade laboratorial e registar estas perguntas no caderno de laboratório.
- Treinar os alunos em estratégias de questionamento no sentido da aprendizagem da sintaxe, da linguística e da tipologia do acto de interrogar.
- Ensinar os alunos a categorizar diferentes tipos de perguntas pode ajudá-los a terem consciência de que os diferentes tipos de perguntas produzem diferentes

processos de pensamento, que por sua vez pode ajudar a construir respostas por diferentes caminhos.

- Chin cita ainda as quatro formas de estimular as perguntas dos alunos propostas por Biddulph, Symington & Osborne (1986), que incluem fornecer aos alunos: um estímulo adequado (materiais, experiências e acontecimentos que despertem a curiosidade), um modelo de formulação de perguntas, o desenvolvimento de uma atmosfera receptiva em sala de aula, e incluir a formulação de perguntas na avaliação (Chin, 2004b).

Apesar da maioria das investigações desta autora serem sobre as perguntas dos alunos, Chin (2004a) também discute a importância da discussão e do questionamento dos professores como um forma de encorajar o pensamento crítico, a independência e a criatividade dos alunos em resolver problemas. Em resumo, as investigações desta autora incluem as abordagens à aprendizagem dos alunos, à aprendizagem pela resolução de problema, e o modo como os professores podem apoiar o pensamento dos alunos e promover a aprendizagem activa.

Outra autora que certamente pode caracterizar as investigações sobre o questionamento dos últimos cinco anos é Pedrosa de Jesus e colaboradores (Pedrosa de Jesus, Almeida, Teixeira-Dias, & Watts, 2003; Pedrosa de Jesus, Almeida, & Watts, 2002; Pedrosa de Jesus, Almeida, & Watts, 2003, 2004a; Pedrosa de Jesus, Almeida, & Watts, 2004b; Pedrosa de Jesus, Neri de Souza, & Teixeira-Dias, 2002, 2003; Pedrosa de Jesus et al., 2001; Pedrosa de Jesus, Neri de Souza, Teixeira-Dias, & Watts, 2003, 2004; Pedrosa de Jesus et al., 2005; Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias, & Watts, 2001; Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias, & Watts, 2003; Teixeira-Dias et al., 2005)<sup>24</sup>.

As publicações de Pedrosa de Jesus sobre o questionamento destes anos podem ser divididos em duas linhas principais. A primeira linha versa sobre as perguntas dos estudantes e a promoção da aprendizagem activa, e a segunda sobre as perguntas dos estudantes e seus estilos de aprendizagem, sempre no contexto do primeiro ano universitário em Química.

Na primeira linha de investigação, Pedrosa de Jesus e colaboradores procuraram desenvolver estratégias e adoptaram actividades de ensino e de aprendizagem para

---

<sup>24</sup> Alguns dos resultados destas publicações fazem parte desta tese.

explorar formas de estimular a aprendizagem activa através da melhoria da qualidade da interacção em sala de aula. A qualidade na interacção foi desenvolvida através do incentivo às perguntas dos estudantes em vários contextos, e com várias instrumentos e estratégias, tais como: uso das tecnologias de comunicação e informação, no trabalho cooperativo em grupos, na resolução de problemas, nas actividades de escrita de perguntas e explicações, e na transformação das aulas laboratoriais (Pedrosa de Jesus et al., 2005; Teixeira-Dias et al., 2005).

Na segunda linha de investigação Pedrosa de Jesus tentou estabelecer uma relação entre as perguntas dos estudantes e seus estilos de aprendizagem, tomando por base os estilos de aprendizagem de Kolb e as abordagens à aprendizagem de Entwistle (Pedrosa de Jesus, Almeida, & Watts, 2004b).

Além de Chin e Pedrosa de Jesus, outros autores também focam as perguntas dos alunos nos seus trabalhos destes últimos cinco anos (Costa, Caldeira, Gallástegui, & Otero, 2000b; Dillon, 2003; Goh, 2004; Graesser & Olde, 2003; Hofstein et al., 2005; Loy, Gelula, & Vontver, 2004; Otero & Graesser, 2001; Watts & Pedrosa de Jesus, 2001).

Existem muitos livros com capítulos ou secções dedicados ao questionamento (Good & Brophy, 2000; Wellington, 2000). No entanto, Walsh & Sattes (2005) dedica um livro recente inteiramente a discutir o questionamento em sala de aula. Estes autores mostram a vitalidade desta área de investigação tratando tanto das perguntas dos professores como das perguntas dos alunos no contexto das interacções, da promoção da compreensão, da comunicação, do ensino e da aprendizagem. Algumas das questões discutidas neste livro (Walsh & Sattes, 2005) são: Como pode o questionamento de qualidade transformar a sala de aula? Como pode o questionamento efectivo ajudar a transformar a aula tradicional centrada no professor para uma aula centrada no aluno, e orientada para a aprendizagem por investigação? Quais são as relações entre as perguntas de qualidade e o desempenho na aprendizagem dos alunos? Porque existe uma grande distância entre o que sabemos sobre o questionamento efectivo e o que realmente fazemos em sala de aula?

No capítulo em que estes autores abordam mais detalhadamente como ensinar os alunos a formularem perguntas, transformando-se assim em pensadores e aprendizes mais eficientes, questionam:

“Quais são as relações entre o questionamento, pensamento, aprendizagem e desempenho dos alunos? O que necessitamos ensinar aos alunos sobre a arte de formular perguntas e do uso de estratégias de questionamento efectivos? Como podemos criar uma cultura de sala de aula que encoraje e apoie o questionamento dos alunos?” (Walsh & Sattes, 2005, p.113).

A maioria das estratégias e autores que Walsh e Sattes citam como suporte para discutir estas questões foram apresentadas ao longo do presente capítulo de revisão, mostrando que as questões do ensino e da aprendizagem através do questionamento em sala de aula é um assunto de importância vital, e que mereceu atenção dos investigadores e dos educadores nas suas práticas diárias ao longo dos anos.

### CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

*“The research question in a grounded theory study is a statement that identifies the phenomenon to be studied... Grounded theory questions also tend to be oriented toward **action** and **process**” (Strauss & Corbin, 1998, p. 38)*





### 3.1 - Introdução

A escolha do método de investigação mais apropriado é uma tarefa importante e difícil para qualquer investigador. Sendo uma decisão crítica em todas as ciências, é-o ainda mais quando tratamos das ciências humanas e sociais, tal como a educação em ciência. Muitas destas dificuldades residem na complexidade e subjectividade desta área do conhecimento.

Constata-se, com alguma frequência, a utilização dos conceitos de método, técnica e metodologia de forma pouco clara. Para Bisquerra (1996), o **método** é um caminho para chegar a um fim. Os métodos de investigação constituem um procedimento ou conjunto de procedimentos que servem para alcançar os objectivos estabelecidos. Estes métodos são aproximações para a recolha e a análise dos dados com vista a uma conclusão, podendo ter implicações directas na prática. As **técnicas** são meios auxiliares com a mesma finalidade dos métodos, no entanto, são mais particulares e os métodos são mais gerais. Dentro de um método podemos utilizar diversas técnicas. Segundo Wagner (2003) o termo “método” tem a mesma raiz da palavra grega “matemática” que significa “medir”, e um sinónimo de método é técnica.

A **metodologia** é a descrição e análise dos métodos. A metodologia ocupa-se mais com o processo de investigação do que com os resultados, sendo um estudo analítico e crítico dos métodos de investigação. Segundo Cohen et al. (2003), a metodologia ajuda-nos a compreender, no sentido amplo do termo, não o produto da investigação científica, mas o processo. Assim, os métodos são um dos componentes da metodologia. No entanto, entre os termos “método” e “técnica” não se pode estabelecer uma distinção clara. Apesar de reconhecer estas diferenças, aqui utilizaremos as expressões “método” e “metodologia” como sinónimos, como fazem muitos estudiosos.

Partimos do princípio defendido por Alves-Mazzotti & Gewandsznajder (1998), de que não há metodologias “boas” ou “más” em si, mas sim metodologias adequadas e inadequadas para tratar um determinado problema. Por isso, procuraremos demonstrar a adequação do paradigma e dos métodos de investigação adoptados neste estudo.

O confronto existente entre as concepções básicas da “realidade” das ciências humanas e sociais pode ser expresso através de dois pólos: o subjectivismo e o objectivismo. Enquanto que nas ciências exactas (naturais) uma vez estabelecida a metodologia a ser seguida, a investigação se encaminha sem grandes ajustes metodológicos, nas ciências humanas e sociais, como a educação em Química, mesmo os métodos mais consagrados na literatura necessitam de ser refeitos e adaptados à nova “realidade” a ser investigada. O controlo metodológico e o seu equilíbrio entre a objectividade e a subjectividade é expresso por Mayring (2002), quando declara que o processo de investigação, apesar da sua abertura, precisa seguir, de maneira metodologicamente controlada, os passos processuais individuais que devem ser explicados, documentados e atender a regras justificadas.

As concepções objectivas e subjectivas nas ciências humanas e sociais podem conduzir a duas metodologias distintas, embora não conflituantes: a qualitativa e a quantitativa. A metodologia quantitativa move-se dentro de uma ciência nomotética<sup>25</sup> cujo objectivo é chegar a formular leis gerais. A metodologia qualitativa move-se numa ciência ideográfica<sup>26</sup>, cuja ênfase é o particular e o individual (Bisquerra, 1996).

Naturalmente, não pretendemos neste capítulo descrever e analisar cada uma destas concepções. Pretendemos sim, descrever, num quadro geral de metodologias e paradigmas, os caminhos tomados nesta investigação em específico. Segundo Bisquerra (1996), o paradigma interpretativo agrupa correntes distintas que apresentam um ponto de vista oposto ao positivismo, nomeadamente: **o paradigma naturalista, o paradigma qualitativo**, a fenomenologia, a etnografia, o paradigma ecológico, o interacionismo simbólico etc. Como a nossa investigação se enquadra dentro de um paradigma naturalista, com elementos de uma metodologia etnográfica, passaremos a desenvolver um pouco mais a nossa discussão nesta direcção.

---

<sup>25</sup> Diz-se dos processos naturais que ocorrem com perfeita regularidade, segundo leis invariáveis; (Do gr. nomothétes, «legislador»+-ico)

<sup>26</sup> Ideografia: sistema de escrita em que se representam as ideias por imagens ou símbolos; (Do gr. idéa, «ideia» +gráphein, «descrever» +-ia)

### 3.2 - Paradigma de Investigação

Se recorremos a um dicionário, paradigmas são padrões, ou modelos, como a própria raiz da palavra indica (do gr. *parádeigma*, «modelo», do lat. *paradigma*, «modelo»)<sup>27</sup>. No entanto, Lincoln (1985) considera esta definição pouco adequada. Citando Michael Patton, este autor define paradigma como “uma visão de mundo, uma perspectiva geral, uma maneira de “amenizar” a complexidade do mundo real.” Assim, um paradigma é muito mais do que um modelo ou padrão, é uma visão de mundo, uma cosmovisão, que reflecte as nossas crenças e concepções mais básicas sobre a condição humana, sobre o que é real, o que é verdadeiro, o que é belo e sobre qual é a natureza das coisas. Alves-Mazzotti & Gewandszajder (1998) repetem a concepção kuhniana de paradigma, como uma espécie de “teoria ampliada” formada por leis, conceitos, modelos, analogias, valores, regras para a avaliação de teorias e formulação de problemas, princípios metafísicos, bem como pela pela solução concreta de problemas.

O paradigma positivista foi dominante nas ciências humanas e sociais desde a década de trinta até à década de sessenta do século passado. O argumento central deste paradigma postula que a realidade social do mundo existe como elemento independente ao investigador e que é possível medi-la directamente através da observação. Segundo Gray (2004), o positivismo argumenta essencialmente que: *i*) a realidade consiste no que está disponível aos sentidos (visão, tacto, paladar), *ii*) a investigação deve basear-se na observação científica (experiências empíricas), *iii*) as ciências naturais e humanas dividem uma lógica e princípios metodológicos comuns, tratando com factos e não com valores.

O erro fundamental do positivismo consiste na sua concepção de investigação científica. A ciência é certamente construída através das explicações teóricas; contudo, não é somente no que podemos observar que está fundamentada. Na realidade, muito do que a ciência tem realizado está quase inteiramente fundamentado em formulações matemáticas, ou através de evidências indirectas (Gray, 2004).

---

<sup>27</sup> O termo paradigma é reutilizado pela linguística, a partir dos estudos do linguista suíço Ferdinand de Saussure, nos anos 20 e seguintes do século XX. Enciclopédia electrónica da Porto Editora. [www.infopedia.pt](http://www.infopedia.pt)

A “crise dos paradigmas” atingiu o seu auge no final da década de sessenta quando os questionamentos de Kuhn sobre a objectividade e racionalidade da ciência, e as críticas da Escola de Frankfurt sobre a postura ideológica da atitude científica dominante, colaboraram para abalar a confiança na ciência. É neste contexto que nas ciências humanas e naturais surgem “modelos alternativos” ao positivismo que foram inicialmente denominados de “paradigmas qualitativos”.

A década de 80 foi uma época em que surgem inúmeras publicações procurando caracterizar o “novo paradigma” (Guba & Lincoln, 1981; Lincoln, 1985). Os três paradigmas mais frequentemente apontados como sucessores do positivismo são: o pós-positivismo, a teoria crítica e a naturalista.

Segundo Guba (1985), o termo “naturalista” descreve um paradigma de investigação e não um método. Tal como outros autores, Guba escolheu vários nomes para designar o “paradigma naturalista”, por exemplo: metodologia de estudo de caso, método etnográfico, método antropológico, método qualitativo e método de campo. Frequentemente, o termo paradigma é substituído por método, como em “método etnográfico” e “método qualitativo”. Contudo, este autor afirma que cada um destes termos tem implicações distintas. Algumas destas designações são aceitáveis, como por exemplo “paradigma etnográfico”, mas outras não o são, para este autor, em particular, a designação “paradigma qualitativo”.

Lincoln & Guba (1985) apresentam o paradigma naturalista e contrastam-no com o paradigma positivista. Na Tabela 3.1, apresentamos uma descrição axiomática feita por estes autores a estes dois paradigmas.

**Tabela 3.1** Contrastes entre os axiomas positivista e naturalista (Adaptado de Lincoln & Guba, 1985, p. 37)

<i><b>Axioma</b></i>	<i><b>Paradigma Positivista</b></i>	<i><b>Paradigma Naturalista</b></i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A natureza da realidade (ontologia).</li> </ul>	A realidade é simples, tangível e fragmentada.	As realidades são múltiplas, construídas e holísticas.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relação do conhecedor com o conhecimento (epistemologia).</li> </ul>	Conhecedor e conhecimento são independentes (dualismo).	Conhecedor e conhecimento são inseparáveis e interactivos.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A possibilidade de generalização.</li> </ul>	São possíveis generalizações independentes do tempo e do contexto (nomotética).	São possíveis unicamente hipóteses ligadas ao tempo e ao contexto (ideográfico).

<ul style="list-style-type: none"> <li>• A possibilidade de ligações causais.</li> </ul>	Existem causas reais, precedentes temporais ou simultâneos com seus efeitos.	Todas as realidades estão num estado de desenvolvimento simultâneo; assim é impossível distinguir causas de efeitos.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• O papel dos valores (axiologia).</li> </ul>	A investigação é independente de valores.	A investigação é dependente de valores.

Resumidamente, a diferença chave entre o paradigma positivista e o naturalista fundamenta-se em cinco axiomas correlacionados: a natureza da realidade, a relação entre o conhecedor e o conhecimento, a possibilidade de generalização das descobertas, o estabelecimento de relações de causalidade e o papel dos valores.

A partir da década de noventa, continuaram a ser apontados três paradigmas de investigação como sucessores do positivismo: o pós-positivismo, a teoria crítica e o construtivismo (Denzin & Lincoln, 2000; Guba, 1990). A denominação construtivismo foi adotada, segundo Alves-Mazzotti & Gewandsznajder (1998) como substituição da “naturalista” por os seus adeptos terem considerado que este termo dava margem a associações indevidas com o naturalismo inglês do século XIX, ou com uma ontologia realista. No entanto, o termo “construtivismo” tem sido questionado, tendo em conta que esta denominação tem gerado confusões com as teorias construtivistas da aprendizagem e do desenvolvimento humano. Lather (1990), argumenta que Lincoln usa o termo “construtivismo” de modo alternado com os termos “naturalismo”, “etnografia” e “fenomenologia”. Alves-Mazzotti & Gewandsznajder (1998) utilizam a expressão “construtivismo social” na tentativa de amenizar a confusão de termos e por, ao mesmo tempo, permitir a identificação com o termo proposto no início da década de noventa.

No contexto deste estudo utilizaremos o termo “naturalista” por ser o termo originalmente proposto, por causar menos confusões no contexto da educação em ciências e ainda por ser utilizado recentemente por diversos autores (Cohen, Manion, & Morrison, 2003; Denzin, 1998; Gray, 2004; Wagner, 2003).

Os pressupostos básicos do naturalismo foram resumidos por Guba (1990, p. 18-27), em função duma visão *ontológica* (qual é a natureza do conhecimento? ou qual é a natureza da “realidade?”), *epistemológica* (qual a natureza da relação entre o

conhecedor [investigador] e o conhecimento?) e *metodológica* (como deveria o investigador “descobrir” o conhecimento?).

Assim, um paradigma naturalista pressupõe:

- i)* Uma ontologia relativista – considera que, em qualquer investigação, há muitas interpretações possíveis e não há um processo de base que permita determinar a veracidade ou a falsidade dessas interpretações. As realidades existem sob forma de múltiplas construções mentais, locais e específicas, fundadas na experiência social de quem as formula;
- ii)* uma epistemologia subjectivista – considerando que as realidades existem apenas nas mentes dos indivíduos, a subjectividade é a única forma de fazer emergir as construções elaboradas e mantidas pelos indivíduos. Os resultados são sempre criados pela interacção entre o investigador e o investigado;
- iii)* uma metodologia hermenêutico-dialéctica – as construções individuais são provocadas e refinadas através da hermenêutica e comparadas (confrontadas) dialecticamente, com o objectivo de gerar uma ou mais construções sobre as quais haja um significativo consenso entre os envolvidos.

Algumas das características do paradigma naturalista são também resumidas por Bisquerra (1996): *i)* preferência por métodos qualitativos; *ii)* o investigador é o principal instrumento, perdendo fiabilidade e objectividade com o objectivo de ganhar maior flexibilidade e ganhar a oportunidade de construir a investigação sobre um conhecimento tácito (implícito, subentendido); *iii)* necessita de teorias que o fundamentem; *iv)* considera que actua numa natureza de realidades múltiplas; *v)* a interacção do investigador com os indivíduos investigados modifica tanto os sujeitos quanto o investigador; *vi)* o desenho da investigação é aberto, “emergente”, evolui e desenvolve-se em “cascata” e nunca está completo até que a investigação termine arbitrariamente; *vii)* é uma investigação de campo.

### **3.3 - Etnografia educacional**

A investigação etnográfica é o tipo de investigação descritiva, fundamentada no paradigma naturalista, que tem as suas origens nos trabalhos de campo realizados por antropólogos culturais e sociólogos qualitativos.

Para Goetz & LeCompte (1984, p.3-4), a etnografia é também um processo, uma maneira de estudar a vida humana. Uma metodologia etnográfica requer uma estratégia de investigação direccionada para a reconstrução cultural. Primeiro, as estratégias usadas produzem dados fenomenológicos, representando a “visão de mundo” dos participantes. Segundo, as estratégias, numa investigação etnográfica, são empíricas e naturalistas. Terceiro, a investigação etnográfica é holística. Quarto, o etnógrafo é eclético, usando uma variedade de técnicas de investigação para acumular dados.

Para estes autores, entre as quatro dimensões estruturais da investigação, isto é, as dimensões indutiva–dedutiva, subjectiva–objectiva, geradora–verificadora e construtiva–enumerativa, a etnografia é tipicamente localizada mais próximo das concepções generativa, indutiva, construtiva e subjectiva.

Nos últimos dois séculos, os antropólogos têm usado os métodos etnográficos para recolher, analisar, e representar a informação. Segundo Tedlock (2000), no final do século dezanove a Associação Britânica para o Avanço da Ciência<sup>28</sup> publicava *Notes and Queries on Anthropology* (1874), com o objectivo de ajudar os teóricos a obterem uma precisa observação antropológica. Além da observação, outro elemento central para a etnografia é o “trabalho de campo”, inicialmente devido à influência do tipo de trabalho desenvolvido pelos naturalistas ingleses. Alguns autores consideraram a enunciação do “trabalho de campo” um paradigma ou teoria. No início do século XX, Malinowski (citado por Tedlock, 2000, p. 457), sugere que o objectivo do etnógrafo é “agarrar” o ponto de vista do “nativo”, sendo esperado que a “observação participante” possibilitasse a compreensão daquilo o observador, no campo, via, pensava, sentia chegando por vezes a comportar-se como um “nativo” integrado no grupo. Segundo Tedlock (2000), os primeiros etnógrafos percebiam que o trabalho de campo não era meramente um “rito de passagem”, mas antes a realidade vivida nas suas experiências etnográficas centradas nas suas vidas intelectuais e emocionais.

Nas últimas duas décadas, alguns autores têm sugerido uma “reviravolta qualitativa” nas ciências sociais (Alvesson, 2003). Por exemplo, Culyba, Heimer, & Petty (2004) examinaram evidências em publicações de referência na tentativa de

---

<sup>28</sup> British Association for the Advancement of Science

caracterizar uma eventual “reviravolta etnográfica”. Estes autores argumentam que na literatura existem menções à “era etnográfica”, sua proliferação, e sua maior respeitabilidade. No entanto, a literatura não fornece qualquer evidência sobre o aumento no número de trabalhos etnográficos. Por isso, questionam: está realmente a haver uma reviravolta etnográfica nas ciências sociais? Para responder a esta e outras perguntas semelhantes consideraram a proliferação de revistas especializadas, bem como o aumento de publicações nas principais revistas de sociologia deste de 1975 até 2001.

A hipótese de Culyba, Heimer, & Petty (2004) é a seguinte: se existem mais trabalhos etnográficos como se supõe haver, então os trabalhos publicados implicarão um aumento no uso das palavras em referências à etnografia. As palavras escolhidas para esta busca foram: etnografia, observação participante e trabalho de campo. Após constatarem o aumento da percentagem de trabalhos que se referem à investigação etnográfica nos últimos anos, sugerem ainda que o principal efeito da “reviravolta etnográfica” tem sido a institucionalização de um conjunto de rótulos em vez de um conjunto de práticas.

Para estes autores (ibidem), a “reviravolta etnográfica” é importante porque promove o debate metodológico dentro da comunidade de investigação qualitativa, mudando o foco da definição entre os métodos quantitativos e qualitativos para as questões dos méritos relativos dos diferentes estilos de trabalhos etnográficos. No entanto, consideramos que se a “reviravolta etnográfica” promove este debate, os seus efeitos vão além da institucionalização de um conjunto de rótulos.

Para Tedlock (2000), embora haja alguma discussão sobre os diferentes estilos de etnografia – clássico, modernista, pós-modernista, pós-estruturalista, a discussão tem sido sobretudo geral ou superficial. O que tem sido ignorado nestes debates é o facto de que existem milhares de trabalhos escritos em muitas linguagens e géneros que são codificados como etnográficos. Assim, o mesmo material pode ser escrito de diferentes formas, usando diferentes estilos e géneros. Por isso, para o etnógrafo é importante conhecer estes diferentes parâmetros.

O mesmo autor (ibidem), apresenta três géneros que podem ser desenvolvidos pelo etnógrafo: *i)* histórias de vida ou biografia, *ii)* memórias e *iii)* narrativas.



Embora a história de vida ou biografia possa ser produzida apenas com base em entrevistas, este tipo de etnografia surge com maior frequência no contexto do trabalho de campo. No segundo tipo, as memórias, é a história de vida do próprio autor (investigador) que está em foco. O autor fornece uma abertura num segmento da sua vida no trabalho de campo. O terceiro género etnográfico, a narrativa etnográfica, envolve a sobreposição dos dois géneros anteriores. Esta é uma forma híbrida, estando o investigador preocupado em construir um quadro preciso do objecto da investigação, sem deixar de incluir, no entanto, a sua própria experiência neste contexto.

Segundo Goetz & LeCompte (1984, p.17-18) a adaptação da metodologia etnográfica feita por investigadores em educação para os problemas e contextos dos seus estudos tem criado uma vasta quantidade de trabalhos. O propósito da etnografia educacional é fornecer dados relevantes e descritivos sobre os contextos, actividades, e crenças dos participantes num ambiente educacional. Segundo estes autores, os estudos que pretendem ser de etnografia educacional variam amplamente no foco, objectivos e métodos de realização. São caracterizados por investigações pequenas relativamente à homogeneidade e à limitação geográfica, por longos períodos de tempo e repetição dos locais de estudo, pela preferência dada à observação participante como estratégia de colheita de dados, auxiliados por uma variedade de outras técnicas complementares, pela criação de uma base de dados que consiste sobretudo em notas de campo, e pela preocupação com uma descrição interpretativa.

Para os autores mencionados, a etnografia educacional não é uma disciplina independente nem tão pouco uma área bem definida de investigação. É antes, uma abordagem para estudar problemas e processos em educação, e representa essencialmente uma fusão interdisciplinar emergente porque tem sido praticada por investigadores vindos de diferentes tradições.

### **3.4 - Investigação naturalista-etnográfica**

Actualmente, diversos teóricos e investigadores têm vindo a usar as expressões paradigma e/ou investigação “etnográfica e naturalista” sempre em associação. Existem mesmo autores que chegam a usar estes termos ligados com hífen,

“naturalista-etnográfico” (Rudestam & Newton, 2001, p. 42; Wagner, 2003, p. 37). Por exemplo, Denzin (1998, p. 407), na sua resenha ao livro *The New Language of Qualitative Method*, comenta que, no sexto capítulo, os autores unem naturalismo com etnometodologia, embora muitos naturalistas não aceitem esta união.

Presumivelmente, os elementos fundamentais de uma investigação naturalista-etnográfica ou da etnografia-naturalista são semelhantes aos estabelecidos na metodologia etnográfica clássica num paradigma naturalista.

Um dos objectivos da etnografia-naturalista é chegar à “compreensão” do que ocorre, o que implica que o investigador passe muito tempo no lugar de estudo. Como metodologia, pode utilizar, por exemplo, entrevistas em profundidade com pessoas chave (representativas). Muitas vezes realizam-se “observações participantes”, envolvendo-se o investigador, activamente com as actividades e objectos de estudo. Procura-se saber qual é o ponto de vista dos sujeitos, o significado que os sujeitos dão às acções e, geralmente, não existe hipótese prévia.

Quem faz etnografia-naturalista tem a intenção de descobrir as características das variáveis e dos fenómenos de uma forma sistemática, gerar e refinar categorias conceptuais, descobrir e validar associações entre fenómenos, comparando ideias e postulados gerados pelo fenómeno estudado numa determinada área concreta, com os sujeitos específicos, bem como em outras áreas ou situações. À medida que se ganha compreensão, vai-se tentando formular hipóteses, a partir das quais se recolhem informações adicionais. Segundo Cohen et al. (2003) o resultado será uma descrição detalhada e crítica com o objectivo de manter a objectividade.

Estes autores (ibidem, p. 137), consideram que várias das abordagens de investigação em educação estão dentro do paradigma de investigação qualitativa, naturalista e etnográfica. Recorrendo a vários trabalhos, estes autores apresentam as características do que designam por investigação etnográfica e naturalista. Apresentamos, em seguida, algumas dessas características:

1. A actividade humana constrói os seus próprios significados das situações;
2. Os significados surgem das situações sociais e são tratados pelo processo interpretativo;
3. Os comportamentos e, portanto, os dados são situados socialmente, relacionados aos contextos, dependentes dos contextos, e enriquecidos nos contextos. Para

- entender uma situação o investigador necessita de compreender os contextos, porque as situações afectam o comportamento e as perspectivas e vice-versa;
4. As realidades são múltiplas, construídas e holísticas;
  5. Conhecedor e conhecimento são interactivos e inseparáveis;
  6. As investigações são influenciadas pelos “valores” do investigador como expresso pela escolha do problema, avaliação, ou opções políticas e no suporte, ligação, e focagem do problema, avaliação ou opção política;
  7. A investigação é influenciada pela escolha do paradigma que guia a investigação do problema;
  8. A investigação é influenciada pela escolha de uma teoria independente utilizada para guiar a recolha e análise dos dados e as interpretações encontradas;
  9. A investigação é influenciada pelos valores inerentes ao contexto;
  10. Os investigadores são os instrumentos da investigação;
  11. Os investigadores geram, em vez de testar, hipóteses;
  12. Os investigadores não conhecem com antecipação o que verão ou o que perceberão;
  13. O processo de investigação e comportamento são tão importantes quanto os resultados;
  14. Os dados são analisados indutivamente, com os “constructos” (ideias) derivados dos dados durante a investigação;
  15. A concepção de uma teoria é fundamentada nos dados “Grounded Theory” (Glaser & Strauss, 1967) – São os dados que sugerem a teoria em vez de ser ao contrário.

Com base nestas características, Cohen, Manion, & Morrison (2003) discutem algumas fases de uma investigação naturalista-etnográfica. A maioria destas fases é comum a todas as investigações desta área, embora não signifique que todas estas fases sejam indispensáveis para a caracterizar:

- 1ª Fase: Localizar o campo de estudo.
- 2ª Fase: Identificar questões éticas.
- 3ª Fase: Decidir qual a amostra.
- 4ª Fase: Encontrar os papéis e gestores dentro do contexto.
- 5ª Fase: Encontrar “informantes”.
- 6ª Fase: Desenvolver e manter relações no campo.
- 7ª Fase: Recolher dados no campo.
- 8ª Fase: Recolher dados fora do campo.
- 9ª Fase: Analisar os dados.

10ª Fase: Deixar o campo.

11ª Fase: Escrever a comunicação.

O processo de análise de dados é retratado por Cohen, Manion, & Morrison (2003) numa sequência de sete passos. Primeiro é estabelecida a unidade de análise, indicando as diferenças e semelhanças entre cada unidade. Em seguida é criado um domínio de análise, que é qualquer categoria simbólica que inclua outras categorias. O terceiro passo é estabelecer relações e ligações entre os domínios. Num quarto passo são feitas inferências especulativas para que, num quinto passo, se realize um resumo para identificar as questões, conceitos e áreas chave. No sexto passo procuram-se casos discrepantes ou negativos e, finalmente, é no sétimo passo que se gera uma teoria.

É no último passo que os autores (ibidem) sugerem que se elabore uma teoria – “Grounded Theory” ou teoria fundamentada (TF) como ferramenta para o investigador gerar teorias alternativas sobre os fenómenos estudados. A relação dos métodos etnográficos, num paradigma naturalista, com a teoria fundamentada é estabelecida por diversos autores, nomeadamente: Charmaz (2000, p.522), Gray (2004, p.340), Lincoln & Guba (1985, p. 188).

### **3.5 – “Grounded theory” – A teoria fundamentada (TF)**

Muitos investigadores preocupam-se em como obter dados precisos, e determinar o modo como uma teoria pode ser confirmada através destes dados. Embora testar teorias seja uma tarefa importante nas ciências humanas, a “teoria fundamentada” procura o caminho inverso, isto é, o da descoberta de uma teoria a partir de dados sistematicamente obtidos e analisados (Glaser & Strauss, 1967). O investigador aborda o assunto a ser investigado sem uma teoria para ser testada, mas com o desejo de entender uma determinada situação, como e porquê os seus participantes agem de determinada maneira, como e porquê determinado fenómeno ou situação se desdobra deste ou daquele modo.

Para Glaser & Strauss (1967) a “teoria fundamentada” (TF) é um método geral para desenvolver teorias que estão fundamentadas em dados analisados comparativamente. Segundo Strauss & Corbin (1998), a TF é um método de

investigação qualitativa que usa um conjunto sistemático de procedimentos para desenvolver indutivamente uma teoria sobre um fenómeno. Ou seja, a teoria deriva dos dados, está fundamentada e emerge deles. Para isso é necessário usar métodos variados de recolha de dados, e reunir um conjunto de informações sobre o fenómeno a ser estudado. Comparando-os, codificando-os, extraindo as regularidades, enfim, seguindo detalhados métodos de extracção de sentido destas informações, o investigador termina, então, com algumas teorias que emergiram desta análise rigorosa e sistemática, razão pela qual o método se intitula “teoria fundamentada” nos dados.

Desde que, na década de sessenta, Glaser e Strauss desenvolveram o método da TF, alguns investigadores qualitativos têm utilizado este método para legitimar as suas investigações. Um dos marcos iniciais da TF é a publicação do livro *The Discovery of Grounded Theory* (Glaser & Strauss, 1967), numa época em que a visão dominante era a de que os estudos quantitativos forneciam a única forma sistemática de investigação nas ciências sociais (Charmaz, 2000). Outro livro dos mais citados na literatura sobre TF é o *Basic of Qualitative Research* (Strauss & Corbin, 1998).

Citando Locke, Gray (2004) sugere que é difícil situar a TF num paradigma de investigação em particular, porque ela tem sido usada em visões diferentes. Segundo Charmaz (2000), tanto Glaser (1992) como Strauss & Corbin (1998) têm deslocado a TF em direcções conflituantes. Em contraste com a posição destes autores, Charmaz sugere uma outra visão que chama de TF construtivista<sup>29</sup>, que passaremos a chamar “TF naturalista” para sermos coerentes com a nomeação do paradigma naturalista discutido anteriormente.

Para este autor (ibidem) o paradigma naturalista para a TF reafirma o estudo dos indivíduos em seus ambientes naturais e redirecciona a investigação qualitativa para além do positivismo. A superioridade da TF está nas suas ferramentas para a compreensão do mundo empírico. Podemos utilizar a TF como um método flexível, com estratégias heurísticas em vez de procedimentos realizados segundo uma

---

<sup>29</sup> Charmaz (2000) usa a expressão “*Constructivist Grounded Theory*” em oposição ao que chama de “*Objectivist Grounded Theory*” para caracterizar a posição Glaser, Strauss & Corbin.

fórmula. Assim, quem utiliza a TF não necessita assumir as concepções positivistas ou objectivistas (Charmaz, 2000, p. 510-511).

Os investigadores podem usar os métodos TF com dados quantitativos ou qualitativos, no entanto estes métodos são usualmente associados à investigação qualitativa. Neste sentido, reafirmamos que o método TF não é um conjunto de técnicas detalhadas para recolha de dados, mas um conjunto de passos dum processo analítico para o desenvolvimento, refinamento e interacção de conceitos.

Existem muitas estratégias e ferramentas para analisar dados qualitativos. Por exemplo, Goetz & LeCompte (1984, p. 164), citado também em Cohen, Manion, & Morrison (2003, p. 150), vêem a indução analítica, a constante comparação, a análise tipológica e a enumeração como ferramentas valiosas para os investigadores qualitativos analisarem os dados e produzirem teorias. Muitas destas “ferramentas” são utilizadas nos fundamentos da TF. Os elementos ou estratégias utilizadas para a aplicação da TF são os seguintes:

- Recolha e análise de dados em simultâneo
- Codificação dos dados em dois passos
- Constante uso do método comparativo
- Uso de notas escritas com o objectivo de construir uma análise conceptual
- Amostragem para refinar as ideias teóricas emergentes do investigador
- Integração de uma estrutura teórica
- Constante reformulação das perguntas de investigação

Strauss & Corbin (1998), enfatizam que o principal propósito de usar o método da TF é desenvolver uma teoria e, para isso, são necessárias as questões de investigação ou questões que nos concedam flexibilidade e liberdade para explorar um fenómeno em profundidade. Para Strauss & Corbin (1998), os procedimentos gerais da TF é formular questões que tracem influências e direcções para a investigação. A TF força-nos a formular questões, tais como: qual é o domínio desta situação sob condições específicas? Como é que isto é manifestado, por quem, quando, onde, como e qual a consequência? Não permanecer abertos a estas questões é obstruir a descoberta de importantes características do domínio e impedir conceptualizações futuras. “A questão de investigação num estudo baseado na teoria fundamentada é uma afirmação que identifica o fenómeno a ser

estudado... Na teoria fundamentada as questões também tendem a ser orientadas para a **acção** e para o **processo**” (Strauss & Corbin, 1998, p. 38). Para estes autores (ibidem, p.276), quando construímos condições cuidadosas e específicas para as teorias que criamos, estamos evitando invocar uma versão idealística do conhecimento, deixando o caminho aberto para futuros desenvolvimentos das nossas teorias. O conhecimento, afinal de contas, está intimamente ligado ao tempo e ao espaço.

Embora não seja uma “receita” a ser seguida rigidamente, em geral podemos identificar cinco fases no processo de construção da TF: *i)* desenhar a investigação, *ii)* recolher dados, *iii)* ordenar dados, *iv)* analisar dados, e *v)* comparar com a literatura. Dentro destas fases, podemos identificar nove procedimentos ou passos. Na Tabela 3.2, apresentamos uma visão geral destas fases e passos adaptados da tabela elaborada por Pandit (1996).

**Tabela 3.2** Processo de construção da investigação baseado na Teoria Fundamentada (Adaptado de Pandit, 1996)

<b>FASES</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>ARGUMENTO</b>
<b>Desenho da Investigação</b>		
<b>1º Passo:</b> Revisão da literatura especializada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definição da questão de investigação.</li> <li>Definição das ideias prévias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tentativa de delimitação.</li> <li>Constrange variações irrelevantes e dá ênfase à validade externa.</li> </ul>
<b>2º Passo:</b> Seleccionar casos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amostragem teórica não aleatória.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concentra esforços em casos teoricamente úteis.</li> </ul>
<b>Recolha de dados</b>		
<b>3º Passo:</b> Desenvolver um rigoroso protocolo de recolha de dados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Criar um banco de dados de estudo de casos.</li> <li>Utilizar múltiplos métodos de recolha de dados.</li> <li>Dados qualitativos e quantitativos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumenta a confiança aumentando a validade das ideias.</li> <li>Fortalece os fundamentos da teoria pela triangulação de evidências. Aumento da validade interna.</li> <li>Visão sinérgica das evidências.</li> </ul>
<b>4º Passo:</b> Entrada no campo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sobreposição de recolha de dados e análise.</li> <li>Método de recolha de dados flexível e oportuno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rápida análise que auxilie no ajuste da recolha de dados.</li> <li>Permite ao investigador beneficiar de temas emergentes e de características de casos únicos.</li> </ul>
<b>Ordenar dados</b>		
<b>5º Passo:</b> Ordenar dados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ordenar ocorrências cronologicamente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Facilita a análise de dados. Permite examinar o processo.</li> </ul>
<b>Analisar dados</b>		
<b>6º Passo:</b> Análise dos dados relativos ao primeiro caso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de “codificação aberta”.</li> <li>Uso de “codificação axial”.</li> <li>Uso de “codificação selectiva”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolve conceitos, categorias e propriedades.</li> <li>Desenvolve ligações entre as categorias e suas subcategorias.</li> <li>Todas as formas de codificação aumentam a validade interna.</li> </ul>
<b>7º Passo:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Replicação literal e teórica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confirma, estende e dá ênfase à</li> </ul>

“Amostragem teórica”	através dos casos (volta-se ao passo 2 até a saturação teórica).	estrutura teórica.
<b>8º Passo:</b> Atingir uma conclusão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saturação teórica quando possível.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conclusão do processo quando a margem de melhorias se torna pequena.</li> </ul>
<b>Comparar com a literatura</b>		
<b>9º Passo:</b> Comparar a teoria emergente com a existente na literatura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparar com teorias em conflito.</li> <li>• Comparar com teorias similares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhora a definição das ideias, e portanto da validade interna.</li> <li>• Melhora também a validade externa estabelecendo-se o domínio em que as descobertas do estudo podem ser generalizadas.</li> </ul>

Um dos primeiros passos a ser levado em conta na investigação TF é definir a questão ou as questões de investigação. Esta questão deverá ser específica o suficiente para que a investigação possa ser focada e suficientemente ampla para permitir a flexibilidade e a descoberta fortuita. Para Strauss & Corbin (1998) uma boa fonte de questões de investigação pode ser encontrada na literatura especializada.

Um segundo passo a ser dado é seleccionar o primeiro “caso”, que é definido como a principal unidade de dados da investigação. Os casos deveriam ser seleccionados de acordo com o princípio da “amostragem teórica”. Glaser & Strauss (1967) definem amostragem teórica como o processo de recolha de dados para gerar uma teoria segundo o qual o analista, juntamente com a recolha, codificação e análise de seus dados, decide quais e onde os próximos dados serão recolhidos, numa sequência para desenvolver a sua teoria emergente. Diferentemente do que ocorre numa amostragem estatística, onde se procura uma amostra aleatória que seja representativa da população, na amostragem teórica o critério básico para a selecção de unidades de estudo é a sua relevância teórica, ou seja, a sua contribuição para o desenvolvimento do assunto.

De acordo com Strauss & Corbin (1998) diferentemente da amostragem feita numa investigação quantitativa, a amostragem teórica não pode ser planeada antes de iniciar o estudo TF. A decisão de uma amostragem específica envolve o próprio processo de investigação.

Na fase de recolha de dados, a TF defende o uso de múltiplas fontes de dados convergindo-os para o mesmo fenómeno a ser estudando. O uso de múltiplas



fontes de dados pode aumentar a validade e a confiança da investigação. Em resumo, é necessário desenvolver um rigoroso protocolo de recolha de dados que empregue múltiplos métodos de recolha, sejam estes dados qualitativos ou quantitativos, e estabelecer sistematicamente um banco de dados.

O próximo passo é ordenar os dados. Pandit (1996), concorda que ordenar cronologicamente permite ao investigador determinar um evento causal no tempo, porque uma sequência básica de causa e efeito não pode ser invertida temporalmente.

Uma vez os dados ordenados, o sexto passo (ver Tabela 3.2) é a análise dos dados. Na TF, a análise dos dados envolve geração de conceitos através de um processo de codificação. A codificação representa a operação em que os dados são separados, conceptualizados, e colocados juntos de uma nova forma (Strauss & Corbin, 1998). Estes autores apresentam três tipos de codificação: *i*) codificação aberta, desagregação dos dados em unidades; *ii*) codificação axial, reconhecimento das relações entre categorias; *iii*) codificação selectiva, integração das categorias para produzir uma teoria.

Dois processos analíticos estão envolvidos numa **codificação aberta**: fazer comparações e formular questões. Estes processos ajudam a classificar um fenómeno em termos de conceitos ou categorias. Pergunte aos dados um conjunto de questões específicas e consistentes mantendo sempre em mente o objectivo original da investigação (Gray, 2004). Para Charmaz (2000) o método de constante comparação significa: *i*) comparar diferentes indivíduos (tal como as suas visões, situações, acções, considerações e experiências), *ii*) comparar dados dos mesmos indivíduos em diferentes momentos da investigação, *iii*) comparar ocorrência com ocorrência, *iv*) comparar dados com categorias e *v*) comparar uma categoria com outras categorias.

A **codificação axial** toma as categorias desagregadas no processo de codificação aberta e tenta fazer as conexões entre as categorias e subcategorias. Isto inclui as condições em que as categorias são levantadas, os seus contextos, a interacção social em que são tratadas e as suas consequências (Charmaz, 2000, p. 516; Gray, 2004, p. 333).

**Codificação selectiva** é o processo de seleccionar as categorias centrais para estruturar uma teoria fundamentada nos dados. Tomar uma decisão explícita sobre os códigos seleccionados ajuda-nos a ter o controle sobre a adequação da teoria emergente e a realidade empírica a ser explicada. Em termos de processo, a codificação selectiva não é muito diferente da codificação axial. A principal diferença é que a codificação selectiva é completada num nível de abstracção muito mais elevado. Na codificação selectiva, a categoria central é obtida através de uma “história” que pode ser contada (Gray, 2004).

Outro importante instrumento no levantamento de elementos teóricos para quem faz TF são as “**anotações escritas**”<sup>30</sup>. Sempre que o investigador, durante a fase de levantamento de dados ou de comparação da codificação, encontrar aspectos centrais, a instrução é parar para anotar (Glaser & Strauss, 1967). Para Charmaz (2000) as anotações escritas ajudam o investigador a: *i)* lidar com ideias sobre os dados, *ii)* direccionar um percurso analítico, *iii)* refinar as categorias, *iv)* definir a relação entre várias categorias, e *v)* ganhar confiança e competência nas suas habilidades em analisar dados.

Os investigadores que exercem a TF procuram refinar as suas categorias e desenvolvem-nas para uma construção teórica; no entanto, é frequente encontrarem lacunas nos dados e buracos nestas teorias. Voltam então, para o campo e recolhem dados delimitados para preencher essas lacunas através de uma “amostragem teórica”. Usam a amostragem teórica para desenvolver uma categoria emergente e torná-la mais definitiva e útil. Strauss & Corbin (1998) definem neste contexto, “amostragem teórica” como a amostragem sobre as bases dos conceitos, a qual tem uma comprovada relevância teórica para a teoria a desenvolver.

Assim, a amostragem teórica é útil para identificar as fronteiras conceptuais e localizar o ponto consistente e relevante da teoria. É útil, também, para definir as propriedades das categorias, para identificar os contextos em que são relevantes, para especificar as condições do seu levantamento e para descobrir as suas consequências. A necessidade do envolvimento numa amostragem teórica significa

---

<sup>30</sup> *Memos*: Written records of analysis related to the formulation of theory. (Strauss & Corbin, 1998, p.197)

que o investigador não pode produzir uma sólida TF através de entrevistas curtas numa única fase de recolha de dados (Charmaz, 2000). Por isso, a necessidade de voltar a recolher dados até à “saturação teórica”.

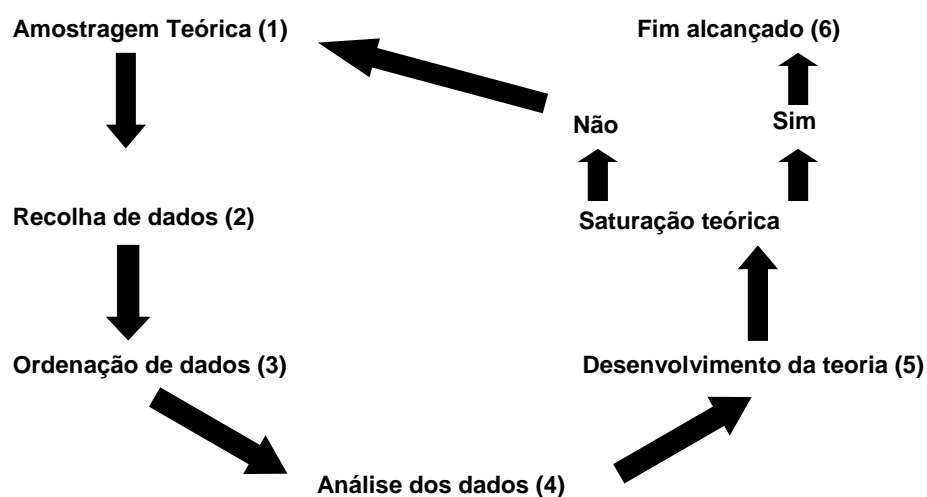
Para Strauss & Corbin (1998), a saturação teórica é conseguida quando: *i)* nenhum dado novo ou relevante surge em relação à categoria, *ii)* o desenvolvimento da categoria é densa, *iii)* as relações entre categorias são bem estabelecidas e validadas. Para estes autores, a saturação teórica é de grande importância e a menos que se tente esta saturação, a teoria desenvolvida ficará conceptualmente inadequada. Para Charmaz (2000), a saturação na prática parece “elástica”, embora possa ter ressonância na familiaridade do investigador com a sua investigação.

Por fim, a teoria emergente é comparada com a literatura, no sentido de examinar o que é concordante, o que é diferente e porquê. Pandit (1996), citando Eisenhardt, afirma que geralmente cruzar uma teoria emergente com a literatura existente aumenta a validade interna, a generalização e o nível teórico.

Em resumo, apresentamos na Figura 3.1, o que Pandit chamou de processo de inter relação da recolha, ordenação e análise dos dados numa das possíveis sequências analíticas<sup>31</sup> para a construção da TF.

---

<sup>31</sup> A sequência analítica é indicada na figura pelos números em parênteses



**Figura 3.1** Inter relação dos processos da Teoria Fundamentada (Adaptado de Pandit, 1996)

### 3.6 - Percurso metodológico da investigação

O que passaremos a descrever a seguir é o que Silverman (2000) chama de “a história natural da investigação”, no sentido de mostrar uma visão geral e personalizada de todo o caminho metodológico desta investigação. Sem a intenção de ser excessivamente extenso e detalhado sobre todo o percurso da nossa investigação, pois o mesmo será construído mais adiante, mostraremos como evoluíram as questões de investigação e como as técnicas e métodos foram sendo adaptados em cada situação.

A nossa investigação foi desenvolvida em três estudos, sendo o estudo piloto o primeiro deles. O estudo piloto teve a duração de dois semestres lectivos. O segundo estudo foi desenvolvido durante um semestre e o terceiro em dois semestres lectivos. Neste último, foi realizado um estudo de aprofundamento visando identificar as dificuldades dos estudantes sobre alguns aspectos da termoquímica e, no último semestre, com um grupo de 3 estudantes no contexto dos mini-projectos, numa turma de aproximadamente 100 estudantes. Na Tabela 3.3, apresentamos uma visão geral destes três estudos.

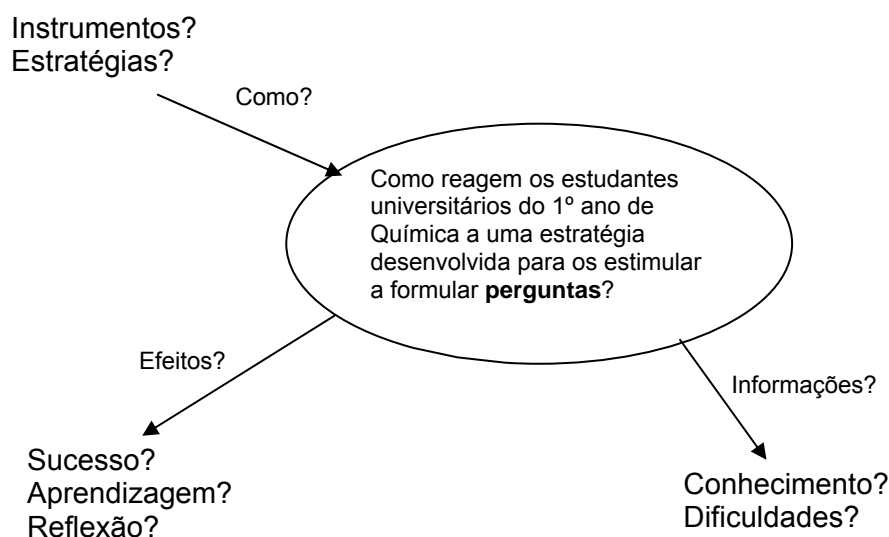
Tabela 3.3 Visão geral dos três estudos desta investigação

	<b>Primeiro Estudo (Piloto)</b>	<b>Segundo Estudo</b>	<b>Terceiro Estudo</b>
<b>Duração</b>	Um ano lectivo 2000/2001	Um semestre lectivo 2001/2002	Um ano lectivo 2002/2003
<b>Amostras</b>	32 estudantes	200 estudantes	200 estudantes no 1º semestre 100 estudantes no 2º semestre
<b>Disciplinas</b>	Química I e II	Química II	Química I e II
<b>Pergunta de Investigação principal</b>	Como reagem os estudantes universitários do 1º ano de Química a uma estratégia desenvolvida para os estimular a formular perguntas?	De que modo as perguntas podem contribuir para uma aprendizagem mais activa?	Qual o papel das perguntas dos estudantes na definição de indicadores de um ambiente de aprendizagem activa?
<b>Instrumentos</b>	Computadores (Programa <Q/Q>); Caixa <Q/Q>; Folha <Q/Q>; caderno de Laboratório (1º Sem.); Observação de aulas; Observação participante; Entrevistas semi-estruturadas; Questionários (1º e 2º Sem.); Anotações.	Computadores (Programa <Q/Q>); Caixa <Q/Q>; Folhas <Q/Q>; Observação de aulas; Entrevistas semi-estruturadas; Questionário.	Computadores (Programa <Q/Q>); Caixa <Q/Q>; Folha <Q/Q>; Observação de aulas; Observação participante; Entrevistas semi-estruturadas; Questionários (1º e 2º Sem.); Anotações.
<b>Estratégias</b>	Aulas teóricas; Aulas-conferência; Mini-projectos; Reunião <Q/Q>.	Aulas teóricas; Aulas teórico-práticas; Aulas <Q/Q>, Aulas-conferência; Aulas práticas; Aulas suplementares.	Aulas teóricas; Aulas teórico-práticas; Aulas <Q/Q>, Aulas-conferência; Aulas práticas; Aulas suplementares; Mini-projectos; Reunião <Q/Q>.
<b>Dados recolhidos</b>	Perguntas escritas dos estudantes; Perguntas baseadas num texto; Respostas às perguntas; Entrevistas aos estudantes e professor; Respostas aos questionários; Gravações das aulas e mini-projectos; Anotações de campo.	Perguntas escritas dos estudantes; Perguntas baseada num texto; Respostas às perguntas; Entrevistas aos estudantes e professor; Respostas aos questionários; Gravações das aulas; Anotações de campo.	Perguntas escritas dos estudantes; Perguntas baseadas num texto; Respostas às perguntas; Entrevistas aos estudantes e professor; Respostas aos questionários; Gravações áudio das aulas e mini-projectos; Anotações de campo; Explicações escritas às situações problemas em termoquímica.
<b>Análises</b>	Descrição do estudo; Análise da qualidade das perguntas; Análise semântica das perguntas; Análise de conteúdo das entrevistas; Análise dos Questionários; Análise através do modelo PREG para as perguntas feitas a partir de um texto.	Descrição do estudo; Análise da qualidade das perguntas; Análise semântica das perguntas; Análise de conteúdo das entrevistas; Análise dos Questionários; Análise através do modelo PREG para as perguntas feitas a partir de um texto.	Descrição do estudo; Análise da qualidade das perguntas; Análise semântica das perguntas; Análise de conteúdo das entrevistas; Análise dos Questionários; Análise através do modelo PREG para as perguntas sobre termoquímica. Análise das explicações das situações problema em termoquímica; Triangulação das análises; Construção de indicadores de um ambiente de aprendizagem activa.

Antes de iniciarmos o **primeiro estudo** (piloto) sabíamos, mediante a revisão da literatura, que os alunos no ensino secundário respondiam positivamente aos estímulos para a formulação de perguntas. No entanto, poucos estudos existiam sobre o incentivo às perguntas no contexto universitário. Por isso, no estudo piloto, tínhamos como primeiro objectivo verificar se também seria possível incentivar os estudantes do 1º ano universitário a formularem perguntas, no contexto da aprendizagem na disciplina de Química.

Na Figura 3.2, apresentamos as relações entre a questão de investigação principal e as demais questões formuladas para o primeiro estudo (piloto). Segundo a nossa orientação metodológica, após responder à questão “se os estudantes podem ser incentivados a formular perguntas”, criámos simultaneamente condições, para responder a outras questões de investigação, nomeadamente: Como reagem os estudantes universitários do 1º ano de Química a uma estratégia desenvolvida para os estimular a formular perguntas?

As perguntas dos estudantes tornaram-se a “matéria-prima” para que pudéssemos analisar os seus efeitos no sucesso, na aprendizagem e na reflexão dos estudantes e do professor, bem como para obter informações sobre as dificuldades e conhecimentos prévios dos estudantes.



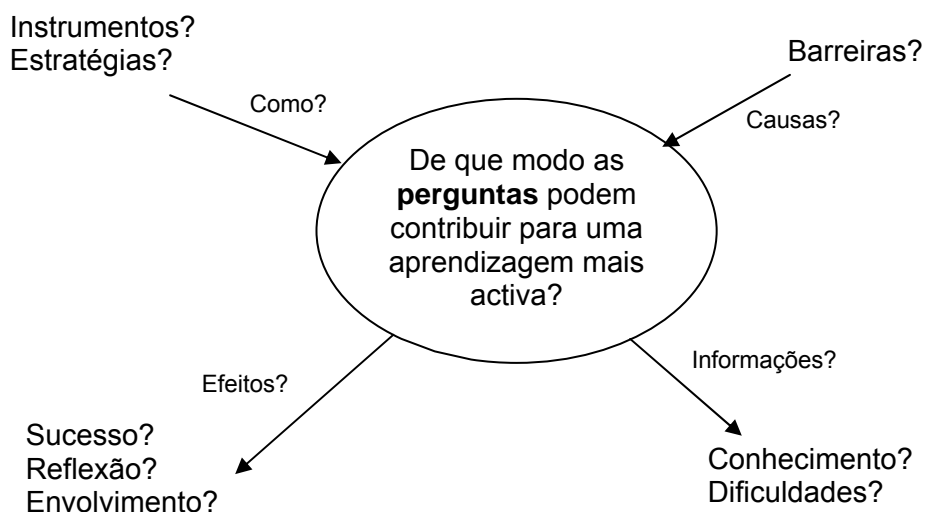
**Figura 3.2** Questões de investigação formuladas antes do estudo Piloto (2000/2001)

Estas ligações podem ser apresentadas por meio das questões: *i)* Que tipo de instrumentos e estratégias podemos utilizar para motivar as perguntas dos estudantes? *ii)* Quais os efeitos ou consequências dessas perguntas na reflexão do professor e dos estudantes? E no sucesso académico? E na aprendizagem? *iii)* Quais as informações que as perguntas dos estudantes poderão fornecer sobre os seus conhecimentos, as suas dificuldades de aprendizagem e de como superar estas dificuldades?

No primeiro estudo (piloto) aplicamos ainda dois questionários de opinião, um no final do primeiro semestre e outro no final do segundo semestre. Este segundo questionário continha ainda um pequeno texto científico, sobre o qual era solicitado aos estudantes que formulassem algumas perguntas. No final do ano lectivo, realizamos 10 entrevistas semi-estruturadas aos estudantes e uma ao professor da turma piloto.

As análises dos dados recolhidos durante o estudo piloto mostraram, entre outras conclusões, que o grupo de estudantes do 1º ano universitário reagiu positivamente às oportunidades de interagir com o professor e foram claras as vantagens do uso das estratégias e instrumentos para estimular as suas perguntas por escrito. A qualidade das suas perguntas foi aumentando no decurso do ano lectivo, e os estudantes que formularam perguntas demonstraram que estavam mais envolvidos nas suas actividades de aprendizagens. Um bom exemplo disso foram os mini-projectos, que descreveremos mais adiante, e que claramente promoveram um maior envolvimento dos estudantes na disciplina.

Tendo em conta alguns dos resultados do estudo piloto, procuramos nos estudos seguintes investigar de que modo as perguntas podem contribuir para uma aprendizagem mais activa dos estudantes. Como podemos observar pela Figura 3.3, mantêm-se as questões de investigação do estudo piloto, e acrescentamos outras que se ligam à questão central.



**Figura 3.3** Questões de investigação para o Segundo Estudo (2001/2002)

A evolução natural das questões de investigação deve-se, em parte, à análise de alguns resultados do estudo piloto. Nesta análise identificamos algumas barreiras ao envio de perguntas por escrito, causadas por factores diversos. Assim, durante o **segundo estudo**, procuramos, numa primeira fase, identificar e posteriormente confirmar as principais barreiras que dificultaram a exteriorização de perguntas destes estudantes do 1º ano. Acreditamos que a capacidade de formular perguntas é uma componente muito relevante no envolvimento do aluno na aprendizagem activa. Identificar e compreender as barreiras para que tal aconteça torna-se indispensável.

Um dos desafios deste estudo foi o de desenvolver e implantar instrumentos e estratégias para um grande número de estudantes, envolvendo-os em todo o processo. Passou-se de 32 estudantes do estudo piloto, para aproximadamente 200, divididos em duas turmas teóricas, na disciplina de Química II (segundo semestre).

Apesar de ter sido realizado apenas durante um semestre lectivo, o segundo estudo foi fértil em estratégias novas. As principais foram as seguintes: *i*) Dinamização das **aulas teóricas**, visando motivar os estudantes através de estratégias diversificadas e contextualização curricular; *ii*) Modificação das **aulas teórico-práticas**, centradas na resolução de “casos para estudo”; *iii*) Modificação das **aulas práticas**, centradas no questionamento e na autonomia dos estudantes; *iv*) **Aulas suplementares**, apoio para as dúvidas e as dificuldades dos estudantes; *v*) **Aulas “Questões em Química” <Q/Q>**,



baseadas nas questões dos estudantes sobre um tema específico; vi) **Aulas conferência**, baseadas em temas de elevado interesse científico, tecnológico e social. Sobre cada uma destas estratégias falaremos mais adiante, aquando da descrição do referido estudo.

Tal como no primeiro estudo (piloto), também no final do segundo estudo aplicamos um questionário de opinião, no qual igualmente se solicitava aos estudantes que formulassem perguntas após a leitura de um texto científico, o mesmo utilizado anteriormente. Foram também realizadas entrevistas semi-estruturadas a 10 estudantes e ao professor da disciplina de Química que acompanhamos desde o estudo piloto.

O **Terceiro Estudo** foi realizado em dois semestres lectivos (2002/2003) e, tal como já referimos, foi um estudo de aprofundamento sobre um assunto específico de Química, a Termodinâmica Química. No primeiro semestre, os instrumentos para o incentivo e recolha de perguntas foram disponibilizados a aproximadamente 200 estudantes que frequentaram a disciplina de Química I. No entanto, a totalidade das estratégias utilizadas no segundo estudo foi apenas aplicada pelo professor que tinha colaborado nos estudos anteriores e que tinha apenas uma das turmas.

No primeiro semestre, ao serem discutidos em sala de aula os conteúdos sobre termodinâmica química, solicitámos aos estudantes que explicassem algumas situações problema colocadas por escrito sobre alguns conceitos, nomeadamente, calor, temperatura e energia. No final do ano lectivo, situações problema similares foram submetidas novamente aos estudantes para que às pudessem explicar por escrito.

No segundo semestre de 2002/2003 centramos, contudo, a nossa atenção num grupo de 3 estudantes a desenvolver o estudo do tema “A termoquímica do estar-em-forma”, no contexto dos mini-projectos. Este grupo foi acompanhado por observação participante em diversos encontros e reuniões dos estudantes com o professor, ao longo do semestre. Após a apresentação oral do referido mini-projecto entrevistámos individualmente e também em conjunto as estudantes deste grupo.

No final do ano lectivo, aplicamos novamente um questionário de opinião sobre os instrumentos, estratégias e percepções dos estudantes sobre o acto de formular perguntas, onde incluímos também as “situações problema”.

As análises dos dados foram feitas sob diversas perspectivas, tendo sempre presente a pergunta de investigação e procurando extrair deles o máximo de informação. Por exemplo, as perguntas colocadas pelos estudantes na caixa e enviadas pelo computador, via Internet, foram analisadas quanto à sua qualidade, quanto ao sentido científico e ainda nos debruçamos sobre as dificuldades conceptuais que estas demonstravam.

Para a análise da sua qualidade, utilizamos inicialmente a classificação bipolar de Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias, & Watts (2001) e posteriormente criamos “indicadores de qualidade”, com o objectivo de aprofundar a discussão sobre a evolução da qualidade das perguntas. As duas classificações são complementares, uma vez que condensamos todos os “indicadores de qualidade” em dois componentes (bipolar), num espaço gráfico bidimensional. As duas classificações foram validadas por um painel de seis juízes com uma percentagem de concordância elevada (80%).

Para a análise semântica das perguntas utilizamos a estrutura do programa curricular das disciplinas de Química I e II, o apoio de um software de análise qualitativa chamado Nud\*ist na sua sexta versão (Richards & Richards, 2002), e todas as anotações e gravações dos contextos onde as perguntas tenham surgido.

Nos três estudos, as aulas foram áudio gravadas. No primeiro estudo (piloto) estas gravações foram acompanhadas com anotações das observações e, no segundo e terceiro estudos, além das gravações, utilizámos uma grade de observação (ver apêndice 3.1) para sistematizar o processo de observação e contextualizar as perguntas enviadas pelos estudantes.

As perguntas formuladas no contexto da “leitura de um pequeno texto científico”, foram analisadas de forma diferente das perguntas enviadas através da caixa ou do computador ao longo do ano. Neste caso, utilizámos uma adaptação do modelo PREG (Otero & Graesser, 2001), para as analisar. No estudo piloto e no segundo estudo foi utilizado o mesmo texto (o sangue como solução tampão) e, no terceiro estudo, foi utilizado um texto sobre termoquímica. Este último texto foi retirado do livro indicado pelo professor (Jones & Atkins, 1999, p. 254) e traduzido de uma das secções de leitura complementar chamada: “a termoquímica do estar-em-forma”.

Foram efectuadas outras análises sobre as visões dos estudantes expressas nos questionários e nas entrevistas. A análise de conteúdo das entrevistas foi também realizada com o auxílio do software de análise qualitativa Nud\*ist, na sua 6ª versão (Richards & Richards, 2002).

A análise das reuniões e encontros do grupo do mini-projecto “a termoquímica de estar-em-forma”, levou em consideração o desenvolvimento do grupo e as suas perguntas. Muitas das perguntas que surgiram neste contexto tiveram uma função diferente das perguntas que tratamos noutros contextos, como veremos mais adiante.

Naturalmente, todos estes dados foram sendo triangulados, alimentando a nossa compreensão sobre os problemas e ajudando a discutir as nossas questões de investigação. No esforço desta triangulação continuamos a utilizar a teoria fundamentada para construir um conjunto de indicadores para um ambiente de aprendizagem activa. Este esforço de síntese teve como objectivo principal procurar responder à questão: Qual o papel das perguntas dos estudantes na construção de indicadores de um ambiente de aprendizagem activa? Ou seja, ao construir indicadores de aprendizagem activa, acreditamos que as perguntas dos estudantes podem ser um dos seus principais indicadores.

Pelo que atrás foi discutido, o nosso trabalho enquadra-se num paradigma de investigação qualitativa, com as ferramentas metodológicas naturalista-etnográfica. Partimos dos dados recolhidos nos três estudos para fundamentar uma teoria que dê ênfase ao processo de interagir, centrado no estudante, num ambiente universitário, contribuindo para o seu envolvimento na aprendizagem de forma activa.

Em seguida apresentamos os fundamentos da TF, enfatizando alguns aspectos do processo de análise dos dados desta investigação:

1. **Codificação aberta:** é o processo de redução dos dados num pequeno conjunto de temas que descreve um fenómeno investigado. As diversas estratégias e instrumentos desta investigação permitiram a redução e ordenação em categorias de análise que posteriormente deram origem aos indicadores de um ambiente aprendizagem activa.
2. **Codificação Axial:** é o método de determinar mais sobre cada categoria de dados em termos das condições que despertaram o questionamento dos

estudantes, contextos em que este questionamento está inserido, as estratégias e instrumentos que os estudantes utilizaram para enviar perguntas, e as consequências do envolvimento nestas estratégias e instrumentos.

3. **Codificação selectiva:** é o processo em que as categorias e suas relações são combinadas para formar uma linha “histórica” que descreve o que aconteceu ao fenómeno estudado. No nosso caso, esta linha histórica procura, na combinação de todas as estratégias e instrumentos utilizados ao longo de toda a investigação, descrever o que seria um ambiente universitário onde os estudantes estivessem activamente envolvidos na aprendizagem.
4. **Desenvolvimento de uma teoria** baseado inteiramente nos dados recolhidos.

## **CAPÍTULO 4 - EXPLORAÇÃO DE INSTRUMENTOS E ESTRATÉGIAS DE ESTÍMULO ÀS PERGUNTAS DOS ESTUDANTES (ESTUDO PILOTO - 1º ESTUDO)**

“Students should be encouraged to be inquisitive, ask questions, and not believe and accept everything they are told” (Walker, 2003, p.263)



## 4.1 - Introdução

A estrutura curricular das disciplinas de Química I e II, onde este estudo está inserido, prevêem duas aulas teóricas, uma teórico-prática e uma prática por semana, conforme mostramos na Tabela 4.1.

**Tabela 4.1** Estrutura das disciplinas de Química I e II na Universidade de Aveiro

Aulas	Número de aulas por semana	Número aproximado de estudantes
1. Teóricas	Duas	100
2. Teórico-prática	Uma	30
3. Prática	Uma	15

Os estudantes de uma turma teórica são distribuídos por 3 ou 4 turmas teórico-práticas com o acompanhamento de um professor especialista. As sessões de laboratório são para grupos de aproximadamente 15 estudantes, e estes são supervisionados e ensinados por professores assistentes, pessoal técnico e o acompanhamento do professor coordenador que elabora as práticas que são comuns a todos os estudantes. O ensino é ministrado por vários professores, que procuram assegurar um programa coerente e criar boas interações interpessoais. O primeiro estudo (piloto) centrou-se nos estudantes de uma turma teórico-prática, da responsabilidade do professor coordenador da disciplina, implicando uma amostra de 32 sujeitos.

As aulas teóricas de Química I e II tiveram a estrutura curricular apresentada no Anexo 4.1, e as aulas práticas foram constituídas por 14 experiências diferentes, 7 no primeiro semestre e 7 no segundo (Anexo 4.2). Nas aulas teórico-práticas foi promovido a resolução de conjunto de exercícios sobre os temas abordados nas aulas teóricas.

### 4.1.1 - Caracterização da Amostra

O primeiro estudo (piloto) foi realizado com um grupo de 32 estudantes do 1º ano comum de Ciências e Engenharias da Universidade de Aveiro, seleccionados entre os 1000 alunos que frequentaram duas disciplinas de introdução à Química (Química I e II), durante o ano lectivo 2000/2001.

A maioria dos estudantes da turma piloto tinha 18 anos (79%) de idade, que frequentava pela primeira vez as disciplinas (93%), em regime de dedicação exclusiva (97%). Apenas 3% eram trabalhador-estudante. Quanto ao género, mais da metade eram do sexo feminino (69%), apenas 31% eram do sexo masculino. Noventa e sete por cento (N=31) dos estudantes tiveram em média 3 anos de Química no ensino secundário.

Nesta pequena amostra, a maioria dos estudantes foi dos cursos de Biologia ou de Engenharia do Ambiente, e seis de ensino de Física e Química, ou seja, frequentaram cursos em que a Química tem papel relevante.

#### **4.1.2 - Descrição da Experiência**

A recolha de dados teve início no 1º Semestre (Novembro de 2000) continuando no 2º Semestre, até Junho de 2001. O começo do primeiro semestre foi sobretudo usado para desenvolver, testar e avaliar os instrumentos necessários para o envio/recolha de perguntas por escrito. Estes instrumentos foram pensados e escolhidos de modo a poderem proporcionar aos estudantes o máximo de oportunidades para registro fácil das suas perguntas escritas.

Um pequeno período de tempo foi usado para explicar o projecto, apresentar o uso dos vários instrumentos e descrever de que maneira as perguntas formuladas seriam consideradas na avaliação final, sendo certo que o grande envolvimento dos estudantes seria considerado como factor positivo.

Durante o segundo semestre foram introduzidas algumas modificações como consequência de alguns resultados obtidos no primeiro semestre.

Para além da frequência às aulas teóricas, teórico-práticas e práticas, os estudantes da turma piloto reuniam-se todas as semanas com o seu professor para discutir as perguntas escritas apresentadas naquela semana, proporcionando mais uma oportunidade de discussão e revisão de detalhes adicionais. Estes “encontros” não eram obrigatórios, embora a maioria deles tenha decidido participar. Para o professor tornou-se num novo desafio, pela grande diversidade de perguntas e pela sua relevância no desenvolvimento da compreensão da Química.



Com o objectivo de promover a formulação de perguntas e facilitar o seu envio ao professor foram desenvolvidos os seguintes instrumentos:

- (i) Caixas de Questões
- (ii) Programa <Q/Q> (comunicação via Internet)
- (iii) Caderno de laboratório dos estudantes.

Todos estes instrumentos tinham um logótipo que os identificava, como se pode ver na Figura 4.1.



**Figura 4.1** Logótipo usado no projecto

Apresenta-se, em seguida, uma descrição e a finalidade de cada instrumento usado.

#### **i) A Caixa de Questões**

Este instrumento consiste numa caixa construída em material acrílico transparente, na forma de um cubo. Numa das faces da caixa havia uma pequena gaveta com um bloco de papel com o logótipo do projecto. Este bloco de papel era composto de folhas de papel com a dimensão de meia folha A4, e que foram posteriormente chamadas de Folhas <Q/Q>. Algumas Caixas de Questões foram intencional e estrategicamente colocadas nas aulas teórico-práticas e nos laboratórios, agindo também como um incentivo às perguntas. Em duas das faces da “caixa de questões” estava a seguinte inscrição:

“Como e Quando devo usar a Caixa de Questões? Esta Caixa constitui outro convite à apresentação das suas Questões. Utilize-a como sugerido, usando as folhas que estão junto à caixa.”

Na Figura 4.2, apresentamos duas fotos das “Caixas de Questões” num dos laboratórios de Química e na Figura 4.3, mostramos uma miniatura da folha <Q/Q>.



Figura 4.2 Caixa de questões

Nome: \_\_\_\_\_ E-mail ou Nº Mec: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Questões:

Dobre aqui

Figura 4.3 Folha &lt;Q/Q&gt;

As folhas <Q/Q> foram também utilizadas como incentivo às perguntas. Por exemplo, foram sendo sistematicamente colocadas sobre as mesas de trabalho dos estudantes nas aulas teórico-práticas.

### ii) Programa <Q/Q>

O programa <Q/Q> é uma adaptação ao software Webct 3.0, usado em Educação à Distância. Foi desenvolvido tanto para permitir acesso, por palavra-passe, através de uma série de computadores nos corredores do edifício e nas salas de informática, como também acesso pela Internet fora da universidade, permitindo que os estudantes enviassem perguntas à distância ao entrar no sistema a qualquer hora do dia. O sistema está estruturado de tal forma que podia levar os estudantes a várias opções com

facilidade. Algumas páginas de exemplo são mostradas nas Figuras 4.4, 4.5 e 4.6, a seguir:

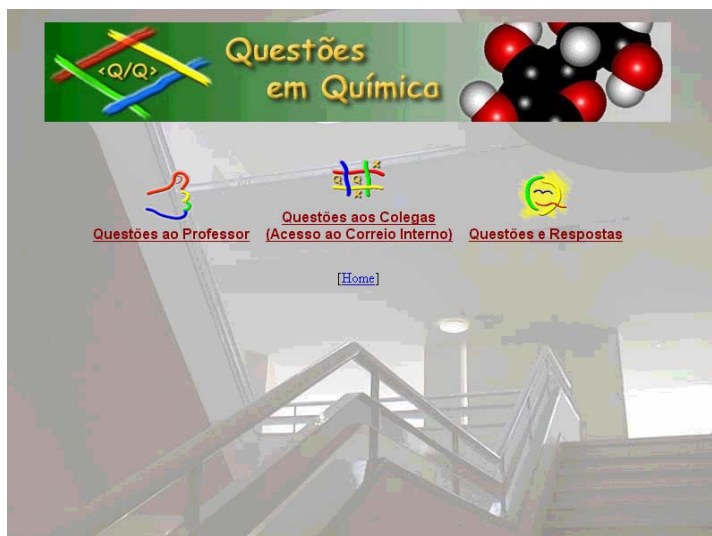


Figura 4.4 Primeira página após entrada no programa <Q/Q> com a palavra-passe

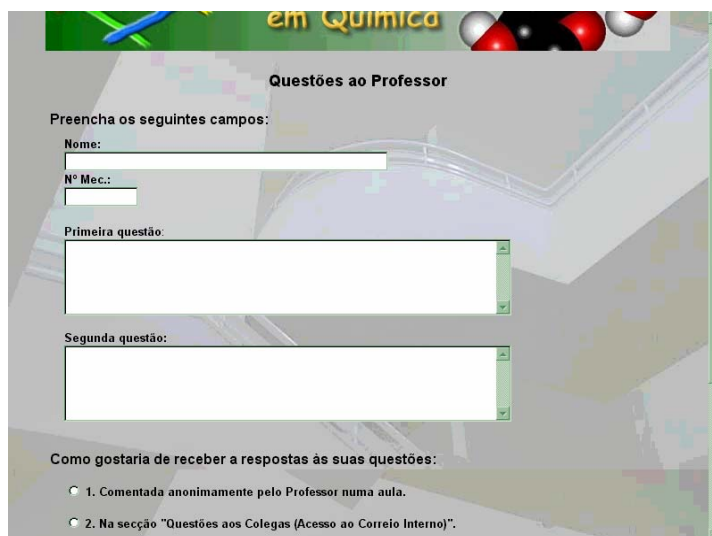
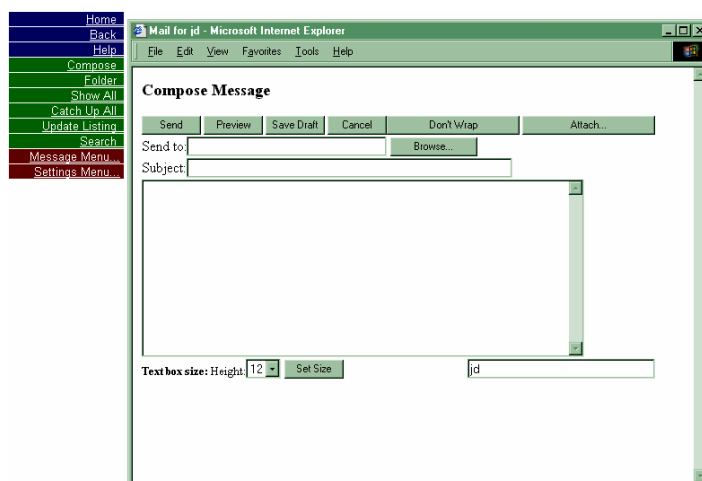


Figura 4.5 Página que permite escrever perguntas e enviá-las ao professor



**Figura 4.6** Página que permite a interacção com os colegas através do e-mail interno

Estas três páginas do software são exemplos dos possíveis canais de interacção que discutimos anteriormente. Para uma descrição mais detalhada de todas as possibilidades do programa <Q/Q>, elaboramos um “manual do utilizador” do programa que apresentamos no Apêndice 4.1. Este manual foi distribuído aos estudantes do segundo estudo (2001/2002), como resultado da reflexão e análise do primeiro estudo (2000/2001), no entanto, contém uma descrição deste instrumento tal como foi utilizado no estudo piloto.

O programa “Questões em Química” <Q/Q>, foi usado sobretudo para proporcionar aos estudantes a oportunidade de colocarem as suas perguntas em momentos fora das aulas. Ao entrar no programa, os estudantes podiam enviar perguntas ao professor, aos colegas ou ler perguntas e respostas anteriores, além de consultar outros materiais de orientação da disciplina.

O programa <Q/Q> foi pensado para funcionar como um “quiosque” de perguntas em dois computadores postos nos corredores do edifício onde os estudantes tinham as suas aulas, e também permitir acesso através de qualquer outro computador do campus ou fora dele, usando o endereço <http://webct.ua.pt/public/qq>. Na Figura 4.7 apresentamos um destes “quiosques”.



**Figura 4.7** Um dos quiosques com o programa <Q/Q> nas proximidades da sala de aula

### ***iii)* Caderno de Laboratório**

O “Caderno de Laboratório” é uma adaptação dos tradicionais cadernos de laboratório, onde foi inserida uma primeira página para estimular os estudantes a “parar para pensar” e registar as perguntas que lhes surgissem durante a aula no laboratório. Em cada um destes cadernos, foi também presa uma caneta com o “logo do projecto”. Na primeira página do referido caderno foram inseridas as seguintes instruções escritas:

“Como e quando devo usar o Caderno de Laboratório para registar as minhas questões? O projecto Questões em Química foi pensado para desenvolver o seu interesse e curiosidade pela Química. Sempre que tiver dúvidas sobre a experiência que está a realizar deverá abordar o docente. Contudo, se a sua dúvida se traduzir por uma questão, deverá escrevê-la no Caderno de Laboratório usando a caneta que lhe foi fornecida para o efeito”.

Na Figura 4.8, apresentamos uma fotografia de alguns cadernos de laboratório com as respectivas canetas anexas, estando um deles aberto na página com as instruções.



**Figura 4.8** Cadernos de Laboratório

Como já foi referido, estes três “instrumentos” tiveram como primeira função incentivar e recolher as perguntas escritas, uma vez que as perguntas orais não foram o foco desta experiência piloto devido à sua quase inexistência.

Existem boas razões para nos concentrarmos, neste estudo, nas perguntas escritas. O facto de acreditarmos que estas podem ser mais estimulantes para o raciocínio, permitindo uma maior reflexão no acto de as formular e sobre o próprio conteúdo da pergunta. Está bem documentado na literatura especializada, que o acto de “escrever” pode ser um incentivo poderoso para a aprendizagem (Nelson, 2001; Tynjälä, Mason, & Lonka, 2001). Assim, usar perguntas escritas pode ser um modo de desenvolver e organizar o pensamento de quem as formula.

Nas perguntas escritas os estudantes têm “tempo” para decidir se é exactamente aquela pergunta que querem formular. Isto contrasta um pouco com as perguntas orais, em que “formular” uma pergunta pode corresponder a um processo apressado ou instantâneo e sem uma estrutura formal pois tais perguntas não estão facilmente sujeitas a uma reflexão antes de serem expressas oralmente.

### 4.3 - Química I – Primeiro Estudo – Piloto (2000/2001)

Como qualquer projecto de investigação desta natureza, o desenvolvimento do projecto <Q/Q> no primeiro semestre foi um desafio para o professor, investigador e estudantes. Um desafio porque nem o professor, nem o investigador, sabiam como os estudantes iriam reagir aos instrumentos e às estratégias para o incentivo ao questionamento. Os desafios para os estudantes residiam sobretudo no factor transição do secundário para o ensino universitário, no lidar como estes novos instrumentos e estratégias, e na mudança do paradigma estabelecido para formação do conhecimento, isto é, passarem de uma situação em que predominava dar respostas e explicações, para um ambiente em que lhes é pedido para formular perguntas e questionar as situações.

Após a apresentação dos objectivos do projecto e da distribuição da “palavra passe” para que os estudantes pudessem ter acesso o programa <Q/Q>, alguns reagiram de forma imediata. Por exemplo, um estudante enviou uma pergunta através de um dos computadores que estava no corredor do edifício logo após a aula de apresentação. No Apêndice 4.2 apresentamos uma sequência de acontecimentos e factos com alguma relevância para o projecto <Q/Q>.

Entre os factos importantes relatados no Apêndice 4.2, existem, por exemplo, duas “aulas conferência” e duas reuniões com os estudantes da turma piloto, que posteriormente viriam a ser chamada de reuniões <Q/Q>.

As **aulas conferência** eram consideradas aulas extra, com temas actuais, de modo a despertar o interesse dos estudantes pela Química. Estas aulas foram da iniciativa do professor coordenador da disciplina, participante activo no projecto, e estavam abertas a todas as turmas e não somente à turma piloto. Os temas das duas aulas conferência deste primeiro semestre foram os seguintes: “*Como sondar o Mundo das Moléculas (Métodos Modernos de Determinação da Estrutura Molecular)*” e “*Novos Materiais, Desafios do Presente e do Futuro.*” Na verdade, estas aulas conferência tornaram-se numa iniciativa que permaneceu durante toda esta investigação, mostrando-se muito relevantes para o envolvimento activo dos estudantes na disciplina.

A primeira **reunião <Q/Q>** foi marcada no final da aula teórica do dia 27 de Novembro. O professor solicitou uma reunião para o dia seguinte somente com os estudantes da turma 1D (turma piloto), num horário extra às aulas já existente.

O que passaremos a descrever, tem como objectivo dar uma visão geral sobre o nível de interacção entre o professor, o investigador e os estudantes no contexto das reuniões <Q/Q>.

### 1ª e 2ª Reuniões <Q/Q>

Na primeira reunião o professor pediu inicialmente que as mesas e cadeiras estivessem colocadas em semi-círculo para uma melhor comunicação. Quando todos estavam sentados, o professor perguntou se sabiam aceder ao programa <Q/Q> para ver respostas, e se tinham alguma dificuldade ou alguma sugestão. Alguns informaram sobre o mau funcionamento de um dos computadores. O investigador aproveitou para lembrar que o outro computador do primeiro andar estava sempre a funcionar.

O professor falou sobre a “utilidade” de formular perguntas, de não formular perguntas somente por obrigação, ou apenas para ter benefícios na classificação final. Informou ainda, que as perguntas que pediam apenas uma informação são as menos esperadas neste contexto, e que a “ideia” do projecto é estimular o estudante a ser um “investigador”, todos devem ter uma atitude permanente de questionar. Por isso, não deveriam ver o estudo como uma obrigação, mas antes senti-lo como um estímulo à sua curiosidade, formulando para isso perguntas genuínas.

Ainda nesta reunião, o professor falou sobre o assunto da próxima aula conferência e procurou saber como lhes correu o teste realizado no dia anterior. No final desta reunião <Q/Q>, uma aluna procurou o professor e sugeriu pequenos trabalhos em grupo, como por exemplo, completar uma tabela periódica electrónica que estava incompleta, sugerindo trazer para a próxima aula uma disquete com o que já estava feito. O professor prometeu analisar a sugestão.

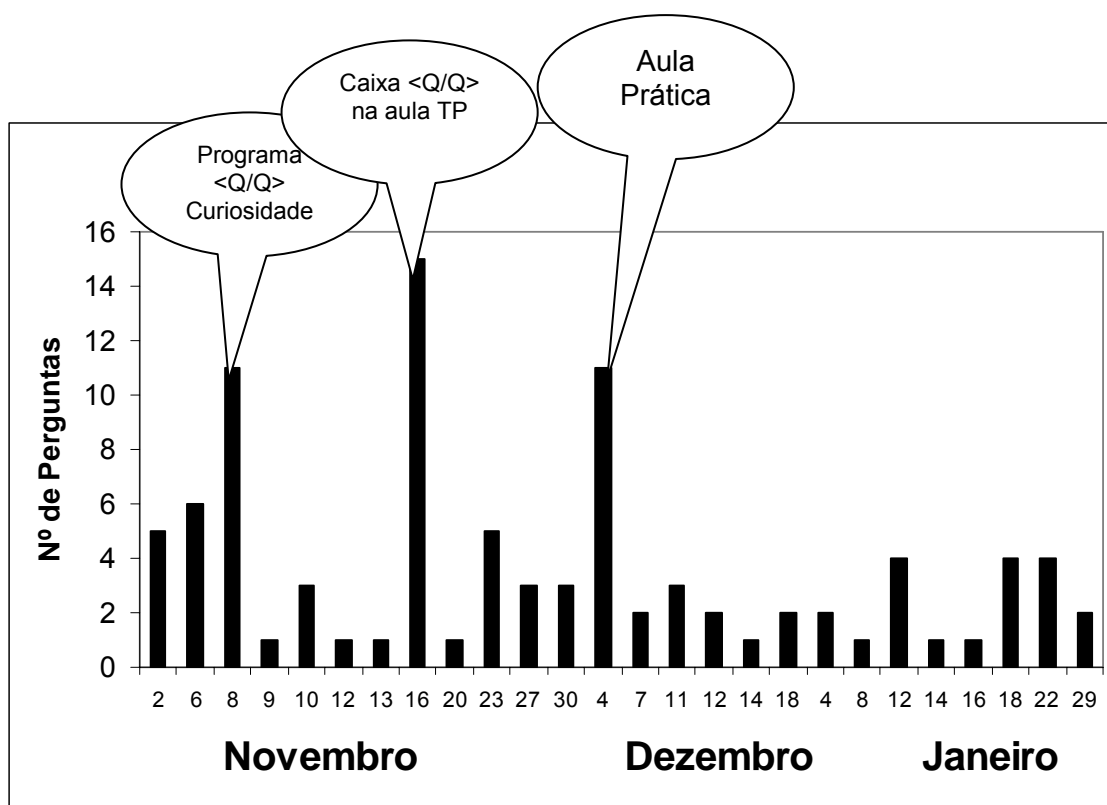
No dia seguinte, houve uma **segunda reunião <Q/Q>** com a turma. Esta foi uma reunião mais curta, antes da aula teórico-prática. O professor falou dos mesmos assuntos da reunião do dia anterior, e terminou por falar nos conteúdos das aulas. Os estudantes não formularam perguntas orais.

Com esta breve descrição destas duas reuniões pretendeu-se mostrar que mesmo nos contextos das reuniões <Q/Q> os estudantes da turma piloto não formulam perguntas



orais. No entanto, muitas foram as perguntas escritas enviadas pela caixa e pelo programa <Q/Q>, como se pode ver na Figura 4.9.

Na Figura 4.9, apresentamos o número de perguntas escritas, distribuídas ao longo dos 3 primeiros meses do projecto e associadas aos diferentes tipos de actividade e estratégia. Começamos no dia da apresentação do projecto (2 de Novembro) e terminamos no dia em que foram enviadas as últimas perguntas do primeiro semestre (29 Janeiro).



**Figura 4.9** Número de perguntas por dia em Química I. Estudo Piloto (2000/2001)

A Figura 4.9 mostra ainda que os dias 8 e 16 de Novembro e 4 de Dezembro se destacam pelo número de perguntas. Estes picos correspondem aos dias em que os alunos tiveram aulas teóricas, teórico-práticas e práticas de Química, como aconteceu nos dias 16 de Novembro e 4 de Dezembro. Contudo, no dia **8 de Novembro** não houve aulas de Química. As perguntas deste dia foram enviadas através do programa <Q/Q> usando um dos computadores dos corredores do edifício, apesar dos estudantes terem a caixa <Q/Q> sempre disponível num dos laboratórios. De notar que todas as perguntas deste dia (N=11) foram enviadas por duas alunas através de três e-mails. Em seguida apresentamos alguns exemplos:

- *“Como são fabricados os aromas artificiais? Por exemplo: Como produzir experimentalmente o aroma da banana sem utilizar o fruto para a sua produção?”*
- *“Gostava de saber qual é o processo químico envolvido na determinação da idade de um fóssil descoberto?”*
- *“Existe alguma explicação química para o facto de se por acaso deixarmos uma torneira mal fechada a água cair sob a forma de gotas e não de modo contínuo?”*
- *“Será possível que ao retirarmos uma peça de roupa feita de determinadas fibras, haja emissão embora em pequena escala de luz?”*

As perguntas do dia 8 de Novembro não estão directamente ligadas aos temas discutidos nas aulas, mas são uma expressão de assuntos diversos em que as estudantes pareciam demonstrar “curiosidade”. De notar que estas perguntas foram enviadas apenas 6 dias após o início do projecto <Q/Q>. O dia 8 poderá ser considerado como um dia em que duas estudantes decidiram exprimir as suas curiosidades, formulando perguntas sobre situações do quotidiano, e confiando no programa <Q/Q> para tal.

O dia **16 de Novembro**, foi o dia em que houve o maior número de perguntas. Das 15 perguntas enviadas, 14 foram formuladas na aula teórico-prática, no primeiro dia em que foi colocado sobre a mesa do professor uma das caixas <Q/Q> e também foram distribuídas as folhas <Q/Q> sobre as mesas. Analisando as perguntas deste dia, podemos perceber que estão todas relacionadas com as últimas aulas, cujo assunto exigia um alto grau de abstracção. Alguns exemplos:

- *“No segundo Capítulo fala-se de híbridos  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$ , etc., mas afinal do que se trata, quais as diferenças entre os vários híbridos?”*
- *“O que é que é o spin do electrão?”*
- *“Como é possível que os electrões quando excitados por uma radiação se desloquem para níveis superiores sem passar por níveis intermédias?”*

Dois factores podem ter influenciado um maior número de perguntas no dia 16: *i)* estímulo visual – a caixa e as folhas <Q/Q> estavam à frente dos estudantes pela primeira vez; *ii)* dificuldades genuínas com o conteúdo específico – sendo de alto grau de abstracção.

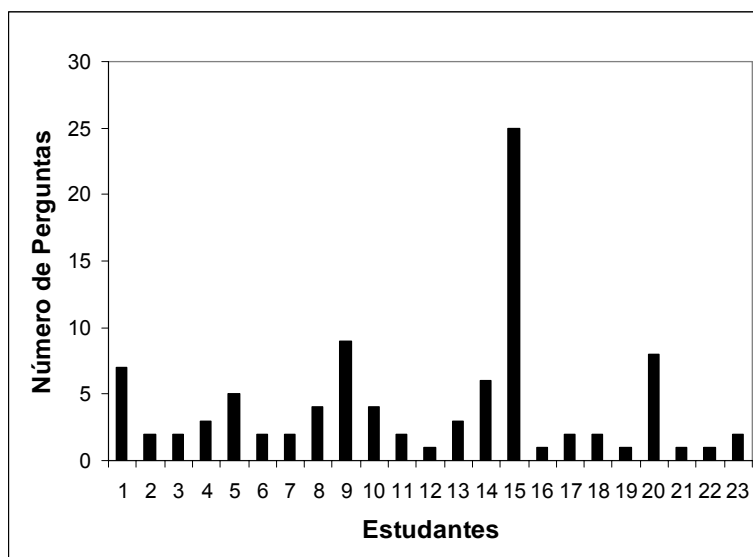
O dia **4 de Dezembro** (ver Figura 2.9), foi um dia representativo para o projecto <Q/Q>, porque foram enviadas perguntas através dos três instrumentos de recolha: o caderno de laboratório, a caixa <Q/Q> e o programa <Q/Q>. As perguntas deste dia estão

directamente ligadas com as aulas, mas a maioria estava relacionada com o trabalho prático nº 5 (Soluções coradas: estudo espectrofotométrico). Por exemplo:

- “Qual é a relação que existe entre a transmitância e a absorvância?”
- “Após a realização do trabalho, surgiu-me uma dúvida que por mais vã que pareça, vou colocar: Será que a água tem transmitância de 100%, isto é, tem uma absorvância totalmente nula?”
- “Como se relacionou os valores máximos de absorvância das duas soluções (azul e a vermelha) graficamente?”

Podemos assim caracterizar o dia 4 como aquele em que houve um número relevante de perguntas, motivadas pela aula prática onde se utilizou um colorímetro para a determinação do espectro de absorção de substâncias coradas.

A adesão dos estudantes ao projecto <Q/Q> foi positiva. O seu envolvimento activo pode ser percebido por diversos indicadores, sendo um dos mais importantes o enviar perguntas escritas. Este indicador mostra que cada estudante fez, em média, 4 perguntas durante o primeiro semestre, e dos 32 estudantes, 23 enviaram pelo menos uma pergunta. Na Figura 4.10, apresentamos o número total de perguntas por estudante.



**Figura 4.10** Número de perguntas por estudante. Química I (2000/2001)

Pela Figura 4.10, podemos perceber que apenas um estudante (15) teve um número de perguntas muito acima da média. Neste semestre, os estudantes enviaram a maioria das perguntas através da caixa e do programa <Q/Q>. Na Tabela 2.2, apresentamos o número total de perguntas por cada instrumento.

**Tabela 4.2** As perguntas por instrumento de recolha. Química I (2000/2001)

<b>Instrumentos</b>	<b>Número de perguntas</b>
<b>Programa &lt;Q/Q&gt;</b>	47
<b>Caixa &lt;Q/Q&gt;</b>	41
<b>Caderno de Laboratório</b>	7
Total	95

O instrumento que recolheu o maior número de perguntas foi o programa <Q/Q> (N=47), e o menos utilizado para expressar as perguntas foi o caderno de laboratório (N=7). Mais adiante voltaremos a discutir a evolução das perguntas por cada instrumento ao longo do ano lectivo.

Sendo as perguntas o nosso principal material de estudo, apresentamos mais adiante a sua análise sobre diversos aspectos, nomeadamente, sua evolução na qualidade e o seu sentido semântico. No ponto seguinte mostramos as opiniões expressas por estes estudantes sobre o projecto <Q/Q> e as estratégias, através de um questionário e de 10 entrevistas semi-estruturadas.

#### **4.2.1 - Opinião dos estudantes sobre o projecto <Q/Q>**

##### **4.2.1.1 – O Questionário**

No final do primeiro semestre a turma piloto respondeu a um questionário (Apêndice 4.3) constituídos por três partes. A primeira parte foca o projecto “Questões em Química”, a segunda os conhecimentos e acessos informáticos de que cada estudante dispunha, a terceira o perfil de cada estudante e a sua opinião sobre o curso escolhido. Apresentamos em seguida a análise do questionário, respondido pelos 29 estudantes presentes no dia da sua aplicação, isto é, 91% da turma piloto.

Procuramos obter a opinião dos estudantes sobre o curso que frequentam, com o objectivo de perceber as motivações, as razões das escolhas e o nível de satisfação com o curso, após o primeiro semestre concluído. Verificamos que a maioria dos estudantes (N=20) afirmou que não escolheu o curso devido à baixa média de entrada, influência dos pais ou de amigos, mas que o escolheram por vocação. Metade dos estudantes (N=15) afirmaram que estão nos cursos escolhidos como primeira opção e reconheceram que os cursos têm boas saídas profissionais. Quanto ao nível de satisfação com o curso,

aproximadamente metade disseram que estão satisfeitos (N=14), embora não estejam satisfeitos com os seus resultados no curso (N=13).

Igualmente procuramos obter as suas opiniões sobre a disciplina de Química I. Com esta questão gostaríamos de perceber um pouco as motivações e relações dos estudantes com a disciplina de Química. A maioria dos estudantes afirma que tem grande interesse pela disciplina (N=23), que é importante para seu futuro profissional (N=24), e que se a disciplina fosse opcional frequentá-la-iam mesmo assim (N=23). Declararam que gostavam de estudar Química e que não sentiam dificuldades (N=24).

Em resumo, podemos perceber que a maioria dos estudantes estava motivado e satisfeito com o curso que frequentavam e com a disciplina de Química, ou seja, estes factores parecem que não constitui barreira ao envolvimento completo no projecto <Q/Q> (ver detalhe em apêndice 4.4).

Sobre os conhecimentos informáticos e acessos, quase metade (N=14) dos estudantes declararam que têm computadores pessoais com ligação à Internet. Contudo a maioria também afirmou que tem outras formas de acesso à Internet, tais como, a utilização dos computadores na universidade (N=25), no trabalho (N=1), Aveiro digital (N=10) e em casa de familiares e amigos (N=7).

Apesar da maioria ter declarado que sabia trabalhar com um processador de texto (N=27) e que se sentiam à vontade com a utilização das novas tecnologias (N=25), apenas 14 estudantes disseram ter bom conhecimento de informática na óptica do utilizador. Mais da metade dos estudantes disse que sabia utilizar o correio electrónico (N=19), conversas de Chat (N=18) e fazer pesquisas na Internet (N=21). No entanto, menos da metade sabia instalar um programa no computador (N=14), dispor de informações no placard (N=6) e anexar um ficheiro no correio electrónico (N=8).

Quando foi perguntado se seria necessário algum tipo de explicação para utilizar o programa <Q/Q>, 17 estudantes afirmaram que sim, sugerindo desde “folhetos explicativos” até aulas sobre o como usar o programa. Alguns exemplos de respostas:

- *“A parte em que é possível ver as respostas às nossas questões tem uma série de menus (do lado esquerdo) que se tornam um pouco confusos.”*
- *“Deveria ser explicado o processo de envio de questões para que os alunos que não têm conhecimentos de informática se sentissem à vontade em fazer questões.”*

- “Para aqueles que tenham dificuldades sugeria uma aula de explicação rápida.”
- “Para pessoas que nunca utilizaram Internet deveria haver um conjunto de passos até ao envio da mensagem.”
- “Distribuição de folhetos explicativos.”
- “Num dia com hora marcada, um esclarecimento para todos os alunos.”

Também quisemos saber se conheciam os meios que foram disponibilizados para enviar perguntas. Quase todos os estudantes conheciam os instrumentos que podiam utilizar para enviar perguntas dentro do campus universitário, com excepção da sala de ensino à distância. No entanto, apenas 35% reconheceram o acesso externo pela Internet como “outros locais” onde poderiam enviar as suas perguntas.

Em geral, os acessos e conhecimentos informáticos dos estudantes não constituíram uma barreira para impedir a sua participação activa no projecto <Q/Q>.

Inquirimos os estudantes sobre a sua motivação para formular perguntas e a possibilidade de as fazer ao professor e aos colegas. Na Figura 4.11, apresentamos as suas respostas sobre o acto de formular perguntas.

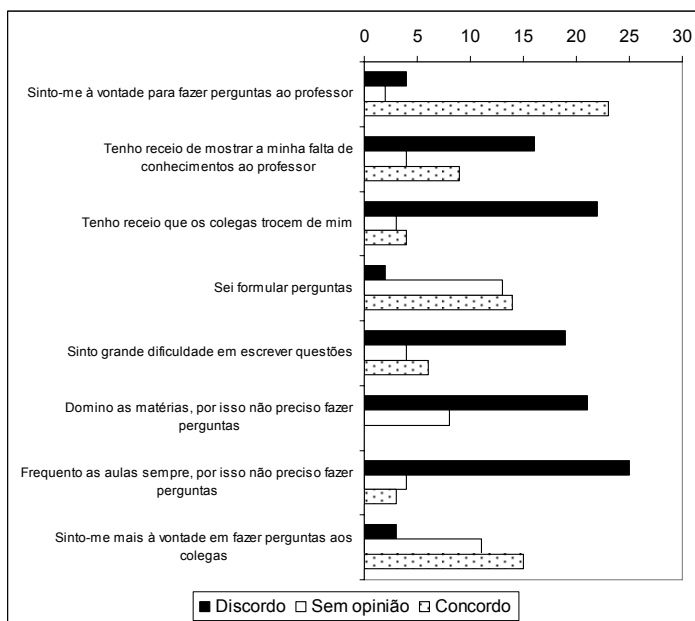


Figura 4.11 Sobre a formulação de perguntas (1º questionário 2000/2001)

Apesar da maioria dos estudantes considerar que se sentia à vontade para fazer perguntas ao professor (N=23), que não tiveram receio de mostrar sua falta de

conhecimento ao professor (N=16), nem que os colegas troçassem deles (N=22), somente metade consideraram que sabia formular perguntas (N=14), os restantes disseram não terem opinião sobre se sabiam ou não formular perguntas. Contudo, muitos sentiram não terem grandes dificuldades em escrever perguntas (N=19). Um dado interessante é que a grande maioria (N=25) considerou que o facto de frequentar as aulas e ter domínio dos conteúdos não os isenta de formular perguntas.

Ainda sobre as suas relações com o acto de perguntar, quando inquiridos sobre “outras razões” para formular perguntas, alguns opinaram o seguinte:

- *“Posso não dominar a matéria, mas são poucas as vezes que me ocorrem questões depois de estudar a matéria.”*
- *“Não sei bem que tipo de perguntas se devem fazer.”*
- *“Eu acho que sinto-me mais à vontade escrevendo as minhas questões e colocar na Caixa de Questões.”*

Em resumo, os estudantes disseram não sentir receio de enviar perguntas ao professor, no entanto reconheceram dificuldades na sua formulação e também no “tipo de perguntas” que deveriam enviar.

Discutimos também, a opinião dos estudantes “sobre as razões que consideram contribuir para que se sintam mais motivados a fazer perguntas”. Oitenta e seis por cento (N=25) afirmaram que a frequência às aulas, e mais estudo poderia motivá-los a perguntar. Mais da metade (N=16) também consideraram que respostas mais rápidas do professor e o desenvolvimento de actividades em grupo os poderia motivar. Neste item apenas três estudantes apresentaram “outras razões” para que se sentissem mais motivados a formular perguntas:

- *“Ser uma ajuda na aprendizagem de Química e ajuda-nos a compreender aspectos/factos que já conhecíamos mas não compreendíamos.”*
- *“Mais prática, isto é, mais exercícios. Talvez assim os alunos se sintam mais motivados.”*
- *“O grande intercâmbio entre professor e aluno.”*

Além de inquirir sobre o acto de perguntar em si, solicitamos também a opinião sobre o acto de formular perguntas no contexto do projecto <Q/Q>. Na Figura 4.12, apresentamos as suas opiniões sobre diversos aspectos relacionados com o projecto <Q/Q>.

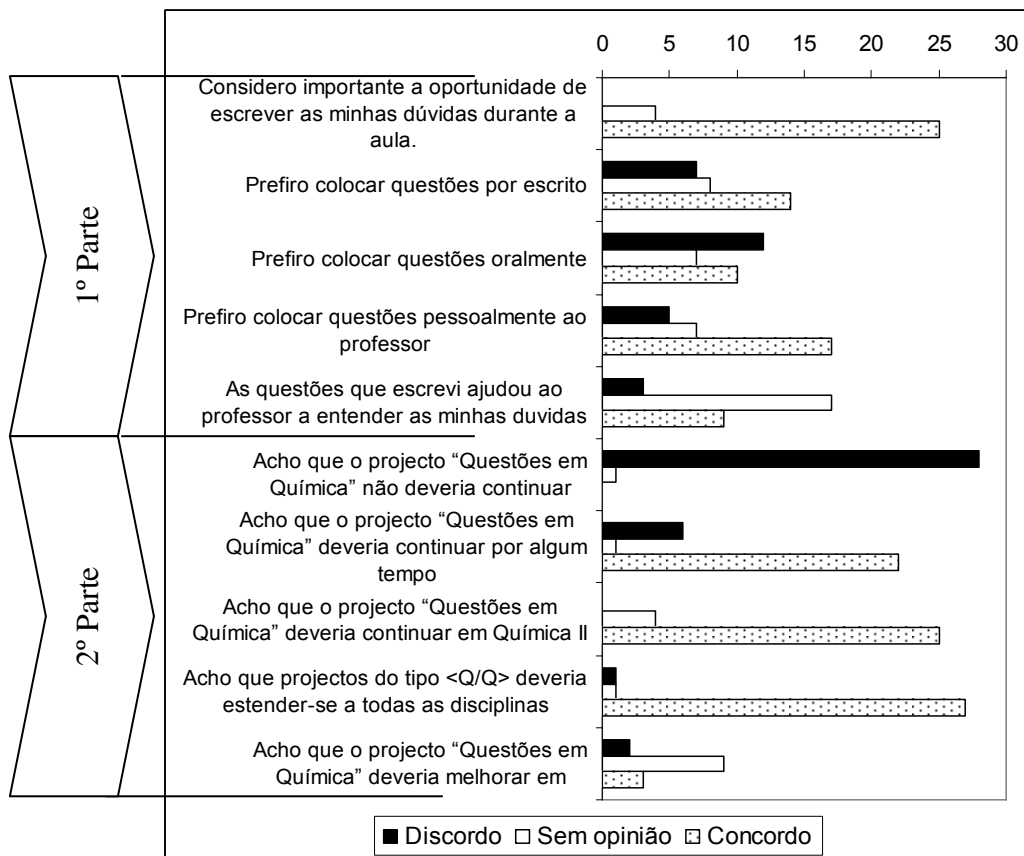


Figura 4.12 Opinião dos estudantes sobre o projecto <Q/Q> (1º questionário 2000/2001)

As primeiras quatro alternativas da Figura 4.12, estão relacionadas com a “forma” como poderiam formular perguntas através do projecto <Q/Q>. A maioria considerou importante escrever as suas dúvidas durante a aula (N=25). Embora 14 estudantes tenham considerado que prefeririam colocar perguntas por escrito, 10 prefeririam colocar perguntas oralmente, e 17 prefeririam colocar perguntas pessoalmente ao professor. Mais da metade dos estudantes não tinha opinião sobre se as suas perguntas escritas ajudaram o professor a entender as suas dúvidas.

A segunda parte da Figura 4.12 está relacionada com o impacto do projecto <Q/Q>. Quase todos acharam que o projecto <Q/Q> deveria continuar (N=28), ou deveria continuar em Química II (N=25), e 27 gostaria que o projecto <Q/Q> fosse estendido a todas as disciplinas. Na última alternativa da segunda parte foi solicitado que em apenas duas linhas, dessem as suas opiniões sobre as melhorias que deveriam ser introduzidas no projecto. Em seguida apresentamos algumas dessas opiniões:



- *“Diversidade, não deveria ser somente questões em Química. Mas talvez abranger um pouco de investigação e projectos dentro de química.”*
- *“Está ótimo, não visto que seja necessário melhoramentos.”*
- *“Ser alargado a outras turmas que tivessem esta disciplina.”*
- *“Abranger não só a matéria leccionada, como também outras questões não directamente relacionadas com a matéria mas sim com o ramo da química.”*
- *“Por enquanto acho que não há alguma coisa que deve melhorar, porque a atenção dos protagonistas é total.”*

No questionário foi ainda solicitado aos estudantes que apresentassem as suas sugestões e/ou críticas ao projecto <Q/Q>. Apenas doze escreveram algum comentário. Apresentamos alguns exemplos desses comentários, elogiando o projecto e sugerindo que deveria continuar:

- *“Acho que este projecto deveria continuar porque só traz benefícios não só para os alunos mas também para os professores passarem a ter uma ideia sobre as dificuldades dos alunos. É um projecto que não deveria parar por aqui.”*
- *“Acho que era bom o projecto continuar, pois é um bom método para os alunos mais tímidos, que se sentem intimidados em colocar as questões oralmente, sendo assim um incentivo ao gosto pela disciplina.”*
- *“Penso que este projecto está muito bem estruturado e que temos à nossa disposição todos os métodos necessários, assim como apoio pedagógico.”*
- *“Na minha opinião, o projecto é interessante e é uma boa ajuda quer para dar respostas a algumas curiosidades, quer para ajudar em dúvidas que existam na matéria.”*
- *“Continuem com o projecto porque é bom saber que se existirem dúvidas ainda mais facilmente podem ser respondidas.”*

As duas últimas opiniões revelam um pouco das suas visões sobre a importância de formular perguntas. Para eles, o projecto é apenas “uma boa ajuda” para responder às perguntas. Ainda não tinham compreendido os benefícios do próprio acto de formular perguntas.

Nos exemplos que apresentamos a seguir, os estudantes fizeram sugestões mais directas ao funcionamento do projecto <Q/Q>:

- *“Na minha opinião este projecto é muito interessante e muito útil, mas acho que nós, os alunos, com o tempo nos vamos habituando a este projecto e assim beneficiamos ainda mais na aprendizagem da disciplina.”*

- *“Acho que foi uma boa ideia, dando-nos a oportunidade de esclarecer algumas das nossas dúvidas. No entanto, penso que certas questões tinham mais interesse em ser discutidas nas aulas pois ao esclarecer a dúvida de um aluno pode-se contribuir para o conhecimento dos outros.”*
- *“Acho que seria muito interessante se disponibilizassem revistas científicas, e nós pudéssemos “fazer” questões baseadas em artigos existentes nessas revistas.”*
- *“Penso que este projecto deveria abranger outras turmas e outros anos. E, pelo que ouvi dos meus outros colegas que já fizeram perguntas, considero que 2/3 dias para obter uma resposta pode ser demasiado tempo para o aluno compreender o assunto que está a estudar.”*

Pretendendo compreender o grau de envolvimento de cada um, solicitamos que apresentassem pelo menos uma razão para o envio ou não de perguntas, usando os instrumentos do projecto <Q/Q>. Os estudantes que enviaram perguntas, justificaram o seu envolvimento com palavras-chave tais como, “dúvida” e “curiosidade”. Neste mesmo sentido foram citadas: “explicação”, “elucidação” e “resposta”. Outras justificações tiveram como palavras-chave, “economia de tempo” e “rapidez” e apenas dois dos 19 estudantes que escreveram alguma justificação atribuíram a sua participação à privacidade que o projecto proporcionava para perguntar. Citamos alguns exemplos de todas estas justificações:

- *“Porque senti curiosidade em relação às questões químicas do quotidiano e não só e achei interessante levantar essa dúvida.”*
- *“Procurar uma melhor explicação para o facto que coloquei na pergunta”*
- *“Senti necessidade de elucidação numa questão que não me sinto tão à vontade.”*
- *“Por razões de economia de tempo, colocando as perguntas no projecto evitei perder tardes na biblioteca.”*
- *“Por achar que a minha dúvida será esclarecida o mais rápido possível e por ser mais fácil expô-la, é apenas requerido ter um computador com Internet.”*
- *“Para obter respostas às minhas dúvidas.”*
- *“Tinha dúvidas e curiosidade sobre a matéria, e o horário de atendimento muitas vezes ‘não é acessível’.”*
- *“Porque precisava saber daquela matéria e senti-me mais à vontade escrever a minha questão na Caixa de Questões, porque é um intercâmbio que mais ninguém precisa saber, é só entre eu e o professor.”*
- *“Pura e simplesmente o facto de ter dúvidas e não ter grande disponibilidade nem o à vontade suficiente para as colocar ao professor.”*

Os estudantes que não participaram enviando perguntas, utilizaram explicações do tipo: “não tive necessidade”, “nunca tive tempo”, “as minhas dúvidas resolveram-se no decurso das aulas”. A seguir, citamos alguns exemplos:

- *“Ainda não participei no projecto porque as minhas questões resolvem-se no decurso das aulas.”*
- *“Eu já formulei as perguntas, só que ainda não coloquei as questões na caixa nem no computador.”*
- *“Nunca tive tempo para tal (mas espero vir a ter...).”*
- *“Ainda não participei no projecto pois ainda não senti necessidade de colocar questões, isto talvez porque o estudo ainda não foi suficiente.”*
- *“Tenho computador apenas há semanas e ainda não está ligado á Internet.”*
- *“Ainda não me surgiram dúvidas merecedoras do projecto “Questões em Química”.*
- *“Sinto que não tive a necessidade de expor uma pergunta, mas não implica que não tenha dúvida apenas não as considero suficientemente importantes para as esclarecer.”*
- *“Ainda não entendi o tipo de questões que se devem colocar.”*

Estas três últimas opiniões mostram que alguns estudantes tiveram dúvidas sobre que “tipo de perguntas” deveriam colocar. Dois destes pensaram que necessitavam de ter uma pergunta “muito importante” para poder enviar ao professor através do projecto <Q/Q>. Estas frases podem revelar diversas barreiras, desde a incapacidade do estudante em detectar a sua falta de conhecimento, até falta de estratégias do projecto em ajudar o estudante a formular e/ou identificar as suas perguntas. Contudo, iremos a seguir aprofundar estes dados através das entrevistas que fizemos a 10 estudantes que participaram no projecto.

#### **4.2.1.2 – As Entrevistas**

Outra importante fonte de informação foram as entrevistas semi-estruturadas feitas aos estudantes no final do primeiro semestre do estudo piloto (2000/2001). Seleccionamos 10 estudantes, de modo que 5 deles pertencessem ao grupo que enviou perguntas e os outros 5 fizessem parte dos que nunca enviaram.

Os estudantes do primeiro grupo foram seleccionados tendo em conta: *i)* a quantidade e a qualidade das perguntas; *ii)* as classificações obtidas em Química; *iii)* o género.

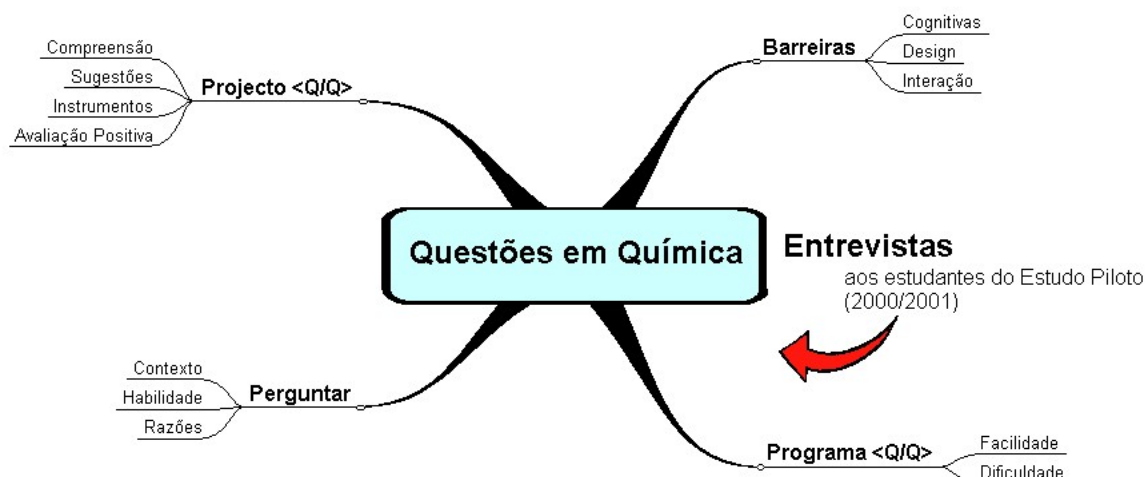
Os estudantes do grupo que não enviaram perguntas foram seleccionados tendo em conta: *i)* o acesso ao programa <Q/Q>, nomeadamente um estudante que entrou no programa várias vezes para ler as perguntas dos colegas e as respostas do professor, mas que não enviou perguntas; *ii)* as classificações obtidas em Química; *iii)* o género.

Elaboramos um guião para a entrevista (Apêndice 4.5), com algumas perguntas diferentes para os que enviaram e outro para os que não enviaram perguntas. O guião está dividido em três partes principais: *i)* legitimação, *ii)* o projecto <Q/Q> e *iii)* os aspectos tecnológicos. No Apêndice 4.5, apresentamos o guião com os objectivos específicos de cada uma das perguntas que compõem estas três partes.

Com o grupo dos que enviaram perguntas, pretendíamos perceber as principais motivações que os levaram a formular perguntas no âmbito do projecto <Q/Q>, as principais barreiras para a sua formulação (ou não formulação) e as dificuldades que tiveram com o programa <Q/Q> e ainda obter sugestões para o desenvolvimento do projecto no semestre seguinte.

Com a entrevista aos que não enviaram perguntas, pretendíamos sobretudo compreender porque razões não enviaram perguntas, que barreiras os impediram de as enviar, obter também sugestões para uma melhor concretização do projecto <Q/Q> e ainda procurar identificar as melhores estratégias para os motivar a formular perguntas no semestre seguinte.

Na análise dos conteúdos destas entrevistas utilizamos o software de análise qualitativa Nudist na sua 6ª versão (Richards & Richards, 2002). Para isso criamos um conjunto de categorias e subcategorias que apresentamos na Figura 4.13. As quatro principais categorias apresentadas são: perguntar, projecto <Q/Q>, barreiras e programa <Q/Q>.



**Figura 4.13** Categorias de análise para as entrevistas no Estudo Piloto (2000/2001)

As definições destas categorias estão relacionadas com os vários tópicos abordados nas entrevistas, e as subcategorias com os tipos de “respostas” dadas pelos entrevistados sobre cada um dos tópicos. Na Tabela 4.3, apresentamos uma síntese de cada categoria, bem como alguns trechos das entrevistas que as evidenciam.

**Tabela 4.3** Definição resumida das categorias de análises. 1º Estudo 2000/2001

Categoria de Análise	Síntese de cada Categoria	Algumas Evidências da categoria
<b>Perguntar</b>	Opiniões sobre o acto de perguntar em relação aos contextos, as habilidades e razões para enviar e/ou não enviar perguntas.	<p><b>Jorge:</b> Quando estou a estudar (fala com firmeza)</p> <p><b>Fátima:</b> É... nas aulas práticas e quando estou em casa, sozinha, a estudar... aparecem mais dúvidas.</p> <p><b>Mariana:</b> Dá porque... quando o professor diz alguma coisa que me suscita a dúvida, eu aponto... e normalmente ele ainda deve estar... só perco o tempo que estou a apontar... aquilo que eu não sei... aquilo que não entendi... depois... ponho de lado e continuo a...</p> <p><b>Fátima:</b> Fiz questões, porque queria saber. Porque quem faz questões tem alguma curiosidade... quer aprender...</p>
<b>Projecto &lt;Q/Q&gt;</b>	Incluem-se a compreensão sobre os instrumentos, as estratégias e as sugestões ao projecto <Q/Q>	<p><b>Mariana:</b> Não... assim... o projecto em si, entendi logo como ele explicou, depois como se usava o computador, e isso, fui entendendo quando fui experimentando...</p> <p><b>Jorge:</b> Eh... não, não entendi logo, principalmente uma coisa, foi que tipo de perguntas é que nós iríamos fazer.</p> <p><b>Fátima:</b> Em princípio não tinha entendido. Entendi, depois quando o projecto começou a decorrer.</p> <p><b>Sara:</b> Eu... eu pensava que... pronto, quando tive... eh... acesso... ao projecto... eu pensei que... em Questões... a Questões em Química levava-me a formular questões, mesmo só no... sobre Química... e sobre a disciplina, e</p>

		<p>então (leve riso) ... mesmo só sobre a disciplina, acabei por não optar outro... para a Química geral. Eu limitei-me só... se não tivesse essa disciplina, eu não fazia, mas depois vi colegas meus que fizeram sobre outros temas, não só sobre a disciplina. E achei, por acaso, interessante algumas delas.</p> <p><b>Pedro:</b> Eu... eh... penso que... que sirvam, os instrumentos... que... que existem, penso que sim. Penso que... qualquer... qualquer colega meu que... queira intervir e queira fazer perguntas, facilmente as põem... eh... tanto... o papel... na... caixa, na... na aula ou então...</p> <p><b>Sara:</b> Acho que não. Acho que não valia a pena estar a por questões só por causa de... de subir um valor, ou assim... Porque, assim, acho que nem tinha nada a ver com o projecto. <b>Sara:</b> O projecto era para nos ajudar a estudar e não para ter mais um valor... ou fazer questões só para ter um valor...</p>
<b>Programa &lt;Q/Q&gt;</b>	Consideram-se os conhecimentos e habilidades dos estudantes para usar os computadores e o programa <Q/Q>.	<p><b>Jorge:</b> Eu não, mas há pessoas que se calhar tiveram, porque eu... eu já lido com a Internet e todo o tipo de linguagem há muito tempo.</p> <p><b>Marina:</b> É assim: eu não tenho dificuldades, pronto, já tenho Internet há 4 anos, portanto já... não tenho qualquer dificuldade nisso... agora... haverá pessoas, certamente, que têm alguma dificuldade. Eu vejo isso, por exemplo, em Informática... quando é para aceder mesmo ao site da Universidade, para ir fazer os mini-testes, e isso, que é um bocado... faz-lhes um bocado de confusão, aquilo.</p>
<b>Barreiras</b>	Consideram-se algumas barreiras para o envio de perguntas e o envolvimento no projecto.	<p><b>Sara:</b> (riso) Eu sou um bocado passiva nisso num... não levanto muitas questões, acho que é um problema mesmo meu. Pronto! ... eu olho decoro e... não ligo mais àquilo.</p> <p><b>Cláudia:</b> Eh... porque achei que, se calhar, as minhas questões não eram assim tão interessantes ou... eh... que fosse uma coisa que eu quisesse mesmo muito saber... achei que, se calhar, por outros meios... eh... estudando mais, ou assim, conseguiria obter a resposta a essa minha questão...</p> <p><b>Jorge:</b> Sim, porque eu não ia... não ia fazer perguntas antes das outras estarem respondidas, para não acumular muito, e às vezes já tinha perguntas e outras não tinham sido respondidas. Mas isso aconteceu uma vez ou duas.</p> <p><b>Fátima:</b> E nem sempre aparecem essas perguntas difíceis. São perguntas, assim, muito simples. Apenas queremos ampliar o nosso conhecimento... e às vezes eu não faço... eu não faço as questões, prefiro não perguntar.</p>

### A categoria “Perguntar”

Na categoria “perguntar”, estávamos interessados em compreender qual o “contexto” em que surgiram mais perguntas (por exemplo, nas aulas ou ao estudar em casa), se os

estudantes demonstraram alguma “habilidade” em formular perguntas por escrito durante as aulas, se desistiram de enviar alguma pergunta e se as perguntas foram exclusivamente do estudante que as enviou. Também estávamos interessados em saber as “razões” para terem ou não formulado perguntas. Na Tabela 4.4, apresentamos o número de estudantes que emitiram alguma opinião sobre as três subcategorias citadas.

**Tabela 4.4** Estudantes que opinaram sobre a categoria “perguntar”

Estudantes que:	Contexto	Habilidade	Razões
Enviaram perguntas	5	5	4
Não enviaram perguntas	3	4	3

Dos 8 estudantes que emitiram alguma opinião sobre a subcategoria “contexto”, 5 deles enviaram e 3 não enviaram perguntas. A maioria deles respondeu que é ao estudar sozinho ou em grupo que surgiram mais perguntas e/ou dúvidas, embora tenham referido que nas aulas teóricas e práticas surgiram também algumas perguntas. A seguir, seleccionamos um trecho onde a Mariana fala sobre este assunto:

***Mariana:** (Fez uma pequena pausa) Em Química! Hum... quando estou a estudar! ou quando estou a ... É mais na teóricas... e a estudar sozinha. Nas teórico-práticas, o professor resolve os exercícios... e como ele explica... cada passo... acho que não há muito... pelo menos a mim, nunca me surgiu nenhuma dúvida aí. Surgiu... surgiram-me dúvidas nas teóricas (pequeno ruído) e... quando estou a estudar em casa... às vezes... e aponto, quando tenho dúvida aponto...*

A Mariana (aluna que enviou 25 perguntas) justificou porque razões não lhe surgiram perguntas nas aulas teórico-práticas e considerou que é quando está a estudar e nas aulas teóricas que lhe surgiam mais perguntas. Note-se que, no início do projecto, fazia parte das aulas teórico-práticas a resolução de um conjunto de exercícios previamente distribuídos. Só mais tarde, como mais adiante iremos referir, foi alterada a estratégia destas aulas, predominando a resolução de problemas, que foram designadas por “casos para estudo”.

Mesmo entre os estudantes que não enviaram perguntas, reconheceram que foi sobretudo fora do contexto de sala de aula que surgiu o desejo de enviar perguntas escritas, mas que acabaram por desistir de enviar:

**Entrevistador:** Onde... onde se sente mais à vontade de fazer perguntas?

**Sara:** É mesmo pelo papel. (risos)

**Entrevistador:** Pelo papel! Ou seja, não, não corre risco... (risos)

**Sara:** Ter que contactar com o professor... (riso) ... é um bocado... (dá a entender que não gosta de fazer perguntas directamente ao professor).

Em relação à “habilidade” em perguntar, a maioria dos estudantes reconhece que não sentiu dificuldade em escrever perguntas e acompanhar as aulas, e que preferiu escrever as perguntas a expô-las oralmente ao professor, na aula. No entanto, dois dos estudantes disseram que não conseguiam escrever uma pergunta e acompanhar a aula. Um dos estudantes que não enviou perguntas chegou a sugerir que deveria haver 5 minutos de pausa na aula para escrever a pergunta ou trazê-la já formulada:

**Entrevistador:** *Ou seja, ... lhe causa um bocado de embaraço...?*

**Cláudia:** *Sim...*

**Entrevistador:** *Ter que escrever e prestar atenção...?*

**Cláudia:** *Sim, sim, sim. Acho que sim, que devia haver 5 minutos acho que, que dava para...*

**Entrevistador:** *5 minutos?*

**Cláudia:** *O aluno também já... acho que já deve trazer a... a pergunta... se quer colocar... se quer escrever a pergunta no... naqueles papeis para pôr na caixa, acho que já deve trazer de casa a pergunta formulada num... papel e depois é só passar!*

Como se pretendia confirmar se todas as perguntas recebidas foram de facto da autoria dos que as enviaram, questionamos sobre a origem das mesmas. Estes confirmaram que todas as perguntas enviadas foram exclusivamente suas, não havendo nenhum colega que lhes tenha pedido para enviarem perguntas por eles. No entanto, constatamos que alguns estudantes desistiram de enviar algumas perguntas, mesmo dentro do grupo que enviou algumas. Dois deles disseram que deixaram de enviar a pergunta porque o professor acabou por lhes responder na aula:

**Marina:** *Sim, rapidamente escrevo a questão... pronto fica ali...*

**Entrevistador:** *E... continua assistindo à aula? Ok! Alguma vez...*

**Marina:** *Já aconteceu também surgir a resposta, entretanto...*

**Entrevistador:** *Ah! Foi?*

**Marina:** *Porque o professor responde à questão... pronto... ou coloca ele próprio a mesma questão e fica respondida...*

As duas principais razões para terem enviado perguntas podem ser resumidas em: *i)* para encontrar as respostas e *ii)* porque sentiram “segurança” e/ou “privacidade”. A aluna



que enviou mais perguntas durante todo o estudo piloto confirmou que a razão para formular perguntas era a de ver esclarecidas as suas curiosidades:

**Marina:** *Curiosidade. Fundamentalmente curiosidade.*

**Entrevistador:** *E o que mais?*

**Marina:** *Eh...eram questões, muitas vezes, que eu já tinha... já tinha... já me tinha questionado sobre essas perguntas e nunca tive a oportunidade de as ver respondidas e... foi um modo de... de as ver respondidas...*

Nas entrevistas, as razões apresentadas para formularem perguntas reforçam os resultados obtido com os questionários, isto é, resumem-se à obtenção de respostas. Apenas 3 estudantes explicaram as razões para não terem enviado perguntas, embora ao longo da entrevista possamos identificar algumas barreiras, como veremos mais adiante. Por exemplo, o João, diz que “gosta de ir à Internet” e que para muitas dúvidas que surgiram acaba por procurar a resposta após a aula em casa e assim deixa de enviar perguntas:

**João:** *Gosto de pesquisar e costumo... às vezes... coisas que tenha dúvidas... às vezes podia pôr, assim, logo na aula, mas prefiro ir para casa ver... se for preciso, e depois já não é assim tão...já... já não preciso... podem surgir outras coisas, mas...*

Para o Pedro, as perguntas não foram enviadas porque elas só surgiram quando estava a estudar. Como deixou o estudo apenas para os testes, não enviou perguntas ao longo do semestre lectivo. Sara justificou o facto de não ter enviado perguntas por não ter sentido necessidade, e acrescentou que já havia “questionado tudo” à professora do 12º ano:

**Sara:** *Eu... é assim, eu penso que agora no segundo semestre com... eh... vão ser... a matéria vai ser um bocado diferente do 12º, talvez eu comece a pensar mais. Aqui, como eu tinha tido 12º, e até tive boas notas, acho que até nem estudei muito. Dizia: "Ah! Eu já sei aquilo e tal...!"... e não...*

**Entrevistador:** *Ah! Então você teve Química no 12º?*

**Sara:** *Tive... e que ajudou bastante este primeiro semestre, porque acabei por... era só rever, mais, a matéria. Penso que agora, o segundo semestre, já começo a ter mais dúvidas...*

**Sara:** *Acho que já questionei tudo, no ano passado... à professora... (risos)*

### A categoria “Projecto <Q/Q>”

Nesta categoria (ver Figura 4.13), destacamos quatro subcategorias de análise: compreensão, instrumentos, avaliação positiva e sugestões. Na Tabela 4.5 apresentamos o número de estudantes que emitiram alguma opinião sobre as subcategorias citadas.

**Tabela 4.5** Estudantes que opinaram sobre a categoria “projecto <Q/Q>”

Estudantes que:	Compreensão	Instrumentos	Avaliação positiva	Sugestões
Enviaram perguntas	5	4	5	4
Não enviaram perguntas	4	2	5	5

Na subcategoria “**compreensão**” classificamos as opiniões dos estudantes sobre a sua compreensão inicial sobre o projecto “Questões em Química” e sua evolução ao longo do semestre. Para isso, começamos por perguntar se estavam na aula em que o professor explicou o projecto <Q/Q>, e se compreenderam os seus objectivos. Todos os entrevistados estavam na aula em que foi apresentado o projecto <Q/Q>. Dos 10 entrevistados apenas dois disseram que não entenderam.

Os estudantes que afirmaram que entenderam as explicações iniciais, afirmaram que foram entendendo ao longo do semestre como funcionavam alguns aspectos do projecto, mas que compreenderam os objectivos principais quando foram apresentados. A seguir, citamos a fala de um estudantes, mostrando que houve uma certa evolução na compreensão do projecto <Q/Q>:

***Nuno:** Na altura fui tendo uma ideia, mas depois ... (fala incompreensível)... Foi melhorando (fala incerta)... mas na altura em geral percebi logo...*

Constatamos que a compreensão que os estudantes tiveram sobre o projecto <Q/Q> foi evoluindo na medida que, no início alguns pensaram que o projecto seria uma ferramenta para sanar todas as “curiosidade” e dúvidas que tivessem. Por isso, no início do semestre houve perguntas das mais diversas áreas da ciência, desde a astronomia à física. Por esta razão, o professor solicitou aos estudantes que formulassem perguntas no âmbito da química e de preferência o mais próximo possível dos assuntos que estavam sendo discutidos nas aulas. Nas entrevistas também foi perguntado se o facto do projecto se chamar “Questões em Química” lhes tinham condicionado o tipo de perguntas que poderiam formular. Todos os entrevistados afirmaram compreender que o projecto <Q/Q>

estava voltado para as perguntas em Química, embora alguns tenham declarado que o projecto deveria ser alargado a outras disciplinas e temas. Por exemplo:

*Ana: Não... eu se fizesse... pronto, era só de Química, claro, que é um programa de Química... é um programa da disciplina de Química, era basicamente... eh... perguntas de Química que eu fazia, mas se surgissem perguntas do ramo da... tipo de Biologia, relacionadas com coisas de Química... não sei, era capaz de pôr...era capaz de pôr para... nem que fosse pela curiosidade de me dizerem... de ver o que é que me diziam... de ver o que é que me respondiam.*

Quisemos ainda saber quais dos “**instrumentos**” utilizados para incentivar e recolher perguntas contribuíram para que se sentissem mais à vontade e sem constrangimentos. Dentre os estudantes que emitiram alguma opinião sobre os instrumentos, três reconheceram o suporte em papel (folha e caixa <Q/Q>) como a ferramenta que mais contribuiu para que se sentissem à vontade. Um estudante afirmou que foi no computador, e dois consideraram que todos eram necessários. A seguir, transcrevemos um exemplo de uma destas opiniões.

*Fátima: Por mim, foi a caixa. O computador é um pouco complicado, porque se... é que os computadores estão sempre ocupados eu não... se tivesse um computador em casa, seria mais fácil. E... foi mais fácil para mim, nas caixas, prefiro fazer nas caixas.*

Outro aspecto do projecto <Q/Q> sobre o qual inquirimos diz respeito à “**avaliação positiva**” para aqueles que enviaram perguntas e se envolveram com o projecto (ver subcategoria na Tabela 2.6). Neste ponto vale a pena distinguir mais uma vez a opinião dos estudantes que enviaram e dos que não enviaram perguntas.

Dos 5 entrevistados que enviaram perguntas 3 disseram que foram influenciados e 2 disseram que não foram influenciados pela avaliação positiva. Um dos que afirmou que não foi influenciado, disse que a avaliação positiva nem deveria existir: “*primeiro porque pode surgir alguém fazendo questões por causa da nota e por outro lado, quem não estiver a fazer questões por esse motivo sempre terá a suspeita de estar fazendo questões por causa da avaliação positiva.*” O outro estudante que disse que não fora influenciado, concordou mesmo assim que a avaliação positiva “*é sempre um estímulo*”. Abaixo citamos um trecho da entrevista com uma estudante que afirmou ter sido influenciada pela avaliação positiva. Note-se que esta aluna foi quem formulou mais perguntas ao longo do estudo piloto:

*Marina: Às vezes. Isso é uma questão que ajuda sempre.*

**Entrevistador:** *É?*

**Marina:** *Por mais que se possa dizer: "Não, não influencia nada!", influencia sempre uma pessoa, claro...*

**Entrevistador:** *Sempre pensa! Tem uma avaliação positiva... e...*

**Marina:** *Sim, isso... por mais que uma pessoa não queira, acaba por influenciar sempre.*

**Entrevistador:** *Sei. Mas nunca pôs uma questão só porque... era para...?*

**Marina:** *Ah, pois, nesse sentido não... mas motiva para...*

**Entrevistador:** *Só porque estava contando para a nota?*

**Marina:** *(risos) Nisso não... nisso não, porque uma pessoa também não pode estar a contar com essas coisas...*

**Entrevistador:** *É claro, sim!*

**Marina:** *Não pode... "Vou fazer esta pergunta, já tenho mais um ponto. Estou a fazer esta, já..." (risos)*

**Entrevistador:** *Tanto é que a gente... o professor nem prometeu isso, não é?*

**Marina:** *Não é? Não é nesse sentido, mas...*

**Entrevistador:** *Sei, eu sei Marina ...*

**Marina:** *Não é a inventar perguntas... mas ajuda.*

Entre os entrevistados que não enviaram perguntas, apenas um estudante disse que não se sentiu estimulado pela avaliação positiva. Todos os outros (N=4), disseram que sentiram em algum momento o estímulo da avaliação positiva. Mesmo não tendo enviado perguntas estes estudantes concordaram que a avaliação positiva foi um estímulo que chamou à atenção no início, mas que "foi uma ideia que foi passando". A seguir, citamos alguns exemplos:

**Ana:** *Ha! Estimulou. Mas é... também é... foi aquela fase do... pronto, é assim, quem participava, fazia por obter aqueles valores que o professor dizia que ia... que ia...*

**Ana:** *Com o passar do tempo acabou por ir... passando. Foi uma ideia que foi passando, que... pronto, eu acabei por achar que não... não era preciso. Não é não ser preciso, é que não era extremamente necessário... não era absolutamente necessário eu participar para ter aqueles dois valores, porque... ou aquele um valor, ou... pronto... aquela compensação que o professor dava.*

**João:** *É assim, eu... eu pensei... se isto.. me vai... pode-me ajudar na nota, e isso, vou fazer, mas... não sei, eu... eu nunca fui um aluno, assim, de... de estudar só para ter boas notas.*

Em resumo, a avaliação positiva contribuiu para que os estudantes formulassem perguntas, embora este estímulo não tenha sido uma condição indispensável, nem uma garantia de que as formulassem. Houve estudantes que não enviaram perguntas mesmo

reconhecendo a avaliação positiva como um estímulo. Podemos assim considerar que: *i)* apesar da avaliação positiva ter “chamado a atenção” dos estudantes que não enviaram perguntas, não foi estímulo suficiente para que enviassem perguntas; *ii)* a avaliação positiva pode desempenhar um papel importante como estímulo inicial para formular perguntas, mas não é suficiente para manter o interesse durante todo o semestre.

Na última subcategoria da categoria projecto <Q/Q> (ver Tabela 2.6), consideramos as “sugestões” e críticas dos estudantes sobre o projecto. Mais uma vez, as sugestões apresentadas nas entrevistas reforçaram as apresentadas no questionário. Em seguida, apresentamos uma síntese das sugestões expressas através de ambos os instrumentos:

- O projecto <Q/Q> deveria ser alargado a outras disciplinas.
- O projecto <Q/Q> deveria ser estendido a todas as turmas da Disciplina de Química.
- As perguntas deveriam ser respondidas e discutidas nas aulas, “pois ao esclarecer a dúvida de um aluno pode-se contribuir para o conhecimento dos outros.”
- Estimular a formulação de perguntas com base em artigos científicos.
- As perguntas deveriam surgir naturalmente através de um projecto e/ou experiência.
- Maior rapidez na resposta.
- Melhorar alguns aspectos do Programa <Q/Q>.
- Explicar melhor o modo de funcionamento do programa <Q/Q>, por exemplo através da distribuição de um manual para o software.
- Explicar o tipo de perguntas que se poderia e deveria formular.
- Perguntas no caderno de laboratório podem ser dispensados.

### A categoria Programa <Q/Q>

Era também muito importante obter informações sobre os aspectos tecnológicos do projecto, isto é, conhecer a habilidade deste grupo de estudantes em lidar com o computador e, em particular, o uso do programa <Q/Q>. Na Tabela 4.6, apresentamos o número de estudantes que, em algum momento da entrevista, falaram das suas facilidades e dificuldades com o programa <Q/Q>.

**Tabela 4.6** Estudantes que opinaram na categoria “Programa <Q/Q>”

Estudantes que:	Facilidade	Dificuldade
Enviaram perguntas	4	2
Não enviaram perguntas	4	4

A maioria dos estudantes deste grupo, englobando os que enviaram e os que não enviaram perguntas, disse (N=8) que tem facilidade em utilizar o computador e enviar perguntas pelo programa <Q/Q>. Das duas estudantes que enviaram perguntas e que revelaram alguma dificuldade em lidar com o computador ou o programa <Q/Q> (ver Tabela 4.6), uma referiu apenas que não sabia que poderia enviar perguntas aos colegas e que desconhecia o correio interno do programa, embora saiba utilizar o computador sem grandes dificuldades e a outra afirmou: “*não entendo quase nada de computador*”, enviando as suas perguntas através da caixa <Q/Q>. Esta estudante não sabia que poderia obter as respostas às suas perguntas através do programa <Q/Q>, como se pode constatar no trecho da entrevista a seguir:

*Fátima: Não, fiquei sempre à espera das questões... agora onde... mas onde é que eu posso ver, as respostas das questões que eu tenho colocado? ... fico assim... já perguntei a uma colega... também tem feito as mesmas... nunca viu uma resposta ... (parte confusa) ...quer dizer, a princípio eu pensava, que dentro da aula, que o professor... eh... desse a resposta, não é?*

*Entrevistador: Hum! Hum!*

*Fátima: Pois. Nas aulas práticas, mas eu nunca vi. Então, eu não perguntei ao professor... Fiquei até com receio...*

*Entrevistador: Não sabia que é entrando no computador que ia ver as respostas?*

*Fátima: Sim. Nunca pensei que fosse o computador....*

Dos estudantes que não enviaram perguntas e que declararam alguma dificuldade (ver Tabela 4.6), dois disseram que nunca acederam ao programa <Q/Q> e que não sabiam se seriam capazes. Um destes chegou mesmo a dizer: “*Não, eu não gosto de computadores*”. Os outros dois mostraram dificuldade com os menus do Programa <Q/Q>.

Em resumo, salvo estas exceções apresentadas, os estudantes mostraram que tiveram conhecimentos suficientes para usar os computadores, a Internet e o programa <Q/Q>.

### **A categoria Barreiras**

Com estas entrevistas também pretendíamos identificar e compreender as barreiras que impediram as perguntas e o envolvimento mais activo dos estudantes. Na Tabela 4.7, apresentamos aquelas que conseguimos identificar:

**Tabela 4.7** Estudantes que opinaram na categoria “Barreiras”

Estudantes que:	Cognitivas	Design	Interacção
Enviaram perguntas	3	4	2
Não enviaram perguntas	3	4	3

Nas barreiras “**cognitivas**” os estudantes alegaram que não conseguiram formular perguntas que fossem realmente “importantes”, “interessantes”, de “máxima curiosidade”, ou então não sabiam o tipo de perguntas que poderiam enviar. Citamos o exemplo do Pedro:

*Pedro: Uma... eh... coisa que... eh... que eu... eh... notei em alguns colegas meus, e... e eu também um... um pouco, é que... que eu não entendi muito bem foi... eh... o tipo de questões... eh... o... muitas vezes eu tive...eh... o... questões a colocar... como é que se haviam de por as... eh... as questões, porque muitas vezes levantam-se certas questões, mas essas questões não... não se sabem, porque... porque ainda não se estudou.*

Na subcategoria “**design**” consideramos as barreiras causadas pelas estratégias ou instrumentos utilizados no projecto <Q/Q>, pelo desenho da disciplina ou do curso. Alguns estudantes que enviaram perguntas citaram dois factores que, em certo sentido, poderiam ter funcionado como barreira ou limitação à novas perguntas:

- O pouco tempo das aulas práticas
- O tempo de resposta às perguntas

A aluna que referiu o pouco tempo das aulas práticas justificou-se assim:

*Fátima: Já nem dá! Por exemplo, foi a... o penúltimo trabalho e o último, tinha uma questão para fazer, quando eu dei por mim, já era tarde, estava a perder o outro... a outra aula de Química, a teórica. Já nem consegui fazer a pergunta. Nessa... último trabalho ...também queria fazer uma pergunta, mas já nem consegui. Fui a última a sair da sala ... (risos)*

Os outros três estudantes salientaram o tempo de resposta às perguntas. Dois consideraram que o tempo de resposta era rápido ou suficiente e apenas uma disse que não enviava nova pergunta enquanto não recebesse a resposta à anterior, para não “acumular muito”. Para a Mariana o tempo de resposta às perguntas dependia de cada pergunta.

Entre os estudantes que não enviaram perguntas, dois deles referiram o pouco tempo das aulas práticas e o facto de a aula teórica ser logo a seguir os impediu de colocar

perguntas. Um outro salientou que o facto do computador do corredor do edifício estar avariado, quando tentou enviar uma pergunta, decorreu por desistir de a enviar.

Como poderemos verificar nos estudos seguintes desta investigação, a reestruturação das aulas práticas contribuiu de facto para aumentar o número de perguntas sobre as práticas laboratoriais.

Num terceiro tipo de barreira consideramos (ver Tabela 2.7), o relacionamento e as “interacções” entre o professor e os estudantes, e os estudantes entre si. A seguir, citamos algumas afirmações que podem indicar este tipo de dificuldades:

*Fátima: ... e quando faço perguntas, ao professor, todos os colegas querem olhar... ficam a rir... às vezes uma pergunta que... acho que essa que é uma pergunta absurda, mas é importante, e os colegas ficam a rir. Para não ter que me exaltar ... (riso) ...preferi parar de fazer perguntas ao professor. E quando o professor, disse, sobre esse projecto em Química, "Questões em Química", foi melhor para mim, bati palmas... foi melhor para mim ... (rindo).*

*Cláudia: Não, não... não tenho... não tenho... não tenho, só que acho um bocado um meio um pouco impessoal. Mas acho muito bom... acho muito bom que haja, só que...*

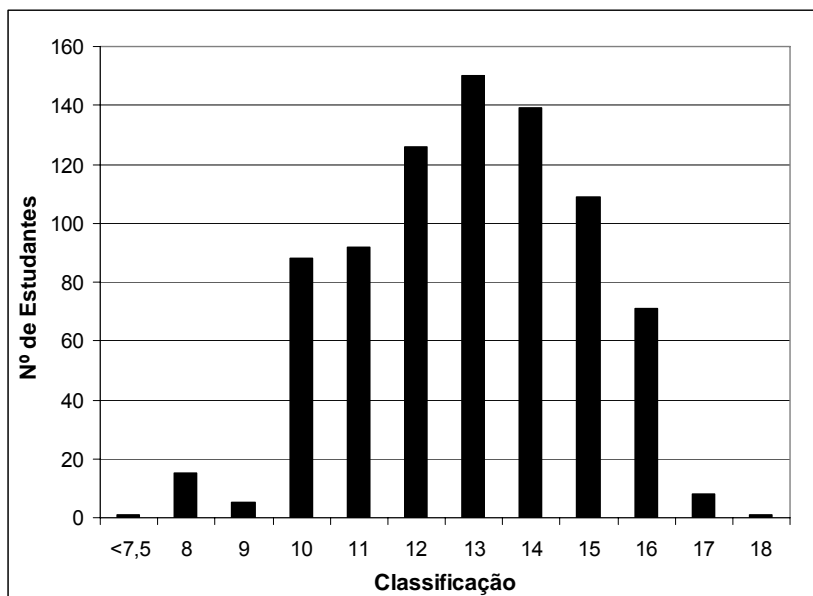
*Fátima: Pois, acabo desistindo de fazer. Penso, se calhar... porque o professor diz (que devemos) colocar questões construtivas e muito objectivas... é que por vezes são questões, assim, tão simples que a gente não consegue entender e precisamos do professor para explicar aquela coisinha pequena, mas eu acho melhor não perguntar, porque o professor quer perguntas mesmo... essas perguntas difíceis... que põem o professor a pensar.*

Como podemos perceber, estas estudantes revelaram maior receio de se expor perante os colegas do que perante o professor para formular perguntas orais. Este receio diminui com o tamanho das turmas, ou seja, é maior nas aulas teóricas do que nas aulas teórico-práticas e práticas. Em relação às perguntas escritas, a interacção com os colegas pareceu não interferir no seu envio. A interacção com o professor foi um estímulo positivo para o envio de perguntas, e somente a Fátima refere que a solicitação do professor para “colocar questões construtivas e muito objectivas” a inibiu de formular mais. Embora a Fátima tenha enviado algumas perguntas durante o semestre, concluiu que prefere não enviar perguntas porque pensa que o “professor quer perguntas difíceis”.



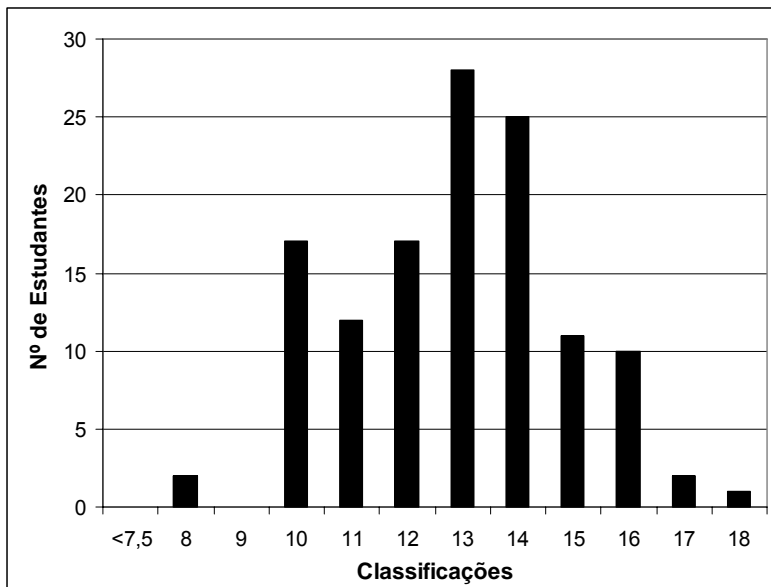
#### 4.2.2 - As classificações finais dos estudantes em Química I (2000/2001)

Um aspecto que julgamos importante discutir é o impacte deste primeiro semestre do estudo Piloto nas classificações finais dos estudantes. Na Figura 4.13 apresentamos a distribuição das classificações dos 850 estudantes que fizeram exames na disciplina de Química I, no ano lectivo 2000/2001.



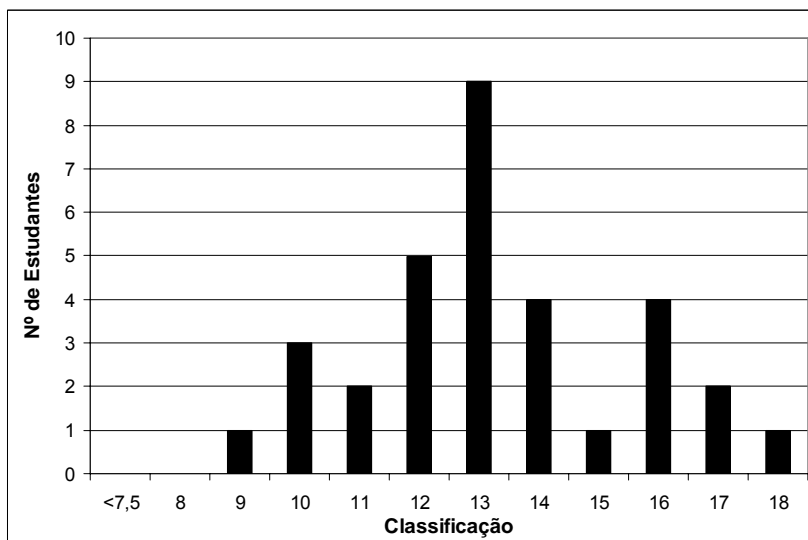
**Figura 4.13** Classificações finais de todos os estudantes de Química I

A Figura 4.13, mostra uma distribuição normal das classificações, com o seu máximo em aproximadamente 13 valores. Na Figura 4.14 mostramos as classificações de 130 estudantes da turma 1. Foi a partir deste subgrupo do total de estudantes, que a turma do estudo piloto foi escolhida (turma 1D). Novamente, podemos perceber uma distribuição normal das classificações, também com o seu máximo em aproximadamente 13 valores.



**Figura 4.14** Classificações finais dos estudantes de Turma 1

Finalmente, na Figura 4.15, mostramos as classificações da turma piloto. Nesta figura existe um pequeno mas detectável desvio para classificações mais altas. Este desvio pode representar o incremento na avaliação positiva, que por sua vez indica o envolvimento no projecto <Q/Q>. Assim, o desvio para direita poderá ser considerado como um indicador do envolvimento mais activo dos estudantes.



**Figura 4.15** Classificações finais dos estudantes da Turma Piloto

Naturalmente, não é ainda possível estabelecer uma relação entre as capacidades desenvolvidas pelo acto de formular perguntas, e/ou pelas estratégias e instrumentos do

projecto <Q/Q> e as classificações dos estudantes. Sobretudo porque, nesta fase da investigação, os exames estavam organizados para a avaliação de outras competências. No entanto, o aumento das interações professor-estudantes, incentivadas pelo projecto, tem uma mais valia já consagrada na literatura, podendo ser verificada nesta investigação por diversos outros indicadores.

Reconhecemos que no final deste primeiro semestre, os estudantes da turma do estudo piloto responderam positivamente às estratégias e instrumentos propostos, e estavam mais envolvidos nas suas aprendizagens. Mais adiante apresentaremos e discutiremos os vários indicadores que nos permitem chegar a estas conclusões.

### 4.3 - Química II – Primeiro Estudo - Piloto (2000/2001)

Tendo em conta os resultados do primeiro semestre, foram introduzidas algumas modificações nos instrumentos e nas estratégias a utilizar no segundo semestre. As duas principais modificações foram as seguintes: *i)* as respostas às perguntas seriam fornecidas não apenas através do programa <Q/Q>, mas também numa aula semanal extra, chamada de reunião <Q/Q>, *ii)* esta aula-reunião serviria também de apoio e orientação para os estudantes que quisessem envolver-se voluntariamente no desenvolvimento de mini-projectos.

Os mini-projectos, uma actividade nova no contexto deste estudo, foram pequenos trabalhos de investigação sobre temas seleccionados pelos estudantes numa lista fornecida pelo professor, visando incentivar o trabalho em grupo e proporcionar o desenvolvimento de outras competências, nomeadamente a de questionamento crítico. No apêndice 4.9 apresentamos uma sequência das reuniões <Q/Q> e acontecimentos com alguma relevância para este semestre.

Em termos gerais, os instrumentos e estratégias utilizadas no primeiro semestre continuaram a ser utilizados no segundo semestre. Na Figura 4.16, apresentamos o número de perguntas distribuídas por dia em que foram enviadas.

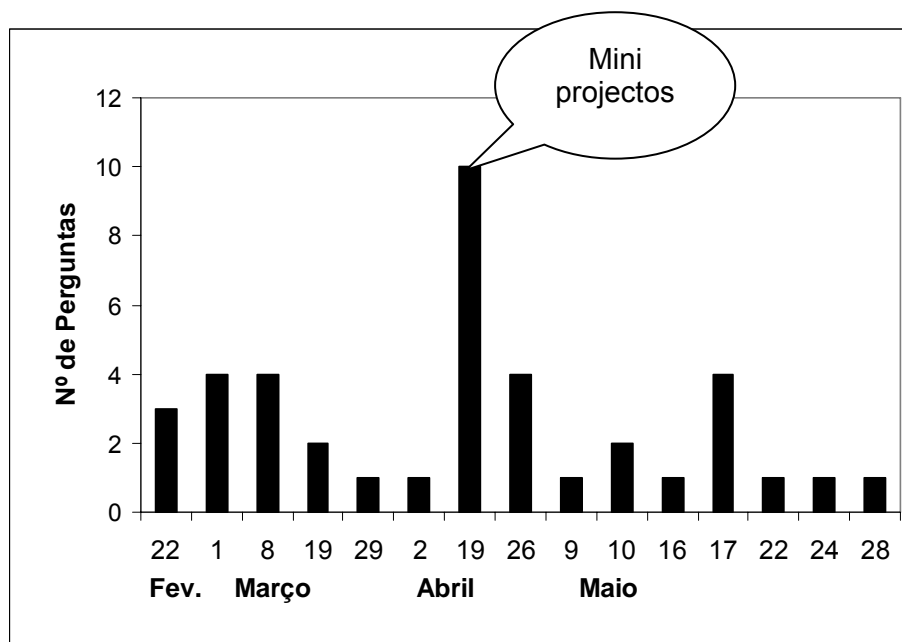


Figura 4.16 Número de perguntas por dia em Química II. Estudo Piloto(2000/2001)

Surgiram perguntas desde o primeiro ao último dia de aulas. Podemos observar uma distribuição ao longo de todo o semestre. Houve, contudo, um dia com um número superior de perguntas (19 de Abril), estando estas sobretudo relacionadas com os mini-projectos. Nesse dia, os estudantes tiveram uma aula teórica, uma teórico-prática e uma reunião <Q/Q>, ou seja, um dia muito intenso de actividades no âmbito da Química. Começou a tornar-se evidente a influência dos mini-projectos na formulação de perguntas, com um dos grupos a escrever nas folhas <Q/Q> uma lista com nove perguntas relacionadas com o seu mini-projecto. Sobre estas e outras perguntas no contexto dos mini projectos abordaremos mais adiante.

Neste semestre houve duas aulas conferência com os temas: “Baterias e Pilhas” e “Síntese dos Elementos Químicos”, articuladas com os assuntos discutidos nas aulas teóricas.

Na segunda aula conferência (26 Abril), distribuámos as folhas <Q/Q> sobre as mesas, para todos e não apenas para os estudantes da turma Piloto. A reacção foi muito positiva, havendo no final uma dezena de perguntas na Caixa <Q/Q>, sendo apenas quatro formuladas pelos estudantes da turma piloto.

Na Figura 4.17, apresentamos o número de perguntas enviadas no 2º semestre (Química II), em comparação com o número de perguntas que os mesmos estudantes enviaram no 1º semestre (Química I).

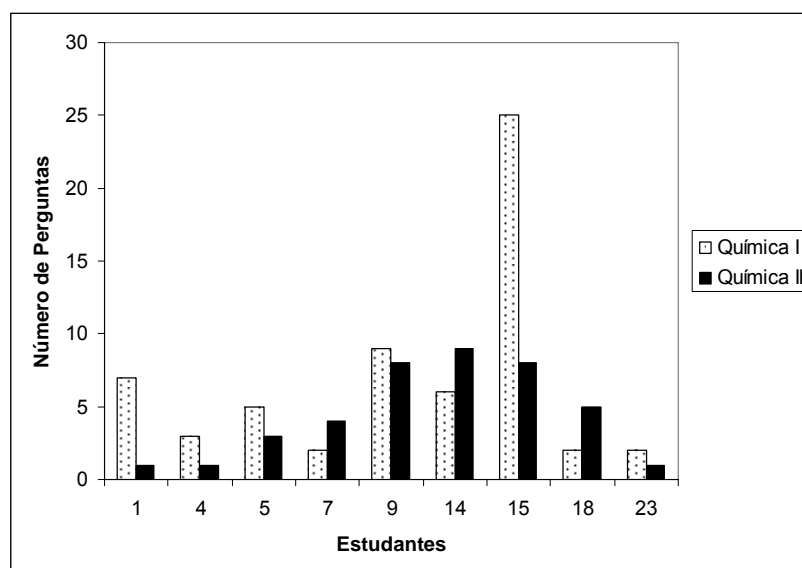


Figura 4.17 Número de perguntas por estudantes em Química I e II (2000/2001)

Dos 23 estudantes que enviaram pelo menos uma pergunta no 1º semestre (ver Figura 2.10) apenas nove voltaram a enviar perguntas neste 2º semestre, sendo que todos estes já tinham enviado no semestre anterior.

Globalmente, o número de perguntas é inferior, mas houve alguns que enviaram mais perguntas no segundo do que no primeiro semestre. Contudo, o envolvimento activo da maioria deles pôde ser observado através de outros indicadores, nomeadamente sua participação nos mini-projectos.

Ao contrário do que aconteceu no 1º semestre, onde os estudantes preferiram o programa <Q/Q> para enviar as suas perguntas, no 2º semestre preferiram a caixa <Q/Q>. Na Tabela 4.8, apresentamos o número de perguntas enviadas através de cada instrumento.

**Tabela 4.8** As perguntas por instrumento de recolha em Química II (2000/2001)

Instrumentos	Número de perguntas
Programa <Q/Q>	8
Caixa <Q/Q>	32
Caderno de Laboratório	0
Total	40

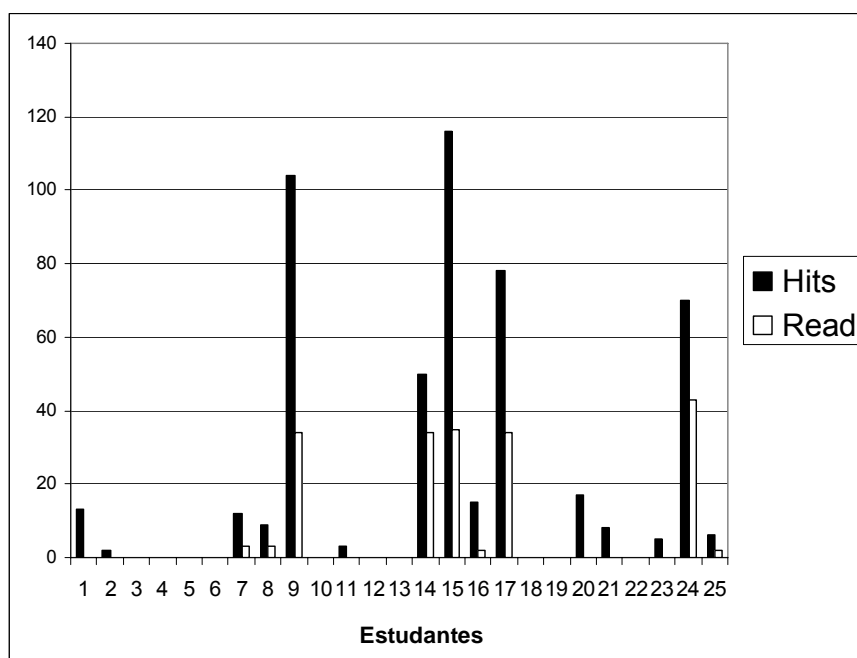
Não houve perguntas escritas no Caderno de Laboratório neste 2º semestre, o que levou ao abandono deste meio para recolher as dúvidas. Mais tarde, quando entrevistamos o professor, este considerou que:

*“Eh... eu julgo que... isso leva-nos a reflectir, e a meu ver, leva-me a fazer esta reflexão: o Caderno de laboratório não é, digamos, um meio vocacionado para o aluno pôr questões.”*

#### 4.3.1 - Acessos dos estudantes ao programa <Q/Q>

Um importante indicador do envolvimento activo dos estudantes foi o dos acessos registados no programa <Q/Q>, mesmo por alguns que não enviaram perguntas por escrito. Como dissemos anteriormente, o programa <Q/Q> é uma adaptação do programa WebCT 3.0 utilizado na Universidade de Aveiro para o ensino à distância e apoio às aulas presenciais.

Este programa consegue registrar todos os acessos e leituras através de dois contadores chamados “Hits” e “Read”. Na realidade, os “Hits” contam o número de “clicks” dado pelo estudante logo após ter entrado no programa com as suas palavras passe. O “Read” conta o número acessos à área conhecida por “Placard”, onde estavam todas as perguntas dos estudantes e as respostas do professor, colocadas pelo investigador sem o nome dos respectivos autores das perguntas. Na Figura 4.18, apresentamos o número de “Hits” e “Read” para todos os estudantes que acederam ao programa <Q/Q>.



**Figura 4.18** Acessos ao programa <Q/Q> durante o Estudo Piloto (2000/2001)

Podemos verificar que, para além dos 23 estudantes que enviaram pelo menos uma pergunta ao longo do primeiro estudo (piloto), incluímos o estudante 24 e 25 que embora não tenham enviado perguntas, acederam ao programa e, presume-se que leram muitas perguntas dos colegas e respostas do professor.

Esta figura mostra também que muitos estudantes que enviaram perguntas não acederam com a sua palavra passe ao programa, uma vez que os seus “hits” estão em zero. Outros entraram no programa <Q/Q> mas não chegaram até à área onde estavam as perguntas e respostas dos colegas, visto que apesar de terem alguns “Hits”, os seus “Read” estão em zero.

De destacar na Figura 4.18, a participação dos estudantes 24 e 25, que apesar de não terem enviado nenhuma pergunta acederam à área de leitura das perguntas já respondidas.

O estudante 24, por exemplo, tem um número de “Read” maior do que aquele que enviou o maior número de perguntas (estudante 15). Os acessos do estudante 24 estão distribuídos de maneira quase uniforme durante todo o ano, indicando que apesar de não ter enviado perguntas foi um constante e activo participante do projecto. Este facto foi confirmado pela entrevista feita a este estudante, que disse ter acedido várias vezes ao programa, chegando a imprimir as perguntas e respostas disponibilizadas:

*“Também porque tem ...(incompreensível). Não sei, mas eu na primeira, quando foi as perguntas, aquela... eu nunca fiz, assim, mesmo uma pergunta, só que sempre fui lá, até imprimir tudo, que é para às vezes ver isso, dava jeito.”*

O comportamento destes dois estudantes é similar ao que já foi identificado e caracterizado por investigadores da área de Ensino à Distância (Naidu, 1997; Nonnecke & Preece, 2000; Nonnecke, Preece, & Andrews, 2004; Rovai, 2000). Estes investigadores designam de “Lurker” os estudantes que participam de uma lista de discussão ou chat pela Internet, mas “por trás dos bastidores”, preferindo sempre ocultar-se e ler o material colocado por outros.

Nonnecke & Preece (2000) discutem duas definições de “Lurker”, uma expressando os aspectos pejorativos, e a outra os aspectos não pejorativos. Estes autores afirmam que existem aspectos positivos e negativos na atitude de um “Lurker”, e definem como aquele que, numa lista de discussão por e-mail, passa um período prolongado recebendo comunicações sem enviar nenhuma. Rovai (2000), apresenta um trabalho em que mostra os benefícios de um “Lurker” ao ler uma discussão, embora possa ameaçar o que chama “senso de comunidade” num curso online.

Nonnecke et al.(2004) declaram que a análise dos seus resultados indica que apesar dos “Posters”<sup>32</sup> e dos “Lurkers” estarem on-line por razões similares, tiveram atitudes diferentes perante as perguntas: “While lurkers did not publicly ask questions, they wanted answers to questions (62.1% vs. 70.3% for posters)” (p. 3).

---

<sup>32</sup> O termo “Poster” é definido por estes autores como aquele que coloca material (textos, perguntas) numa comunidade on-line.



A atitude de procurar respostas para as dúvidas e perguntas autonomamente, evitando enviá-las ao professor, pode perceber-se durante a entrevista do estudante 24:

*“Gosto de pesquisar, e costumo... às vezes... coisas que tenha dúvidas... às vezes podia pôr, assim, logo na aula, mas prefiro ir para casa ver... se for preciso, e depois já não é assim tão... já... já não preciso... podem surgir outras coisas, mas...”*

Em resumo, ter em conta o número de acessos ao programa <Q/Q>, mesmo daqueles estudantes que não enviam perguntas, pode ser um indicador de algum envolvimento no projecto <Q/Q>. Como veremos mais adiante no decurso desta investigação, em todas as turmas estiveram sempre presentes alguns “Lurker”. Este facto, é importante se tivermos em consideração esta atitude na configuração dos indicadores de aprendizagem activa no contexto desta investigação. Outros indicadores como a evolução da qualidade das perguntas, e as dificuldades que estas perguntas podem revelar serão analisados mais adiante.

#### **4.3.2 - Os Mini-Projectos (2000/2001)**

Como já foi referido, a actividade designada por mini-projectos consistiu num pequeno trabalho de investigação, a realizar em grupos de 2 a 4 estudantes, sobre um tema de Química, seleccionado a partir de uma lista fornecida pelo professor. Cada tema foi desenvolvido ao longo do semestre e no final foi apresentado ao professor e aos colegas usando um painel e uma comunicação oral.

No contexto deste trabalho, os argumentos apresentados pelo professor foram os seguintes:

- Os mini-projectos podem ser um “pretexto” para aprender a estudar um assunto e levantar perguntas relacionadas com esses temas.
- Os temas podem ser desenvolvidos a vários níveis, deste uma abordagem muito simples, até níveis de investigação mais avançados desde que assim o desejem no tempo que têm para o concretizar.
- Cada grupo deve escolher um tema com o qual se identifique.
- Semanalmente haverá uma reunião para acompanhar o desenvolvimento de cada projecto e para responder às perguntas que forem sendo formuladas por escrito.

Os temas propostos foram os apresentados na Tabela 4.9, extraídos do livro adoptado para a disciplina (Jones & Atkins, 1999) das secções de leituras complementares.

**Tabela 4.9** Temas propostos para os Mini-projectos (2000/2001)

<b>Temas para os Mini-projectos</b>
1. Efeito de estufa: aspectos físico-químicos e ambientais.
2. Ressonância magnética nuclear (RMN) e Imagiologia em Medicina.
3. Hidrogénio como combustível do futuro.
4. Extração por fluidos supercríticos.
5. Conversores catalíticos.
6. Gases no sangue e mergulhadores de profundidade.
7. Reacções não espontâneas em sistemas biológicos.
8. Monitores de cristais líquidos.
9. Os zeólitos como catalisadores.
10. A Química e a actividade forense.
11. Moléculas que se replicam.

Após o esclarecimento de alguns termos novos, os alunos escolheram o tema, ficando imediatamente marcada a primeira reunião <Q/Q> do semestre. Durante o semestre ocorreram oito reuniões <Q/Q> com os 10 grupos que acabaram por se formar, mais a reunião final com a apresentação oral dos trabalhos. A seguir, apresentamos um resumo descritivo destas reuniões.

### **A Primeira reunião <Q/Q>**

A primeira reunião <Q/Q> com a turma piloto foi marcada pela formação dos grupos, pela escolha dos temas, apresentação dos objectivos dos mini-projectos e respostas a algumas perguntas enviadas pelos estudantes. Nesta reunião, o professor dedica tempo para responder às perguntas.

Inicialmente poucas directivas foram dadas aos estudantes para desenvolverem os seus projectos. Solicitou-se apenas que formulassem perguntas à medida que fossem investigando o tema. A intenção declarada era que a iniciativa deveria partir dos estudantes. Procurou-se, desta forma, incentivar a independência e organização tão necessária numa formação universitária.

**A Segunda reunião <Q/Q>**

Esta reunião pode ser caracterizada pela resposta às perguntas dos estudantes, algumas advertências sobre o desenvolvimento dos mini-projectos, e a ajuda a alguns grupos que ainda não tinham temas definidos. O professor iniciou a reunião com respostas às perguntas enviadas. Após responder às perguntas, voltou a falar sobre como gostaria que os estudantes desenvolvessem os mini-projectos. Alertou para não fazerem “cópias” de conteúdos, estando à espera de alguma originalidade, embora não seja uma investigação formal. Aconselhou que deveriam dispor de algum tempo para reuniões de trabalho entre os membros de cada grupo, formular perguntas em grupo e tomar a iniciativa sobre que parte do tema deveriam focar nos mini-projectos.

**A Terceira reunião <Q/Q>**

Esta reunião foi realizada numa terça-feira (15h), ou seja, num dia em que os estudantes não tinham nenhum tipo de aula de Química. Estavam presentes apenas os três grupos que desenvolveram os temas: “Hidrogénio como combustível do futuro”, “Imagiologia em Medicina (RMN)” e “Gases no sangue e mergulhadores de profundidade.” Um estudante formulou uma pergunta sobre a apresentação do mini-projecto, concedendo ao professor a oportunidade de explicar com maior pormenor outros aspectos e objectivos dos mini-projectos.

**A Quarta reunião <Q/Q>**

Esta reunião foi realizada com todos os estudantes da turma piloto, em outro edifício da universidade, uma vez que todas as salas do Complexo Pedagógico estavam ocupadas. A quarta reunião é caracterizada pela orientação geral sobre os mini-projectos e a resposta a algumas perguntas dos estudantes. Inicialmente o professor perguntou o nome de todos os estudantes que estavam presentes, e seguiu numa exortação sobre a necessidade dos estudantes fazerem um “certo esforço” para enviarem perguntas. Falou que no início do ano existia um número maior de perguntas, embora compreendesse que exista nesta altura do ano uma maior solicitação por parte das outras disciplinas.

O professor argumentou com os estudantes sobre as vantagens do acto de perguntar, como sendo importante para a aprendizagem e para melhoria ao ensino. Após estas argumentações iniciais, o professor deu a palavra aos estudantes para que formulassem perguntas e interviessem. Seguiu-se uma discussão sobre as baterias, medidor de pH e pH negativo, motivada por duas perguntas orais dos estudantes.

O professor também falou que, do ponto de vista ideal, seria bom que em cada mini-projecto pudesse ser realizada uma experiência simples, mas que infelizmente não existem condições para isso. Finalmente, o professor falou de como seria a apresentação dos mini-projectos, e que não era exigido um trabalho escrito para ser entregue.

#### **A Quinta reunião <Q/Q>**

A quinta reunião foi realizada com todos os estudantes da turma piloto, e é caracterizada por uma revisão em Cinética Química. O professor começou por responder uma pergunta enviada por escrito, que se prolongou até uma revisão sobre as leis de velocidade em Cinética Química. Após responder à pergunta e já no final da reunião o professor advertiu para a proximidade do fim do semestre, e com isso as pressões dos testes de todas as disciplinas. Sugeriu que os grupos deveriam se reunir para adiantar o desenvolvimento do mini-projecto.

#### **A Sexta reunião <Q/Q>**

Nesta reunião estavam presentes dez estudantes, três grupos. O professor iniciou a reunião respondendo a uma pergunta sobre a aula conferência “Síntese dos Elementos Químicos”, realizada na quinta-feira anterior. Nesta reunião houve duas intervenções de dois estudantes com perguntas orais.

#### **A Sétima reunião <Q/Q>**

Esta foi uma reunião com todos os grupos dos mini-projectos. O professor conferiu o nível de desenvolvimento dos projectos, perguntou quais as dificuldades de cada grupo e como podiam superar estas dificuldades.

O professor reforçou novamente a ideia da importância das perguntas não somente para a aprendizagem, mas para o ensino e a interferência benéfica destas perguntas na “maneira de leccionar”. Disse ainda que estava entusiasmado com a possibilidade de utilizar as perguntas como um “instrumento de trabalho”, sendo “um indicador de muitas coisas”.

Esta reunião é caracterizada assim, pelo reforço das ideias fundamentais e objectivos do projecto <Q/Q> e pela necessidade do desenvolvimento de habilidades, como as que o mini-projecto pretendia desenvolver.

### **A Oitava reunião <Q/Q>**

Esta foi a reunião antes da apresentação oral dos mini-projectos. Todos os grupos estavam presentes. A reunião foi caracterizada por uma abordagem mais prática da organização e apresentação do cartaz.

O professor e os estudantes discutiram sobre o dia mais apropriado para a apresentação. Acabaram por concordar que todos deviam apresentar numa única tarde de uma terça-feira, 15 dias depois. Para a apresentação do cartaz foram considerados no máximo 10 minutos por cada grupo, mais 10 minutos para a discussão através de perguntas.

Após determinados estes pormenores, o professor começou por dizer que uma boa estratégia era produzir um texto, começando por um título que não crie “expectativas frustradas” e que não seja muito longo. Cada grupo foi aconselhado a utilizar um título que estivesse mais de acordo com o que o grupo realmente desenvolveu. Depois falarem sobre as partes que “tradicionalmente” fazem parte de um cartaz, embora essas partes possam ter outras designações e que os estudantes deveriam ser criativos nisso. No quadro escreveu:

- Introdução
- Métodos e Materiais
- Resultados e Discussões
- Conclusões

O professor passou então a falar sobre cada uma das partes, havendo apenas uma pergunta oral sobre a construção do cartaz. Referiu o poder de síntese e aconselhou a que o procurassem o mais cedo possível para as dificuldades específicas de cada grupo.

### **A apresentação dos mini projectos (2000/2001)**

Dos dez grupos formados inicialmente, oito fizeram a apresentação oral dos seus trabalhos, correspondendo a 26 estudantes. Isto significa que, no 2º semestre apesar de apenas nove estudantes terem enviados perguntas escritas, a maioria estava de facto envolvida no projecto <Q/Q> através da participação nos mini-projectos.

A apresentação oral teve lugar numa terça-feira à tarde, durante 3 horas. A cada grupo foi dado 10 minutos para a apresentação oral, seguido de mais 10 minutos para as perguntas do professor e dos colegas.

Na Tabela 4.10, apresentamos os temas e o número de estudantes de cada grupo, pela ordem em que os projectos foram apresentados.

**Tabela 4.10** Grupos e seus temas pela ordem de apresentação

Grupo	Temas	Nº Estudantes
1	Gases no sangue e mergulhadores de profundidade.	3
2	Moléculas que se replicam.	3
3	Conversores catalíticos.	3
4	Hidrogénio como combustível do futuro	4
5	Efeito de estufa: aspectos físico-químicos e ambientais.	3
6	Os zeólitos como catalisadores.	4
7	Ressonância magnética nuclear (RMN) e Imagiologia em Medicina.	2
8	A Química e a actividade forense	4

O grupo que desenvolveu “*Gases no sangue e mergulhadores de profundidade*”, modificou o título originalmente sugerido para “*Mergulho num oceano de perigos*”, por considerarem mais adequando. Este grupo utilizou algumas perguntas na composição do cartaz. Estas perguntas foram:

- “*Porque não variam o  $P(\text{H}_2\text{O})$  e  $P(\text{CO}_2)$  nos alvéolos?*”
- “*Qual a relação entre as pressões parciais e a solubilidade molar?*”
- “*Quais as vantagens da substituição do  $\text{N}_2$  pelo He (nas garrafas dos mergulhadores)?*”
- “*Quais são as consequências (descompressão em mergulhadores)?*”

Distribuíram as perguntas estrategicamente ao longo do cartaz, usando-as como organizadoras, capazes de chamar a atenção dos leitores e dar em uma sequência lógica na apresentação.

O segundo trabalho apresentado também teve uma pequena modificação em seu título original para “*Auto replicação molecular*”. Este grupo não utilizou as perguntas na apresentação do cartaz e no final da apresentação houve apenas uma pergunta de um colega: “*Quais as características das moléculas que se replicam?*”

O grupo que desenvolveu o mini-projecto “*conversores catalíticos*”, modificou o título do cartaz para “*Aplicações da catálise*”. No final da apresentação houve uma pergunta e um pequeno diálogo entre os estudantes.

O quarto grupo apresentou seu tema com o título modificado para: *“hidrogénio: combustível do futuro”*. Na apresentação foi dada ênfase a pergunta que também estava no cartaz: “Se o Hidrogénio possui tantos benefícios porque é que ainda não é utilizado em grande escala?”.

No final da apresentação deste grupo houve três perguntas orais pelos colegas e um diálogo sobre as aplicações tecnológicas e a viabilidade do hidrogénio, também com a intervenção do professor. A esta altura das apresentações os estudantes já estavam à vontade, havendo bastante interacção.

O quinto grupo apresentou seu tema com o título modificado para: *“O Efeito de Estufa”*. Este foi o único grupo que realizou uma pequena experiência no desenvolvimento do mini-projecto. Na Figura 4.19, mostramos a montagem utilizada por este grupo para simular o efeito de estufa no laboratório. Esta montagem consta de duas caixas acrílicas, cada uma com uma lâmpada e um termómetro, sendo que numa delas se dá uma reacção que liberta o  $\text{CO}_2$ . Através de várias medidas pode-se estabelecer a diferença de temperatura entre os dois sistemas, e também antes e depois da reacção que liberta  $\text{CO}_2$  num dos sistemas.



**Figura 4.19** Simulação do efeito de estufa. Mini-projecto 2000/2001

A montagem da Figura 4.19 foi levada pelas estudantes para a apresentação. Este grupo também utilizou as perguntas como “organizadoras” tanto do cartaz como da comunicação oral. As perguntas que constavam no cartaz foram:

- Quais as influências do dióxido de carbono no Efeito de Estufa?
- O que é aquecimento global?

- Porque é que há aquecimento global?
- Qual a influência de outros gases de efeito de estufa?
- Efeito de Estufa em Vénus?

No final da apresentação deste grupo houve bastante interacção com três perguntas dos colegas e do professor.

Por ocasião da apresentação dos três últimos grupos pôde perceber-se algum cansaço, mas mesmo assim houve bastante interacção no final de cada apresentação com perguntas da audiência. Os grupos que desenvolveram os temas “Os zeólitos como catalisadores”, modificados para “*Zeólitos em catalise*”, e “*A Química e a actividade forense*”, modificado para “*Novos Detectives*”, utilizaram uma pergunta na composição de cada um dos seus cartazes:

- O que são Zeólitos?
- Qual o interesse do DNA na actividade forense?

O grupo que desenvolveu o tema “Ressonância magnética nuclear (RMN) e Imagiologia em Medicina”, modificou o título do trabalho para “*Imagiologia por RMN*”. Apesar de não terem realizado uma pequena experiência, visitaram uma clínica onde se utiliza a técnica de obter imagem por RMN e conversaram com um especialista. Estes conhecimentos práticos e aplicados, foram motivo de algumas perguntas por parte dos colegas.

Após a apresentação oral, os cartazes ficaram expostos no Complexo Pedagógico por algumas semanas, para que todos os outros estudantes da universidade o pudessem apreciar, como mostra a Figura 4.20. Esta exposição também serviu para que o professor pudesse ter em conta na avaliação alguns aspectos da construção dos cartazes.





**Figura 4.20** Exposição dos cartazes dos Mini-projectos. Estudo Piloto (2000/2001)

Em resumo, nesta fase percebemos vários indicadores do envolvimento activo dos estudantes nos seus trabalhos, nomeadamente, na modificação e adequação de novos títulos para os cartazes, na formulação de perguntas organizadoras da sua apresentação e na utilização de experiências ou visitas externas.

As opiniões dos estudantes sobre as suas participações nos mini-projectos foram analisadas através das respostas a um questionário. A seguir, apresentaremos a análise das opiniões dos estudantes da turma piloto sobre este e outros aspectos do projecto <Q/Q>.

#### **4.3.3 - Opinião dos estudantes sobre o projecto <Q/Q> – 2º Questionário**

No final do segundo semestre, aplicamos dois questionários, o primeiro à turma piloto e o segundo a uma turma para comparação. O objectivo destes questionários foi o de avaliar a evolução da turma piloto ao longo do ano e comparar as suas opiniões com as de uma turma que não tinha sido sujeita às estratégias e estímulos referidos, sobre alguns aspectos relevantes do projecto <Q/Q>. Ambos os questionários são apresentados nos apêndices 4.6 (turma piloto) e 4.10 (turma de comparação).

Ambas as turmas tinham o mesmo professor para as aulas teóricas e teórico-práticas, estavam sujeitas às mesmas condições de avaliação final, número de aulas e horários. O

questionário foi aplicado no mesmo dia e em aulas teórico-práticas seguidas, com o mesmo tempo de resposta (ver apêndice 4.6).

Considerando que um dos elementos da TF é a comparação constante dos dados sob diversas perspectivas, neste questionário inserimos também um pequeno texto científico sobre “o sangue como solução tampão”, e solicitamos aos estudantes de ambas as turmas que formulassem pelo menos duas perguntas com base neste texto.

O número total de estudantes que responderam ao questionário foi de 55, sendo 30 da turma piloto, e 25 da turma de comparação. O perfil de ambas as turmas foi muito semelhante: a maioria dos estudantes tinha idade entre 18 e 20 anos (88%), e estavam a frequentar esta disciplina pela primeira vez (88%), em regime de dedicação exclusiva (100%); 52% são do sexo feminino e 48% do sexo masculino; a maioria dos estudantes teve, em média, três anos de Química no ensino secundário (84%).

Relativamente à distribuição dos estudantes por cursos, na turma de comparação os estudantes foram principalmente dos cursos de “Engenharia Química” e “Química Industrial e Gestão”, enquanto que na turma piloto a maioria estavam nos cursos de “Biologia” e “Engenharia do Ambiente”.

Quanto às motivações, as razões das escolhas e o nível de satisfação com o curso após terem concluído o ano lectivo é em tudo semelhante à opinião da turma piloto. A coincidência de opiniões entre estas duas turmas também se verificou quando se questionou sobre alguns aspectos da disciplina de Química. Assim, podemos inferir que as possíveis diferenças encontradas nestas turmas não são resultantes do maior ou menor interesse destes estudantes em relação ao curso ou à disciplina que frequentaram.

Outro facto que podemos comparar é o conhecimento informático das turmas. Podemos verificar se o conhecimento da turma piloto não fogia do conhecimento médio dos estudantes deste ano lectivo. O conhecimento informático, na opinião dos estudantes da turma de comparação, pode ser considerado muito bom na óptica do utilizador (68%).

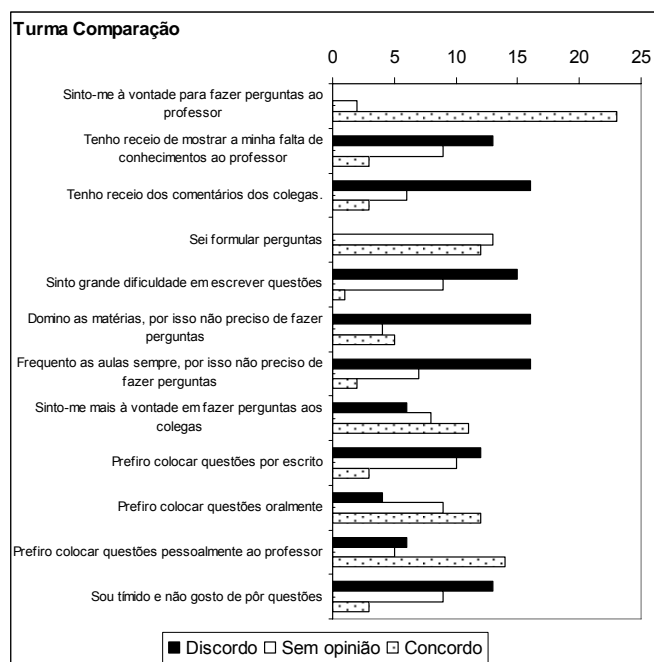
É importante lembrar que no final do primeiro semestre questionamos a turma piloto sobre os seus conhecimentos informáticos. Com o objectivo de verificar se houve alguma evolução durante o ano, inquirimos novamente sobre este aspecto.

Muitos dos estudantes da turma piloto consideraram (50%) que utilizaram melhor o computador agora do que no primeiro semestre. Pensaram que sabiam como aceder ao programa <Q/Q>, embora não gostassem de enviar perguntas pelo computador. De referir, que a maioria dos estudantes admitiu que sempre encontraram os computadores do programa <Q/Q> à disposição e a funcionarem nos corredores do edifício. Apesar de não gostarem de enviar perguntas pelo programa <Q/Q>, preferiam que as respostas fossem enviadas através dele (ver apêndice 4.7).

Comparando estas opiniões com as do primeiro questionário, podemos concluir que a maioria dos estudantes da turma piloto tiveram habilidades suficientes para enviarem perguntas através do programa <Q/Q>, e que estas habilidades melhoraram ao longo do ano lectivo. Para alguns estudantes, o “meio informático” funcionou como uma motivação extra e constante para enviar perguntas.

Quisemos ainda saber a opinião das duas turmas sobre a importância do acto de perguntar. Nossa análise mostra que a opinião das duas turmas são muito semelhantes. Cinquenta e três por centos dos estudantes da turma piloto atribuiu a importância de formular perguntas ao “desenvolvimento do raciocínio”, enquanto que 48% da turma para comparação atribuiu a “facilitar a aprendizagem”. A maior diferença de opiniões é no que diz respeito à “ajuda a encontrar respostas”, em que os alunos da turma piloto consideraram este factor com um peso de 13% e os da turma de comparação com um peso de 36%. De notar que somente um estudante da turma de comparação explicitou nas linhas complementares: “*desenvolve o espírito crítico*”. No geral, podemos perceber que na turma piloto existe uma percentagem menor de estudantes com uma visão redutora sobre importância de formular perguntas, isto é, apenas para encontrar respostas (ver apêndice 4.7).

Na Figura 4.21, apresentamos a opinião da turma de comparação sobre a formulação de perguntas e a possibilidade de as fazer ao professor e aos colegas.



**Figura 4.21** Sobre a formulação perguntas, Turma de comparação

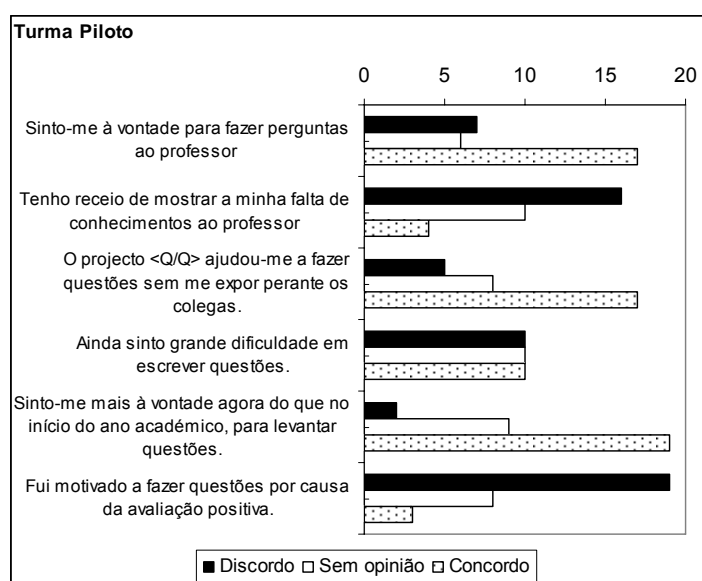
Ao observar a Figura 4.21, percebemos que a maioria dos estudantes da turma para comparação, aceitou que se sentiu à vontade para fazer perguntas ao professor (92%), e que não teve receio de lhe mostrar a sua falta de conhecimentos (52%). Também admitiram que não tiveram receio dos comentários dos colegas (64%).

Ao compararmos esta turma com a turma piloto nestes itens (Ver resultados do questionário do primeiro semestre), verificamos que, em média, os estudantes tiveram opiniões muito semelhantes, apesar de terem respondido os itens desta figura em semestres diferentes. No entanto, quando comparamos as preferências para colocar perguntas, os estudantes da turma piloto preferiram colocar perguntas por escrito (48%), enquanto que a outra turma preferiu colocar perguntas orais (48%). Podemos inferir uma certa influência do projecto <Q/Q> nas preferências da turma piloto pelas perguntas escritas, dado a ausência do estímulo as perguntas escritas na outra turma.

Em resumo, apesar dos estudantes de ambas as turmas terem aproximadamente as mesmas condições de ensino e de aprendizagem, conhecimento informático semelhante, motivações para com o curso e para a disciplina de Química também muito próximas, mostraram, contudo, que as suas concepções sobre o acto de perguntar são diferentes. A análise dos dados que apresentamos leva-nos a inferir que, na sua maioria, os estudantes da turma piloto tiveram uma visão mais apropriada sobre o que significa

formular perguntas, e sobre a necessidade de se tornarem activos nas suas próprias aprendizagens, pelo facto de se envolverem no projecto <Q/Q>.

Em seguida apresentaremos a análise de alguns dados recolhidos apenas com a turma piloto, uma vez que dizem respeito a aspectos relacionados com o desenvolvimento do projecto <Q/Q>. Por exemplo, sobre o processo de formulação de perguntas neste contexto específico, como se pode ver na Figura 4.22.

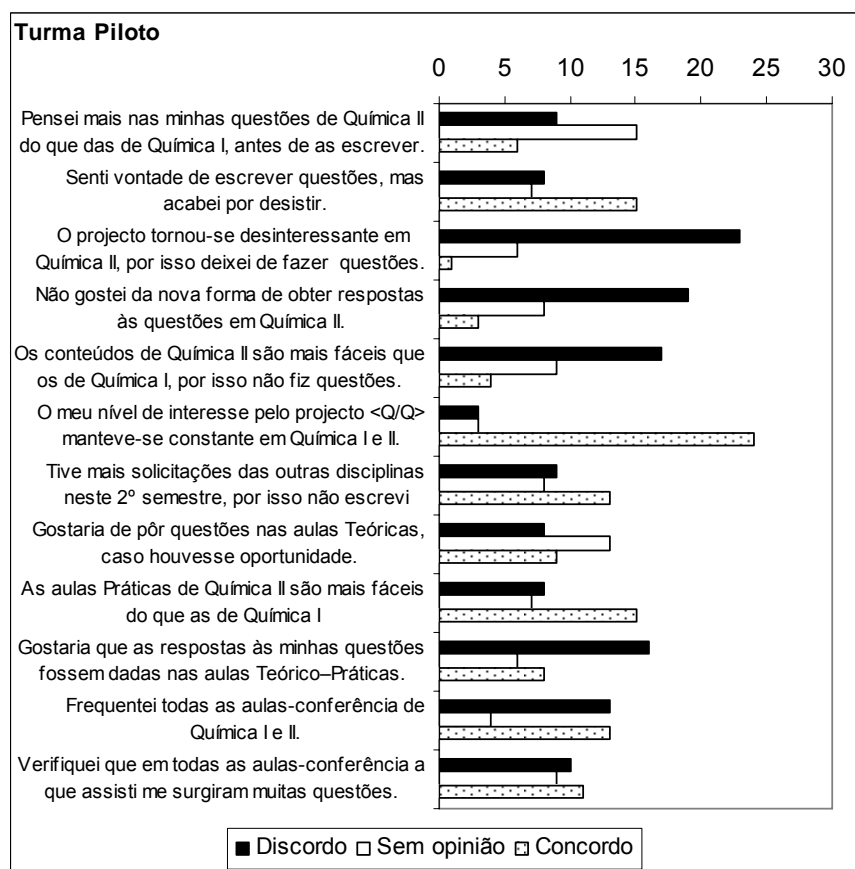


**Figura 4.22** Sobre formular perguntas no contexto do projecto <Q/Q>, Turma Piloto

A percentagem dos que disseram ter receio de mostrar falta de conhecimento ao professor diminuiu de 29% no primeiro semestre, para 13% neste segundo questionário do final do ano lectivo. Percebemos que 57% dos estudantes admitiram que o projecto <Q/Q> os ajudou a formularem perguntas sem se exporem perante os colegas. Embora expressassem uma opinião dividida entre “discordo”, “sem opinião” e “concordo”, sobre se sentiram ou não grande dificuldade em escrever perguntas, a maioria dos estudantes (63%) considerou que se sentiu mais à vontade para levantar perguntas agora do que no início do ano académico.

Em relação à “avaliação positiva”, a maioria dos estudantes (63%) não considerou que tenha sido motivado a fazer perguntas por causa desta avaliação. Apenas dois atribuíram as suas motivações à avaliação positiva e 70% dos estudantes disseram que não sabiam se tinham sido beneficiados. Ou seja, na maioria, os estudantes não se aperceberam que tinham sido beneficiados positivamente por terem enviado perguntas escritas.

Na Figura 4.23, apresentamos as opiniões sobre a concretização do projecto <Q/Q>.



**Figura 4.23** Sobre o projecto <Q/Q>, Turma Piloto

A Figura 4.23, mostra que os estudantes, na sua maioria, não teve opinião formada sobre se pensaram mais nas perguntas antes de as escrever em Química II do que em Química I. No entanto, 50% consideraram que sentiram vontade de escrever perguntas e acabaram por desistir.

Também quisemos compreender as razões da diminuição do número de perguntas do 1º para o 2º semestre. Perante a hipótese de o projecto se ter tornado desinteressante e por isso terem deixado de enviar perguntas, 77% acharam que não e 80% admitiram que o seu nível de interesse pelo projecto <Q/Q> se manteve constante. Apenas 43% considerarem que o facto de terem mais solicitações das outras disciplinas no 2º semestre os impediu de escrever perguntas. Não consideraram (57%) a hipótese de acharem os conteúdos de Química II mais fáceis do que os de Química I, como uma das razões para não formularem perguntas.

A “nova” forma de obter respostas em Química II (oralmente nas reuniões <Q/Q>) teve a aprovação de 63% dos estudantes, e a oportunidade de obter as respostas nas aulas teórico-práticas, não foi bem aceite por 53% dos estudantes. Estas percentagens podem indicar que a forma de obter respostas às perguntas enviadas através do projecto <Q/Q>, era satisfatória.

Procuramos ainda perceber em que tipo de situações (aulas e outras) surgiram mais perguntas. Embora 43% tenham confirmado que frequentaram todas as “aulas conferência”, apenas 37% consideraram que foram nestas aulas que lhes surgiram muitas perguntas.

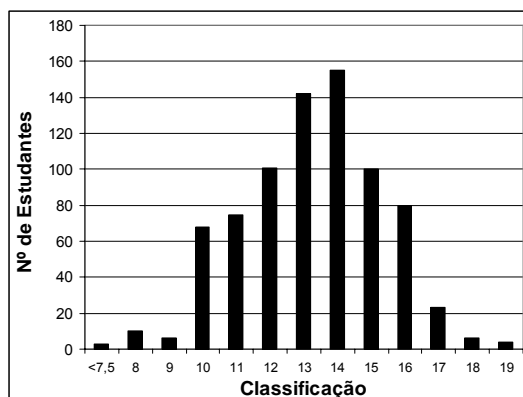
Apenas 20% considerou que foi nas aulas teóricas que surgiu o maior número de perguntas, sendo que 17% admitiu que foi nas aulas práticas. A maioria dos estudantes (53%) considerou que foi em momentos de estudo que lhe surgiu o maior número de perguntas. Este dado é coerente com as opiniões obtidas nas entrevistas do primeiro semestre, quando os estudantes consideraram que é ao estudar que lhes ocorre o maior número de perguntas.

Finalmente, quisemos saber a opinião sobre os mini-projectos. Os estudantes da turma piloto afirmaram (83%) que estavam satisfeitos com os membros dos seus grupos e com os temas escolhidos (63%), consideraram mesmo que seu tema era interessante e motivante (70%). Muitos admitiram (57%) que estavam motivados em desenvolver o tema com o seu grupo, e 43% pensaram que os mini-projectos os ajudaram a fazer mais e melhores perguntas, reconhecendo a necessidade de uma grande autonomia (90%) no desenvolvimento dos projectos. Constatamos, também, que o facto da sua participação ter sido valorizada não teve grande influência no seu maior ou menor envolvimento, apenas 20% salientaram este facto (ver apêndice 4.7).

Em resumo, os mini-projectos tornaram-se num factor de envolvimento activo da maioria dos estudantes da turma piloto. Estes foram capazes de estudar e estruturar de forma sintética os temas que escolheram. Todos alteraram de alguma forma o título originalmente sugerido, mostrando autonomia na adequação ao que realmente tinham desenvolvido. A maioria utilizou as perguntas como estruturadoras e organizadoras dos cartazes e da comunicação oral.

#### 4.3.4 - As classificações dos estudantes em Química II (2000/2001)

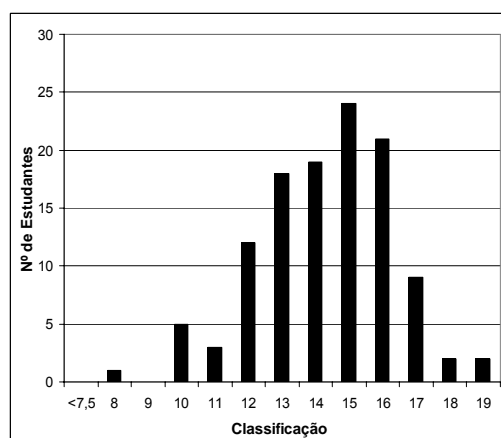
Do mesmo modo que no final do primeiro semestre, tentamos perceber o possível impacto dos instrumentos e estratégias do projecto <Q/Q>, fazendo uma análise semelhante para a Química II (2º semestre). Na Figura 4.24, apresentamos a distribuição das classificações de todos os estudantes que prestaram exames na disciplina de Química II, no ano lectivo 2000/2001.



**Figura 4.24** Classificações finais de todos os estudantes de Química II (2000/2001)

Tal como no primeiro semestre, as classificações dos estudantes neste segundo semestre seguem o formato de uma Gaussiana, embora tenham o seu máximo deslocado de 13 para 14 valores em relação ao primeiro semestre. Este facto mostra que, em geral, os estudantes melhoraram a classificação ao longo do ano lectivo, possivelmente, por terem ultrapassado o primeiro impacto da transição do ensino secundário para o universitário.

Na Figura 4.25 mostramos as classificações de um subgrupo (Turma 1) do mesmo professor da turma piloto.

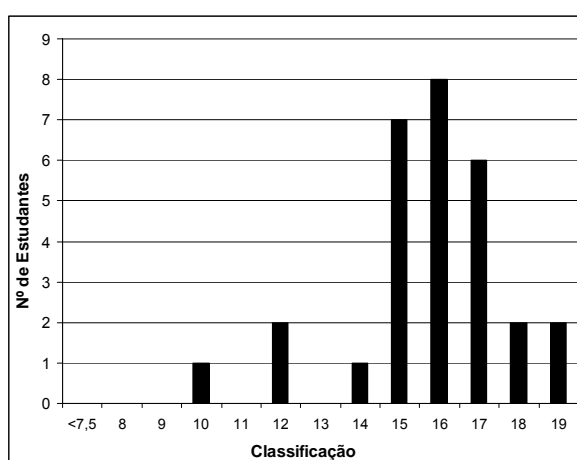


**Figura 4.25** Classificações finais dos estudantes da Turma 1



Confirmamos que estas classificações têm uma distribuição normal, embora com seu máximo deslocado para 15 valores em relação ao número total de estudantes.

Sendo a turma piloto uma das turmas teórico-práticas da turma 1, chamada de turma 1D, na Figura 4.26, apresentamos as suas classificações finais. As classificações dos estudantes desta turma têm uma distribuição normal, claramente deslocada para a direita com o máximo em 16 valores. Dos 29 estudantes que foram avaliados, apenas um teve 10 valores, a maioria teve classificação entre 15 e 17 valores, e dois deles tiveram 18 e 19 valores respectivamente.



**Figura 4.26** Classificações finais dos estudantes da Turma Piloto

Assim, enquanto no primeiro semestre tínhamos algumas dúvidas sobre se o pequeno desvio para a direita podia ser uma consequência do projecto <Q/Q>, no final do ano ficamos mais seguros, uma vez que o desvio para a direita é muito mais acentuado. O seu envolvimento nos mini-projectos e respectiva avaliação positiva atribuída pelo professor, teve certamente influência na avaliação final e foi o reconhecimento da sua participação activa.

Em síntese, os estudantes do 1º ano universitário que participaram do primeiro estudo (piloto) responderam positivamente à oportunidade de interagir com o professor e foram claras as vantagens do uso das estratégias e instrumentos para estimular as suas perguntas por escrito. Os que formularam perguntas demonstraram que estavam mais envolvidos nas suas actividades de aprendizagens e tiveram, em média, classificações mais elevadas. Os mini-projectos promoveram um maior envolvimento dos estudantes na disciplina, mesmo para aqueles que não enviaram perguntas através dos instrumentos do

projecto <Q/Q>, usaram as perguntas para organizar o desenvolvimento dos mini-projectos e a apresentação oral no final.

#### 4.4 – A Qualidade das Perguntas

Nesta secção iremos centrar-nos no estudo da qualidade das perguntas formuladas pelos estudantes no âmbito desta investigação. A ideia de qualidade está associada a diversos aspectos do ensino e da aprendizagem, e cada vez mais educadores estão envolvidos com o tema da qualidade nas suas diversas vertentes: ensino de qualidade, aprendizagem de qualidade, universidade de qualidade, controlo da qualidade, garantia de qualidade, qualidade padrão, qualidade total, qualidade para a excelência, etc (Barnett, 1995; Gibbs, 1992; Goodlad, 1995).

Barnett (1995), por exemplo, no seu debate sobre a qualidade da educação universitária salienta algumas questões: “Como podemos avaliar a qualidade? Quais são os componentes da qualidade? O que é qualidade na educação universitária?” (p.44) Naturalmente, poderíamos discutir com maior ou menor profundidade todas as concepções que fundamentam o conceito de qualidade em diferentes vertentes e nas suas variações. No entanto, discutiremos apenas a vertentes da qualidade na aprendizagem.

Quando falamos em “perguntas de qualidade”, a vertente que estamos a tratar é a da “aprendizagem de qualidade”, pelo facto de termos aceite a hipótese de que as perguntas de qualidade elevada podem, de alguma forma, reflectir uma aprendizagem de qualidade elevada. Contudo, deve ter-se presente que as perguntas de baixa qualidade não reflectem, obrigatoriamente, uma aprendizagem de qualidade inferior, como veremos mais adiante.

A maioria das abordagens sobre “aprendizagem de qualidade” estabelece uma relação entre as habilidades que os estudantes devem desenvolver e a melhoria da aprendizagem. Entre estas muitas habilidades está a de questionar (Biggs, 1999; Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias, & Watts, 2003; Teixeira-Dias et al., 2005). Do mesmo modo, Gibbs (1992) cita a descrição formal dos objectivos da CNAA<sup>33</sup> para o programa de aprendizagem no ensino universitário, como aqueles que desenvolvem nos estudantes: “o poder intelectual e imaginativo, a compreensão e o julgamento, a competência de resolver problemas, a competência em comunicar, a habilidade em

---

<sup>33</sup> Council for National Academic Award (UK)

estabelecer relações, em questionar, o poder de análise, a criatividade e o pensamento crítico” (p.1).

Biggs (1999) sugere que o aumento da qualidade na aprendizagem está relacionado com o aumento da interacção entre os estudantes, o professor e as tarefas de aprendizagem. Além da interacção, este autor considera mais três características que suportam uma aprendizagem de qualidade elevada: *i)* conhecimento de base bem estruturado, *ii)* contexto motivador apropriado e *iii)* actividades para os estudantes, considerando que a aprendizagem activa é melhor que a inactiva, ou a passiva.

Acreditamos que podemos aumentar a interacção através do estímulo, encorajamento e desenvolvimento da competência de formular perguntas durante o processo de aprendizagem. O aumento da qualidade das perguntas é um dos indicadores de melhoria e envolvimento para uma aprendizagem mais activa. Para Morgan & Saxton (1994), aprendemos através da formulação de perguntas, e aprendemos melhor através da formulação de melhores perguntas. Acrescentam ainda que aprendemos mais se tivermos oportunidade de formular mais perguntas. Estes autores mostram, também, como é que os professores podem formular perguntas bem elaboradas para os alunos e, desta forma, encorajá-los a formularem melhores perguntas.

A investigação de Teixeira-Dias et al. (2005), também apoia estas relações quando afirmam que: *i)* um aumento na interacção entre os estudantes, os professores e as tarefas de aprendizagem têm como consequência a melhoria da qualidade da experiência de aprendizagem e que, *ii)* um dos indicadores desta interacção é a quantidade e a qualidade das perguntas geradas pelos estudantes num contexto de aprendizagem. Naturalmente, fará maior sentido a análise da “quantidade” das perguntas quando acompanhada da análise da qualidade destas mesmas perguntas.

Geralmente, para este tipo de discussão recorre-se ao uso de categorias para classificar os “objectos” que se quer distinguir pela sua qualidade. No caso desta investigação, sendo os objectos de análise as perguntas escritas pelos estudantes no contexto do projecto “Questões em Química”, estas terão que ser classificadas para posterior discussão.

#### 4.4.1 - Porquê classificar as perguntas?

Em 1956, Bloom e colaboradores publicaram um manual sobre taxonomias para objectivos educacionais. Aí esclarecem que o principal objectivo da construção de uma taxonomia é o de melhorar a troca de ideias entre os educadores em geral, e também entre os profissionais ligados às áreas de investigação e desenvolvimento curricular. Ou seja, a principal finalidade para a construção de uma taxonomia para os objectivos educacionais é a de facilitar a comunicação (Bloom et al., 1956).

Ao iniciarem a discussão sobre uma taxonomia para fins educacionais, os autores (ibidem) fazem uma analogia com a classificação dos livros numa biblioteca. Segundo estes autores, para classificarmos livros numa biblioteca estabelecemos símbolos para designar classes de objectos de modo a que os seus membros tenham alguma coisa em comum. Naturalmente, uma classificação não pode ter um carácter “particular” porque o seu real valor de comunicar aos outros a posição dos livros numa biblioteca pode perder-se. Em resumo, a maior tarefa em compor algum tipo de classificação ou taxonomia é a selecção de símbolos apropriados, dando a cada um deles uma definição precisa, que seja facilmente utilizável por outras pessoas.

Obviamente, para construir um esquema de classificação devemos levar em conta o que será classificado ou a natureza dos objectos que queremos classificar. Isto não será problema quando se trata de classificar livros, mas construir uma taxonomia baseada em descrições do comportamento dos alunos, professores e outros discursos tais como as perguntas dos alunos, é uma tarefa muito mais complexa.

Para estabelecer um sistema de classificação simples e que fosse realmente compreensível e utilizável, Bloom et al. (1956) criaram princípios que pudessem servir de directrizes. Estes princípios guias estabelecem que:

- i)* cada classe de uma taxonomia deve reflectir, em grande parte, a distinção que os professores fazem do comportamento dos alunos;
- ii)* deve ser desenvolvida lógica e internamente consistente;
- iii)* deve ser consistente com o entendimento actual dos fenómenos da psicologia
- iv)* uma classificação deve ser meramente um esquema descritivo, em que cada tipo de meta educacional possa ser representada de forma relativamente neutra.

A respeito deste quarto princípio, os mesmos autores comentam que na classificação decimal de uma biblioteca não existe indicação de valor de qualidade de uma classe em comparação com outra classe de livros e acrescentam: “semelhantemente para evitar uma visão parcial da educação como oposta a outras, nós temos tentado desenvolver uma taxonomia neutra para evitar termos com sentido de julgamento de valores implícitos e tornar a taxonomia tão inclusiva quanto possível” (p.14). Reconhecem, no entanto, que uma taxonomia não é completamente neutra.

Tal como Bloom et al. (1956) passaremos a usar as expressões Taxonomia e Classificação de uma forma mais ou menos intercalada, mas com o mesmo sentido, embora estes autores mostrem que, estritamente falando, aqueles termos não são permutáveis.

A taxonomia de Bloom et al. (1956), contém seis classes ou categorias principais:

- i) Conhecimento
- ii) Compreensão
- iii) Aplicação
- iv) Análise
- v) Síntese
- vi) Avaliação

Nesta taxonomia, algumas destas categorias contêm subcategorias e afirmam ainda que este método de ordenar resultados educacionais tornará possível definir a extensão de fenómenos que qualquer teoria deve considerar.

Para que uma taxonomia seja uma ferramenta realmente útil, estes autores afirmam que é necessário uma série de testes no âmbito da comunicabilidade e compreensão. Contudo, para além da comunicabilidade e da compreensão estabeleceram outros critérios para tornar uma classificação realmente um ferramenta útil e efectiva. Estes critérios são:

- i) Uma taxonomia deve estimular o pensamento sobre os problemas educacionais. “Se a taxonomia serve para evidenciar um instrumento útil para quem trabalha em investigação educacional, deve ajudá-los a formular hipóteses sobre **o processo de aprendizagem e mudanças nos alunos**” (Bloom et al., 1956, p.21).<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> Negrito acrescentado ao texto original

- ii) Devidamente usada, uma taxonomia deve ser uma fonte de ideias e fornecer materiais para os educadores, devendo resultar em muita economia de esforços.
- iii) A transferência de instrumentos e estratégias de uma área para outra deve tornar-se clara com o uso da taxonomia.

Existe, contudo, o perigo de uma má compreensão da classificação, o que pode contribuir para que as nossas concepções sobre a educação se tornem rígidas. Por isso, torna-se importante que uma taxonomia seja aceite e usada pelas pessoas que trabalham na área, tornando a utilização da ferramenta efectiva e útil (Bloom et al., 1956).

Especificamente, o esforço em classificar as perguntas dos alunos justifica-se quando pensamos que: *i)* podemos ter uma visão geral sobre o que os alunos questionaram ao longo do processo, ou seja, o exercício de classificação favorece uma maior “intimidade” com o conteúdo das suas perguntas, *ii)* nos ajudam a perceber com mais facilidade as dificuldades que demonstram, e *iii)* podemos ter uma “medida” da quantidade e da qualidade das perguntas.

Quando classificamos todas as perguntas dos alunos, um dos objectivos será então o de obter uma visão mais aprofundada das dificuldades, motivações e da qualidade das suas perguntas. Definir qualidade, no nosso caso “perguntas de qualidade”, é uma tarefa evitada por diversos autores devido ao elevado grau de subjectividade. No entanto, muitos investigadores desenvolveram sistemas de classificação de perguntas, numa tentativa para quantificar e qualificar as suas descrições.

No início da década de 1970, Gall (1970) mostra que foram propostos pelo menos 11 sistemas de classificação para a formulação das perguntas dos professores. Seis anos mais tarde, Riegler (1976), refere que o número daqueles sistemas aumentou para 21. Muitos deles (independentemente do contexto) usam um número limitado de categorias gerais, como por exemplo as categorias de Bloom (1956).

Na década de oitenta, diversos autores continuaram a propor classificações para as perguntas dos professores e dos alunos (Graesser, Land, & Horgan, 1988; Van der Meij, 1986). Por exemplo, Graesser, Land, & Horgan (1988) apresentam uma taxonomia para categorizar perguntas formuladas por adultos em diferentes contextos. Um corpus de 1000 perguntas foi recolhido em três contextos: *i)* perguntas geradas por alunos do

secundário após a leitura de um pequeno texto narrativo, *ii*) perguntas geradas por adultos enquanto aprendiam sobre um novo sistema computacional e *iii*) perguntas geradas pelas pessoas através de diferentes medias (televisão, jornais). Para analisar cada pergunta do corpus, estes autores utilizaram três dimensões separadas: semântica, pragmática e comunicativa. Cada dimensão tem diversas categorias de análise. A dimensão semântica foi analisada por doze categorias; a pragmática por seis e a comunicativa por quatro categorias. Estes autores apresentaram estas categorias como um esquema analítico que pudesse ser útil na investigação e na teoria da formulação de perguntas.

Outras classificações foram produzidas na década de noventa (Pedrosa de Jesus, 1991; Watts, Gould, & Alsop, 1997), e mais recentemente muitos autores que têm elaborado sistemas de categorização para as perguntas, produzidos nos seus próprios contextos de investigação (Dahlgren & Öberg, 2001a; Marbach-Ad & Sokolove, 2000a; Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias, & Watts, 2001; van Zee, 2000). A maioria destas taxonomias baseia-se numa noção de qualidade que está relacionada com o nível cognitivo da pergunta.

Que tipos de perguntas podem então ser consideradas como sendo de qualidade elevada? Alguns investigadores consideraram ser insatisfatório o uso de sistemas de classificação que tenham em consideração apenas o nível cognitivo, seja para as perguntas dos alunos ou dos professores, e elaboraram sistemas alternativos (Kissock & Iyortsuun, 1982; Riegle, 1976).

Em resumo, a grande maioria das classificações usadas por investigadores para as perguntas, quer dos professores quer dos alunos, tem por base, directa ou indirectamente, os níveis cognitivos para discutir a qualidade das perguntas. Algumas das classificações existentes na literatura, têm apenas em consideração os “tipos” de respostas que as perguntas podem motivar, ou seja, o processo cognitivo da resposta e não o da pergunta por ser mais fácil de determinar. Portanto, trabalham com as consequências das perguntas e não com as causas (contextos) ou com as perguntas em si. Pedrosa de Jesus (1991), concorda com esta conclusão quando afirma que a maior parte dos sistemas de classificação de perguntas são baseados no processo cognitivo exigido para responder à pergunta.



Elder & Paul (2004b) por exemplo, criaram três categorias que estão directamente relacionadas com o tipo de resposta que a pergunta requer. A pergunta solicita:

- i) **uma resposta certa** – perguntas factuais caem nesta categoria (exemplo: Qual o ponto de ebulição do chumbo?);
- ii) **uma resposta melhor ou pior** – uma resposta bem ou mau pensada (exemplo: Como podemos discutir os problemas económicos mais relevantes da nação?);
- iii) **muitas respostas** – perguntas que solicitam diferentes opiniões (exemplo: O que preferes, férias nas montanhas ou no litoral?).

Uma análise alternativa é valorizar o processo cognitivo da formulação da pergunta. A análise do contexto e do processo cognitivo pode levar a conceitos diferentes de “pergunta de qualidade”. Uma pergunta que, à primeira vista, poderia ser de resposta directa (fechada), ou seja, de baixa qualidade, poderá vir a ser considerada de qualidade elevada se levarmos em conta, por exemplo, o que motivou o estudante a formular tal pergunta, a intenção revelada pela pergunta, o nível de raciocínio e de reflexão que foi necessária para a elaborar.

Por exemplo, a pergunta “o que se passa a nível das orbitais que leva a que se formem ligações  $\sigma$  ou  $\pi$ ?” pode ser respondida directamente a nível da “teoria de orbitais moleculares” (OM) e assim ser considerada como de baixa qualidade. Contudo, se levarmos em consideração que a maioria dos estudantes decora as “regras” da teoria de orbitais, e que nesta pergunta o estudante ultrapassou este nível, podendo estar preocupado com o que se passa a nível energético e electrónico, revelando um esforço para transpor a compreensão do abstracto, poderemos considerar esta pergunta como de qualidade elevada.

O processo cognitivo utilizado na formulação de perguntas ou respostas não pode ser directamente observado. Por exemplo, Bloom et al. (1956), reconhecem esta dificuldade quando afirmam que “nem sempre é possível conhecer se um aluno respondeu a uma pergunta particular usando um elevado nível cognitivo, como análise e síntese, ou usando um processo de baixo nível, como o de lembrar um conhecimento” (p. 62).

Considerando que se quer classificar a pergunta e não a resposta, podemos encontrar uma categorização mais adequada quando nos concentramos na pergunta e sua qualidade relativamente a outras perguntas formuladas em contexto similar. É importante

fazer um esforço para analisar a pergunta em si, e não somente a resposta, ou possível resposta que a pergunta pode solicitar. Isso implica um processo de reconstrução que nem sempre é possível.

Pode-se acreditar que somente as perguntas de alto nível cognitivo são as mais desejáveis, no entanto, as perguntas de baixo nível cognitivo revelam também os seus efeitos positivos. Tendo como referência as perguntas formuladas pelos professores, Good & Brophy (1978, p. 360) discutem o problema relacionado com o padrão do questionamento tradicional em sala de aula, e sugerem que nem sempre as “perguntas de raciocínio” são melhores que as “perguntas factuais”<sup>35</sup>. Estes autores, apontam para que haja um equilíbrio entre as perguntas “factuais” e as de “raciocínio”, e acrescentam: “As perguntas factuais são importantes, especialmente para alunos jovens, que aprendem melhor se o material for muito estruturado. Muitas das perguntas formuladas nos níveis escolares básicos deveriam ser perguntas factuais” (p.367).

A discussão em torno do nível cognitivo para distinguir a qualidade das perguntas, deveria também levar em conta outros factores, tais como, o objectivo e o contexto da pergunta. Um conjunto de perguntas não é de “boa” qualidade meramente porque contém uma significativa percentagem de perguntas de alto nível, mas porque ajuda os alunos a pensarem sobre um assunto específico, apoia perguntas posteriores, organiza e interliga conteúdos, ajudando a compreensão. Novamente no contexto das perguntas dos professores, Good & Brophy (1978, p.368), apontam características para uma boa prática de questionamento. Assim, a pergunta deverá ser: *i*) clara; *ii*) intencional *iii*) curta, *iv*) natural e adaptada ao nível da turma, *v*) sequencial e que *iv*) estimule o raciocínio. Para Fisher (1995) uma das características de uma boa pergunta é aquela que evita a armadilha da resposta “sim” ou “não”. Acrescenta que uma boa pergunta faz a mente “zunar”, ou seja, uma boa pergunta promove o desafio e o interesse.

Se uma boa prática de questionamento não significa que todas as perguntas formuladas sejam exclusivamente de alto nível cognitivo, é igualmente lógico pensarmos que nem sempre as perguntas de baixo nível cognitivo são desejáveis. Gall (1984) argumenta sobre quando devemos enfatizar as perguntas de baixo e de alto nível cognitivo: "... emphasis on a fact questions is more effective for promoting young disadvantaged children's achievement, which primarily involves mastery of basic skills; and emphasis on

---

<sup>35</sup> “Thought Question” and “Fact Question”

higher cognitive questions is more effective for students of average and high ability" (p.40).

Esta afirmação direcciona-nos no sentido de pensarmos sobre a "função" e/ou as "propriedades" das perguntas formuladas pelos alunos, e não somente sobre o seu nível de complexidade como indicadores de qualidade. Brualdi (1998), também defende que as perguntas formuladas em sala de aula deveriam ser uma combinação de perguntas de alto e baixo nível cognitivo de acordo com as necessidades dos alunos e dos professores. Devemos considerar que tanto as perguntas de alto como as de baixo nível cognitivo, têm a sua importância e "lugar" apropriado na dinâmica do ensino e da aprendizagem, ou seja, todas as perguntas têm algum mérito e função.

Mesmo reconhecendo que as perguntas de baixo nível cognitivo têm a sua importância (valor) na dinâmica do questionamento, podemos perguntar: que tipo de perguntas deveremos incentivar, as de baixo e alto nível cognitivo, ou somente as de nível cognitivo mais elevado? Incentivar as perguntas dos alunos é um grande desafio, quer sejam de alto ou de baixo nível. No entanto, reconhecemos que as perguntas de nível mais elevado devem ter prioridade nos nossos instrumentos e estratégias. Diversos autores reconhecem que se quisermos desenvolver nos estudantes uma mente mais crítica e reflexiva, então devemos incentivar as tarefas de maior nível cognitivo. Sobre a relação entre o nível das perguntas e os níveis de reflexão, Elder & Paul (2004a),<sup>36</sup> afirmam:

"A chave para um raciocínio elevado é um elevado questionamento. Quando formulamos a pergunta certa, temos sucesso como pensadores, as perguntas são uma poderosa força para os nossos pensamentos. ... elas determinam qual a informação que procuramos. As perguntas conduzem-nos numa direcção determinada. Elas são portanto, uma parte crucial do nosso pensamento."

Assim, devemos "valorizar" todas as perguntas dos alunos, uma vez que até mesmos as perguntas de baixo nível cognitivo podem ter uma importante função na preparação de uma outra pergunta a seguir, com nível cognitivo mais elevado. Biggs (1999) discute esta evolução quando afirma:

"À medida que os alunos aprendem, os resultados das suas aprendizagens mostram fases semelhantes de aumento de complexidade estrutural. Existem duas mudanças principais: **quantitativas**, a medida da quantidade de detalhe nas respostas do aluno

---

<sup>36</sup> Referência também publicada em livro.

aumenta; e **qualitativas**, a medida de que os detalhe se tornam integrados num padrão estrutural. As fases quantitativas da aprendizagem acontecem primeiro, e só depois ocorrem as mudanças qualitativas na aprendizagem” (p.37).<sup>37</sup>

Diversos autores defendem que uma pergunta de qualidade elevada requer do estudante poder de aplicação, análise, síntese e avaliação, e que as perguntas de qualidade inferior são aquelas em que o estudante solicita apenas uma informação ou a compreensão de um assunto. Concordamos com Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias et al. (2001) quando mostram a dificuldade deste tipo classificação:

“Uma dificuldade chave com “níveis” como estes é que eles são unipolares e de valor direccional: formular perguntas de alto nível é claramente melhor (superior) do que perguntas de baixo nível. O que este tipo de taxonomia não permite, porém, são noções de contextos, situações, tarefas, preferências, intenções, estratégias ou metas” (p.8).

Segundo Elder & Paul (2004a), uma “pergunta de qualidade” deveria demonstrar clareza, exactidão, precisão, relevância, profundidade, compreensão e lógica. Quando pensamos numa pergunta de qualidade mais elevada, naturalmente esperamos que ela não seja somente clara, mas que tenha diversos atributos (indicadores) que a configurem como uma pergunta de qualidade elevada. No entanto, a maioria das classificações existentes na literatura seguem a tendência natural de atribuir categorias para grupos de perguntas, ou seja, criam-se “gavetas” onde são colocadas as perguntas que tenham predominantemente as características daquela “gaveta”. Uma pergunta pode ter 80% das características de uma determinada categoria, mas ainda conter 20% de outras categorias que, apropriadamente para este tipo de classificação, não é considerado. Depois de categorizar devidamente todas as perguntas, o investigador pode, por exemplo, afirmar que as perguntas que “couberam” nas “gavetas” C e D são de baixo nível cognitivo e as que estão nas A e B são de alto nível cognitivo. O sistema de “gavetas” tem a sua importância amplamente consagrada na literatura, mas no contexto deste trabalho estamos interessados em caracterizar a qualidade relativa das perguntas, levando simultaneamente em consideração diversos atributos de qualidade para a mesma pergunta.

---

<sup>37</sup> Negrito acrescentado ao texto original

#### 4.4.2 – Os Instrumentos de análise

Quando analisamos a maioria das taxonomias que considera a qualidade das perguntas, verificamos, de modo geral, que elas estão construídas sobre dois “pólos”: um que indica qualidade elevada e no outro extremo um que indica qualidade inferior. Naturalmente, as diversas categorias distribuem-se entre estes dois pólos cognitivos. Do ponto de vista da utilidade de uma taxonomia, duas categorias ou dois pólos de qualidade são muito úteis para descrever os dados de modo global, embora pareça insuficiente para descrever os detalhes de um grande conjunto de perguntas, para localizar a qualidade relativa de um subconjunto em relação ao total dos dados, ou a sua evolução no tempo. A tendência entre alguns investigadores, é a de que quanto melhor se quer descrever a qualidade das perguntas, mais categorias se devem considerar entre os dois pólos, tornando a taxonomia extremamente densa e de difícil leitura. Em resumo, pretendemos a simplicidade de uma taxonomia bipolar e o poder de descrição de uma taxonomia com muitas categorias.

As perguntas que iremos analisar foram formuladas, por escrito, pelos estudantes do 1º ano dos cursos das Ciências e Engenharias da Universidade de Aveiro, na disciplina de Química I e Química II, nos anos lectivo 2000/2001 (1º estudo - piloto), 2001/2002 (2º estudo) e 2002/2003 (3º estudo), no âmbito do projecto “Questões em Química” (Pedrosa de Jesus et al., 2001; Pedrosa de Jesus, Neri de Souza et al., 2003; Pedrosa de Jesus et al., 2005; Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias, & Watts, 2003; Teixeira-Dias et al., 2005). O nosso contexto de recolha de perguntas é diferente daquele em que as perguntas orais são gravadas e transcritas posteriormente. Todas as perguntas foram recolhidas na forma escrita, em situações em que não é possível saber qual o momento exacto da elaboração dessa pergunta. Podemos apenas deduzir que, por exemplo, uma pergunta de electroquímica, enviada pelo programa <Q/Q> após uma aula teórica, pode ter sido influenciada pela aula, porque este foi o tema apresentado pelo professor.

Para uma primeira aproximação, utilizamos a taxonomia bipolar de Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias, & Watts (2001). Com esta classificação, pretendemos obter uma apreciação da qualidade relativa das perguntas considerando dois extremos: perguntas de confirmação e perguntas de transformação:



As **perguntas de confirmação** são aquelas que procuram a clarificação da informação, buscando por vezes algum detalhe, tentando diferenciar factos de especulações, procurando resolver questões/aspectos específicos, solicitando exemplos e/ou definições. Com estas perguntas procura-se seleccionar informação pertinente, percebendo a razão para a sua inclusão num determinado contexto, reconhecendo ainda o valor de determinadas evidências ou resultados.

Exemplo: “Os neutrinos referidos na aula conferência são apenas muito importantes para o estudo do universo?”

As **perguntas de transformação** são aquelas que parecem indicar alguma reestruturação ou reorganização do grau de compreensão de quem a formula. Estas perguntas mostram que o sujeito parece querer ir mais longe no seu conhecimento, mostrando ser hipotético-dedutivo, procurando conhecimentos novos e as suas relações com outros domínios. Com estas perguntas procura-se explorar argumentos, identificar omissões, examinar alguns esquemas de pensamento e até desafiar raciocínios aceites.

Exemplo: “Como em apenas 10m<sup>3</sup> foram detectados 7 neutrinos, é plausível afirmar que estamos constantemente a “sofrer radiações de neutrinos”, serão estes prejudiciais à saúde? Serão benéficos à vida na Terra? Em que interferem?”

Esta taxonomia bipolar é considerada pelos autores, como um espectro dos “tipos” de perguntas possíveis (Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias, & Watts, 2003). Sendo assim, podemos considerar que existe uma distribuição de perguntas em relação à sua qualidade ao longo destes dois extremos. Quanto mais próximos do pólo “perguntas de confirmação”, menor a qualidade da pergunta em relação ao outro extremo, “perguntas de transformação” onde estão as perguntas de qualidade elevada.

#### 4.4.2.1 - Indicadores de Qualidade para as Perguntas

Para uma análise mais detalhada da qualidade das perguntas construímos um conjunto de indicadores de qualidade. Para isso, tomamos por base a taxonomia de Bloom et al. (1956), para indicar o nível cognitivo relativo das perguntas. Os indicadores de qualidade utilizados são: Informação, Consolidação, Exploração, Elaboração, Síntese e Avaliação.

Apesar das óbvias semelhanças destes indicadores com as seis categorias de Bloom, advertimos, contudo, que estes indicadores não devem ser associados a “gavetas” onde as perguntas serão inseridas. Na Tabela 4.11, mostramos a descrição de cada indicador.

**Tabela 4.11** Descrição dos “indicados de qualidade” para as perguntas dos estudantes

Indicadores	Descrição
Informação	Com este indicador procuramos identificar a quantidade e a qualidade da informação factual que o estudante solicita através da sua pergunta. Atribui-se zero ( <b>0</b> ➔) para a pergunta que requer uma informação básica ligada somente a conteúdos específicos (factos e definições) de ciências (Química) e dois ( <b>2</b> ➔) para aquela que requer muitos conteúdos específicos de ciências e/ou que requer uma informação profunda, uma compreensão não trivial (complexa).
Consolidação	O estudante demonstra através da pergunta que quer confirmar, consolidar uma informação ou um detalhe de certo conhecimento que já possui. <b>0</b> ➔ Há pouca ou nenhuma ideia sobre o que pretende consolidar. <b>2</b> ➔ Procura consolidar conteúdos relevantes.
Exploração	Com este indicador analisa-se o “carácter” exploratório da pergunta do estudante. Leva-se em conta o quanto o estudante testa, perscruta (explora) em torno de um assunto específico de ciências. <b>0</b> ➔ Há pouco ou nenhum sentido de exploração na pergunta. <b>2</b> ➔ O estudante envolve-se completamente na exploração procurando uma melhor compreensão dos processos do conhecimento.
Elaboração	Com este indicador analisa-se se a pergunta procura aplicar o conhecimento já adquirido em novas situações para resolver problemas. O estudante tenta examinar com a sua pergunta uma ou mais partes de um todo. A pergunta procura separar, decompor, analisar um tema. <b>0</b> ➔ Não há elaboração. <b>2</b> ➔ Há um forte “grau” de elaboração. Demonstra que está interessado na essência do tema questionado.
Síntese	Este indicador leva em conta se a pergunta é resultante de uma extensão qualitativa do pensamento, generalização e/ou síntese de um conhecimento. A pergunta procura uma relação de factos e conceitos particulares num todo que os abrange e os sintetiza. <b>0</b> ➔ Não há síntese <b>2</b> ➔ Há uma profunda síntese de ideias.
Avaliação	Este indicador avalia se o estudante revelou, através da sua pergunta, um “juízo de valor”, argumentação fundamentada, apreciação, previsão, avaliação formada ou por querer formar. <b>0</b> ➔ Não faz avaliação alguma. <b>2</b> ➔ Faz uma avaliação relevante e/ou procura na pergunta uma reavaliação, estimativa, escolha.

Cada pergunta foi avaliada pela escala numérica de 0 a 2, considerando todos os indicadores listados na Tabela 4.11. Nesta tabela está também definido para cada um dos indicadores, as características dos seus extremos, isto é, quando se deve atribuir o valor Zero a uma pergunta e quando se deve atribuir o valor Dois, em cada indicador.

Na Tabela 4.12 apresentam-se exemplos para os extremos destes indicadores. Nesta classificação, assumimos que quanto maior for o nível cognitivo da pergunta maior será a sua qualidade relativa. Assim, valores elevados nos três últimos indicadores (Elaboração, Síntese, e Avaliação) apontam para perguntas de maior qualidade, relativamente, a valores elevados nos três primeiros indicadores (Informação, Consolidação e Exploração).

Tabela 4.12 Exemplos para os extremos dos indicadores

Indicadores	Exemplos
Informação	<p><b>0 ➔ Requer uma informação básica ligada somente a conteúdos específicos de ciências (Química).</b> O que é Hibridação?</p> <p><b>2 ➔ Requer uma informação complexa, não trivial.</b> Como determinou, Eurico Fermi, experimentalmente a característica que denominou por fermiões, dos electrões? Sobre o átomo de Cr (Z=24), qual é a configuração electrónica que tem maior energia entre [Ar] 4s<sup>2</sup> 3d<sup>5</sup> e [Ar] 4s<sup>2</sup> 3d<sup>4</sup></p>
Consolidação	<p><b>0 ➔ Há pouca ou nenhuma busca de confirmação e consolidação.</b> Como apareceram e como foram descobertas “essas” chuvas ácidas?</p> <p><b>2 ➔ Procura consolidação de conteúdos relevantes.</b> No átomo de hidrogénio os electrões mais próximos do núcleo têm maior energia, enquanto que nos outros átomos á medida que nos afastamos do núcleo mais energéticos são os electrões. Porquê?</p>
Exploração	<p><b>0 ➔ Há pouco ou nenhum sentido de exploração na pergunta.</b> Que substância contém o exsicador na parte inferior?</p> <p><b>2 ➔ Explora em busca de compreensão.</b> O facto de a entropia ser nula quererá dizer que o sistema continua ordenado apesar das variações de pressão e temperatura?</p>
Elaboração	<p><b>0 ➔ Não há elaboração.</b></p> <p><b>2 ➔ Há um forte “grau” de elaboração.</b> A pergunta do estudante articula; representa; compara, constrói; contribui; transfere, subdivide; diferencia; discrimina; relaciona; distingue; enfoca; ilustra; deduz; limita; esboça; prioriza; separa. Após a realização do trabalho, surgiu-me uma duvida que por mais vã que pareça, vou colocar: Será que a água tem transmitância de 100%, isto é, tem uma absorvância totalmente nula?</p>
Síntese	<p><b>0 ➔ Não há síntese.</b></p> <p><b>2 ➔ Há síntese de ideias.</b> A pergunta do estudante adapta; categoriza; colabora; associa; comunica; compõe; contrasta; cria; designa; expressa; facilita; formula; individualiza; integra; intervém; modela; modifica; negocia; planeia; reorganiza; reforça; revisa; substitui; valida.) Qual a relação entre a natureza do material e a sua capacidade de transformar em trabalho, a energia recebida como calor?</p>
Avaliação	<p><b>0 ➔ Não faz avaliação.</b></p> <p><b>2 ➔ Faz ou procura uma avaliação relevante.</b> A pergunta do estudante reavalia, estima, escolhe, avalia; compara; conclui; critica; decide; defende; interpreta; julga; justifica; estrutura; apoia. “Um álcool terciário não experimenta oxidação porque para que tal acontecesse teria que se quebrar o esqueleto da molécula e para isso é necessário uma grande energia de activação”. Mas se fornecer essa energia de activação a oxidação torna-se possível, ou não?</p>



Estes indicadores não são propriamente categorias porque não iremos atribuir a cada uma delas um conjunto de perguntas, mas cada pergunta receberá um valor numérico entre zero e dois para todos os indicadores, como podemos ver pelo exemplo da Tabela 4.13. Nesta tabela, apresentamos os valores atribuídos pelo investigador para a pergunta: “Existe algum método experimental que permita distinguir fermiões de bosões?”

**Tabela 4.13** Exemplo dos indicadores e respectivas escalas numéricas para uma pergunta

<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: Consolidação

Foi utilizado um espaço para ser indicada a predominância da pergunta, com o objectivo de comparar a classificação do investigador com as dos juízes, como veremos mais adiante.

Naturalmente, estes indicadores não terão o mesmo peso na configuração da qualidade de uma pergunta. Por exemplo, o valor numérico do indicador “Informação” igual a 1, não pode ter o mesmo peso para o valor 1 no indicador “Síntese”. Por isso, atribuímos um peso crescente partindo do indicador Informação até Avaliação, de respectivamente 8, 11, 16, 18, 22 e 25 somando uma distribuição de pesos total igual a 100%.

Olhando para os indicadores da Tabela 4.11, podemos verificar que existe um grande número de indicadores para caracterizar a qualidade das perguntas e que não é fácil tirar conclusões sobre esta diversidade numérica. Por isso, reduzimos este espaço de 6 indicadores para dois “componentes de qualidade”, sendo assim possível visualizarmos num plano todas as posições de qualidade relativa entre as perguntas. Olhando novamente para estes indicadores, podemos agrupar (através da média) de maneira coerente os três primeiros (Informação, Consolidação e Exploração – coordenada **X**) num único pólo ou “componente de qualidade” mais significativo, e os três últimos (Elaboração, Síntese e Avaliação – coordenada **Y**) noutra componente de qualidade, que conterà todo o significado qualitativo destes indicadores. Este tipo de agrupamento foi também feito por Fisher (1995), quando relacionou as três primeiras categorias de Bloom

(Conhecimento, Compreensão, Aplicação) com perguntas baixo nível cognitivo e as três últimas (Análise, Síntese, Avaliação) com perguntas que solicitam mais alto e complexo nível de raciocínio.

A Figura 4.27 ilustra o resultado final para um conjunto de 20 perguntas. Cada ponto na figura representa uma pergunta. Estas perguntas e todas as outras que apresentaremos foram analisadas com o auxílio das folhas de cálculos do Excel.

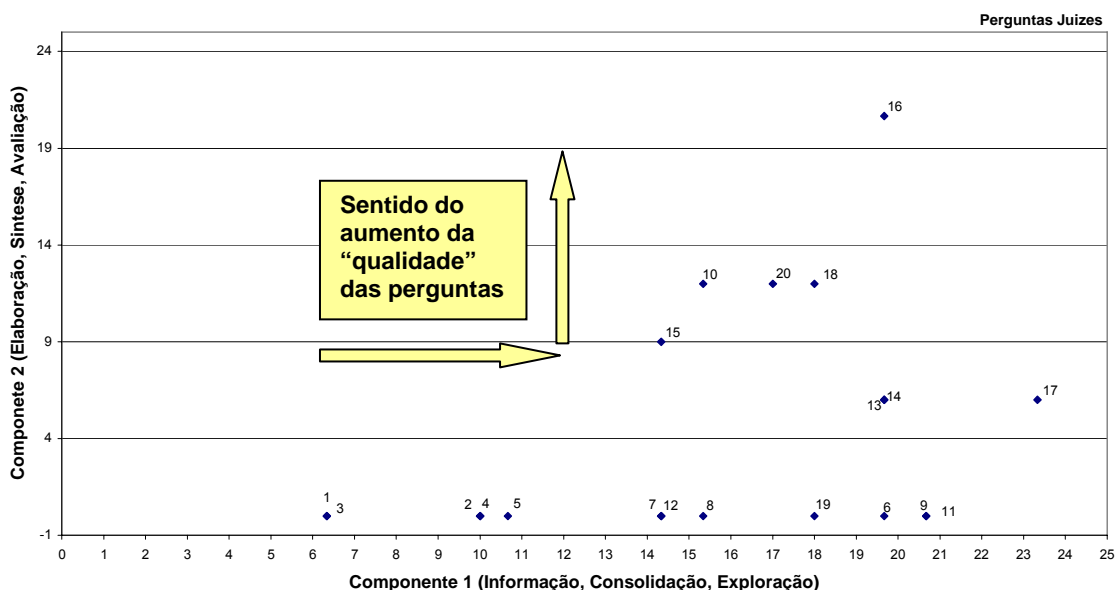


Figura 4.27 Amostra de 20 perguntas e suas posições de qualidade relativas

Na Figura 4.27 temos então o posicionamento de 20 perguntas formuladas pelos estudantes. A cada pergunta é atribuído um par de “coordenadas de qualidade” apresentado como componente 1 (Informação, Consolidação, Exploração) e componente 2 (Elaboração, Síntese, Avaliação). Podemos perceber que nenhuma das perguntas deste grupo está isoladamente ligada aos seis indicadores iniciais nem tampouco aos componentes de qualidade que os agrupou. Este tipo de figura pode ajudar-nos a visualizar facilmente a dinâmica das perguntas formuladas por um estudante ou por toda uma turma. Por exemplo, neste caso foram analisadas 10 perguntas do primeiro semestre e 10 do segundo semestre de 2000/2001 (estudo piloto) de vários estudantes. É fácil perceber que as perguntas 1, 3, 2, 4, 5, formuladas no início do ano, são de qualidade inferior às perguntas 20, 18, 17 e 16 formuladas no segundo semestre. De

modo geral, esta figura mostra que as perguntas aumentaram de qualidade ao longo do ano lectivo.

#### 4.4.2.2 - Validação dos instrumentos de análise

É necessário um grande cuidado para analisarmos a qualidade das perguntas, sobretudo pelo carácter subjectivo da tarefa, e dos contextos que envolvem cada pergunta. Após determinarmos os dois instrumentos de análise e termos classificado uma amostra de 20 perguntas, fizemos a validação dos instrumentos de análise usando para este efeito um painel de 6 juízes.

Os juízes são todos professores universitários, sendo que alguns deles são investigadores em Educação em Química (IEQ) e outros são investigadores em diversas áreas da Química (IQ). Um destes juízes estava envolvido com esta investigação, sendo o professor das turmas estudadas. Todos os juízes classificaram as mesmas perguntas que o investigador classificou. No apêndice 4.11, apresentamos as perguntas e as grades de classificações tal como foi dado aos juízes.

Na Tabela 4.14, apresentamos a percentagem de concordância dos seis juízes com o investigador, para a classificação bipolar Confirmação/Transformação.

**Tabela 4.14:** Percentagem de concordância entre Juízes e investigador  
(Confirmação/Transformação)

Juiz	Concordância*
1	75%
2	90%
3	80%
4	63%
5	75%
6	85%

\*Média de 78%

As 20 perguntas utilizadas para esta validação foram as perguntas dos estudantes do 1º estudo (2001/2002). A média de concordância entre os Juízes e investigador foi de 78%.

A validação do segundo instrumento de análise (indicadores de qualidade) foi realizada também com seis juízes e 20 perguntas do estudo piloto (2000/2001). Na Tabela 4.15,

apresentamos a percentagem de concordância entre os juízes e o investigador para os indicadores de qualidade das perguntas.

**Tabela 4.15** Percentagem de concordância entre Juízes e o investigador  
(Indicadores de Qualidade)

Juiz	Concordância*
1	90%
2	85%
3	90%
4	75%
5	70%
6	70%

\*Média de 80%

A média de concordância entre os Juízes e o investigador foi de 80%. Foram consideradas como classificações coincidentes as que apontavam as mesmas qualidades relativas (nos três primeiros indicadores ou nos três últimos) ou que são exactamente coincidentes quando indicaram a “predominância”. Na Tabela 4.15, podemos ainda observar que os três primeiros juízes, que são investigadores em Educação em Química revelaram uma média de concordância superior (88%) à dos três últimos juízes que são investigadores em Química (72%).

#### 4.5 – A Qualidade das Perguntas do Primeiro Estudo (2000/2001)

Como já foi referido anteriormente, o primeiro estudo (piloto) foi realizado durante todo o ano académico de 2000/2001 com uma turma teórico-prática de 32 estudantes, em que 23 estudantes formularam pelo menos uma pergunta no período deste estudo. Na Tabela 4.16, apresentamos as 135 perguntas classificadas quanto à sua qualidade, nas categorias Confirmação e Transformação (ver Apêndice 4.8).

**Tabela 4.16** Classificação bipolar para as perguntas dos estudantes (2000/2001)

	1º Semestre (Química I)	2º Semestre (Química II)	Total
Confirmação	76	13	89 (66%)
Transformação	19 (20%)	27 (67%)	46 (34%)
Total	95	40	135

Pela Tabela 4.16 percebe-se que a quantidade de perguntas diminuiu do primeiro para o segundo semestre. No global, os estudantes formularam mais perguntas de Confirmação (66%) do que de Transformação (34%). No entanto, a percentagem relativa de perguntas de Transformação aumentou de 20% para 67% do primeiro para o segundo semestre. Estas percentagens permitem inferir que embora os estudantes tenham formulado menos perguntas, a sua qualidade relativa aumentou ao longo do ano lectivo.

Para uma discussão mais detalhada sobre a evolução da qualidade das perguntas em cada semestre, podemos observar as Figuras 4.28 e 4.29, a seguir. As perguntas foram numeradas de 1 a 95 para o primeiro semestre e de 96 a 135 para o segundo semestre, ou seja pela ordem por que foram enviadas.

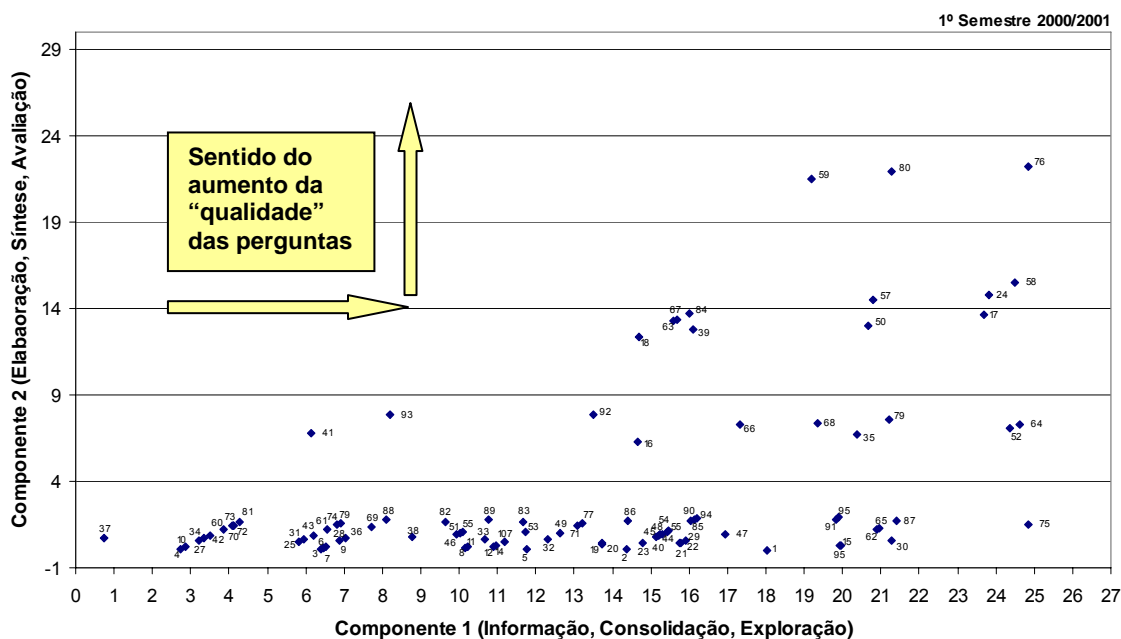
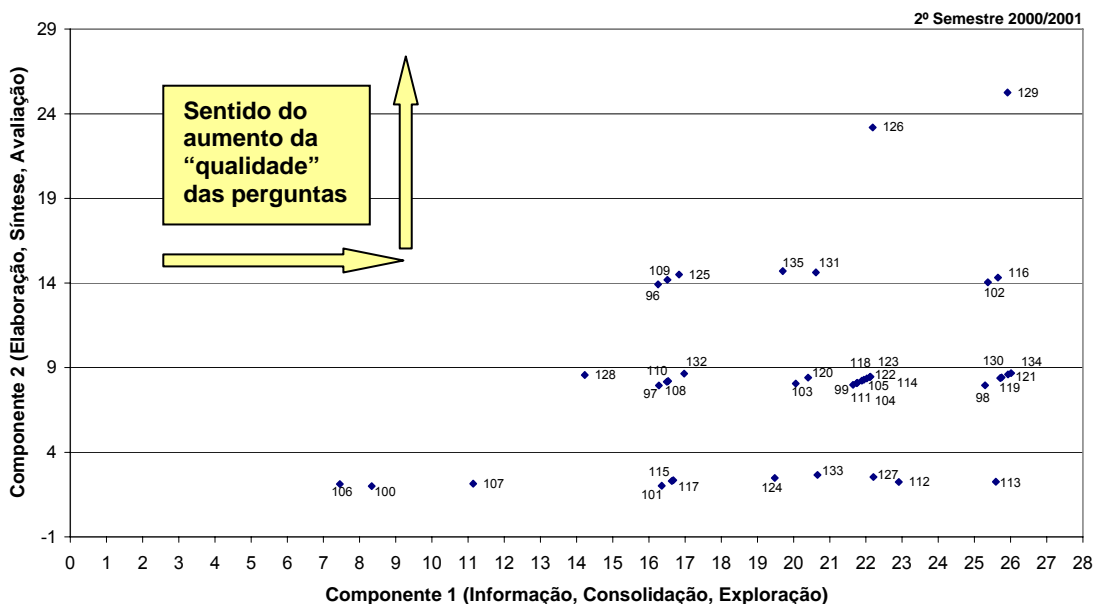


Figura 4.28 Posição de qualidade relativa das perguntas no 1º semestre de 2000/2001



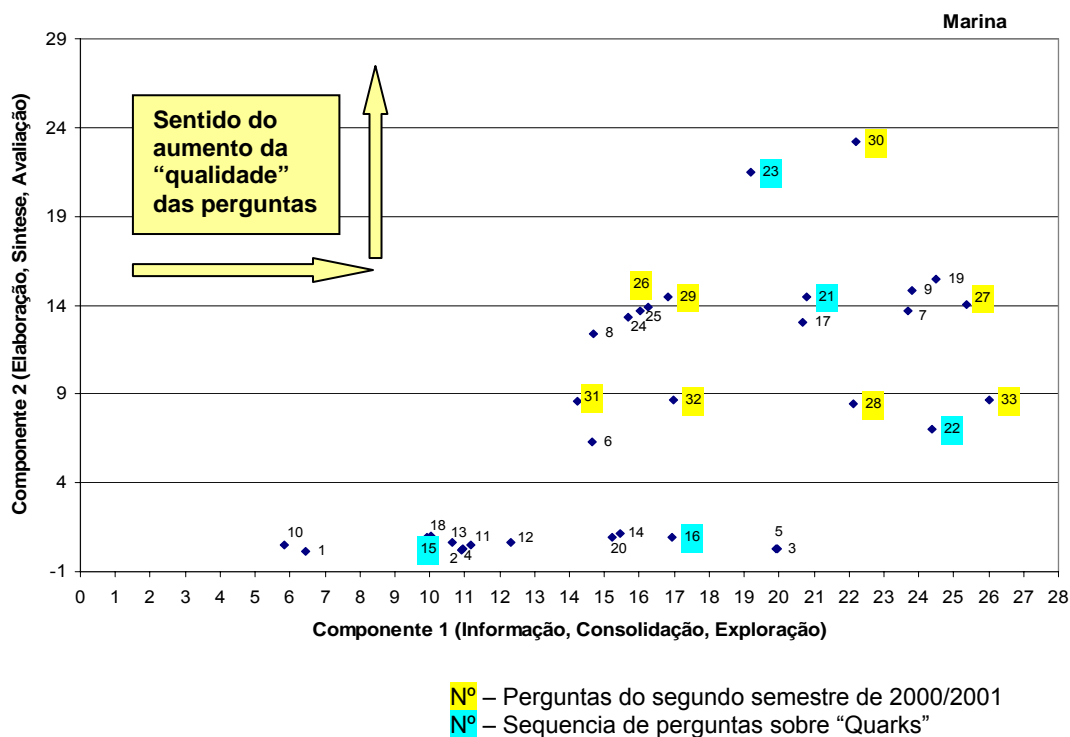
**Figura 4.29** Posição de qualidade relativa das perguntas no 2º semestre de 2000/2001

Observando a Figura 4.28, podemos perceber que a qualidade relativa das perguntas também evoluiu dentro do primeiro semestre. Existe uma maior densidade de perguntas na parte inferior esquerda da figura, onde estão a maioria das perguntas deste semestre. Na parte superior direita existe uma menor densidade de perguntas, e estas foram geralmente as perguntas do final do semestre.

No entanto, a evolução para uma qualidade maior é mais evidente quando comparamos a Figura 4.28 com a Figura 4.29. Na Figura 4.29, é fácil perceber uma menor quantidade de perguntas, mas estas perguntas estão muito mais à direita da figura do que no caso anterior, iniciando-se em “coordenadas de qualidade” muito superiores às do 1º semestre. Note-se, por exemplo, que a pergunta considerada de menor qualidade (106) está localizada acima de 7 valores na componente 1 (Informação, Consolidação, Exploração), enquanto na Figura 4.28 a pergunta de menor qualidade (37) está localizada em aproximadamente 1 valor do eixo das coordenadas.

Através destes indicadores de qualidade, podemos também analisar as perguntas formuladas por um único estudante. Escolhemos, por exemplo, a estudante que formulou mais perguntas durante todo o ano lectivo. Esta estudante formulou 17 perguntas de

Confirmação e 16 de Transformação. Na Figura 4.30, mostramos as perguntas da Marina, representadas com pontos numerados de 1 a 33.



**figura 4.30** Qualidade relativa das perguntas de uma estudante (2000/2001)

As perguntas com o fundo amarelo foram formuladas pela Marina durante o segundo semestre. Podemos perceber que são em menor número que as do primeiro semestre, contudo situam-se sempre numa região que indica uma maior qualidade.

Na mesma figura destacamos também, com um fundo azul, uma sequência de perguntas para mostrar a evolução da qualidade de cinco perguntas sobre o mesmo tema:

- 15: “Os prótons e os neutrões são constituídos por quarks?”
- 16: “São os quarks as partículas mais pequenas existentes? Ou também estes são constituídos por partículas ainda mais pequenas?”
- 21: “Se realmente os quarks possuírem uma estrutura interna tal como antevê a referência publicada na revista Physical Review Letters, em que consistirá?”
- 22: “Será que nunca será possível encontrar a mais pequena partícula existente?”
- 23: “Será possível que seja esta a chave (encontrar a menor particular) para a explicação de como tudo começou?”

Todas estas perguntas foram formuladas no primeiro semestre, sendo que as perguntas 15 e 16 o foram numa única ocasião no meio do semestre, e as perguntas 21, 22 e 23 após a resposta do professor às perguntas anteriores. Apresentamos a resposta do professor às duas primeiras perguntas:

“Realmente os prótons e os neutrões são constituídos por quarks. Os prótons por dois quark do tipo “up” e um do tipo “down”. Os neutrões por dois do tipo “down” e um do tipo “up”. Como os quarks “up” têm carga  $+2/3$  e os “down”  $-1/3$ , podemos facilmente calcular as tão conhecidas cargas finais dos prótons e neutrões. Em 1998 foi publicado na revista *Physical Review Letters* uma referência de que possivelmente os quarks teriam uma estrutura interna, dando uma indicação de que exista uma outra estrutura mais fundamental que a que actualmente é aceite.”

Motivada pela resposta do professor, a estudante formulou então as três perguntas que se seguiram, próximo do final do primeiro semestre. Estas perguntas estão localizadas numa região de maior qualidade que as primeiras. As perguntas 15 e 16, embora de qualidade inferior, introduziram o questionamento e serviram de base para a formulação das perguntas posteriores de maior qualidade. Esta sequência de perguntas, mostra a importância das perguntas de qualidade inferior como “ferramentas” iniciais para o desenvolvimento da habilidade de formular perguntas. Neste sentido, formular perguntas de baixa qualidade só é contraproducente quando elas não evoluem para perguntas de maior qualidade.

Em relação ao contexto dos diferentes instrumentos de recolha das perguntas, pretendemos saber se as perguntas enviadas através de alguns dos instrumentos apresentavam maior qualidade que os outros. Na Tabela 4.17, apresentamos as perguntas distribuídas pelos três instrumentos de recolha, no estudo piloto.

**Tabela 4.17** Classificação bipolar para as perguntas por instrumento de recolha (2000/2001)

Instrumentos	1º Semestre (Química I)		2º Semestre (Química II)		Total
	Confirmação	Transformação	Confirmação	Transformação	
Programa <Q/Q>	34	13	2	6	55
Caixa <Q/Q>	38	3	11	21	73
Caderno de Lab.	4	3	0	0	7
Total	77	18	13	27	135



Durante todo o ano, os estudantes enviaram 55 perguntas através do Programa <Q/Q>, sendo que 36 foram perguntas de Confirmação e 19 (34%) de Transformação. Através da Caixa <Q/Q> foram enviadas 73 perguntas, 49 de Confirmação e 24 (32%) de Transformação. No Caderno de Laboratório, foram escritas 7 perguntas, exclusivamente no primeiro semestre. O Programa e a Caixa <Q/Q>, que foram os instrumentos efectivamente mais usados para enviar perguntas, não as diferenciam em qualidade. O facto destes instrumentos não apresentarem diferenças relevantes na qualidade das perguntas enviadas, pode ainda ser confirmado de forma mais pormenorizada através dos indicadores de qualidade. Nas Figuras 4.31 e 4.32, apresentamos as perguntas enviadas através da Caixa e do Programa <Q/Q> com uma distribuição de qualidade relativa.

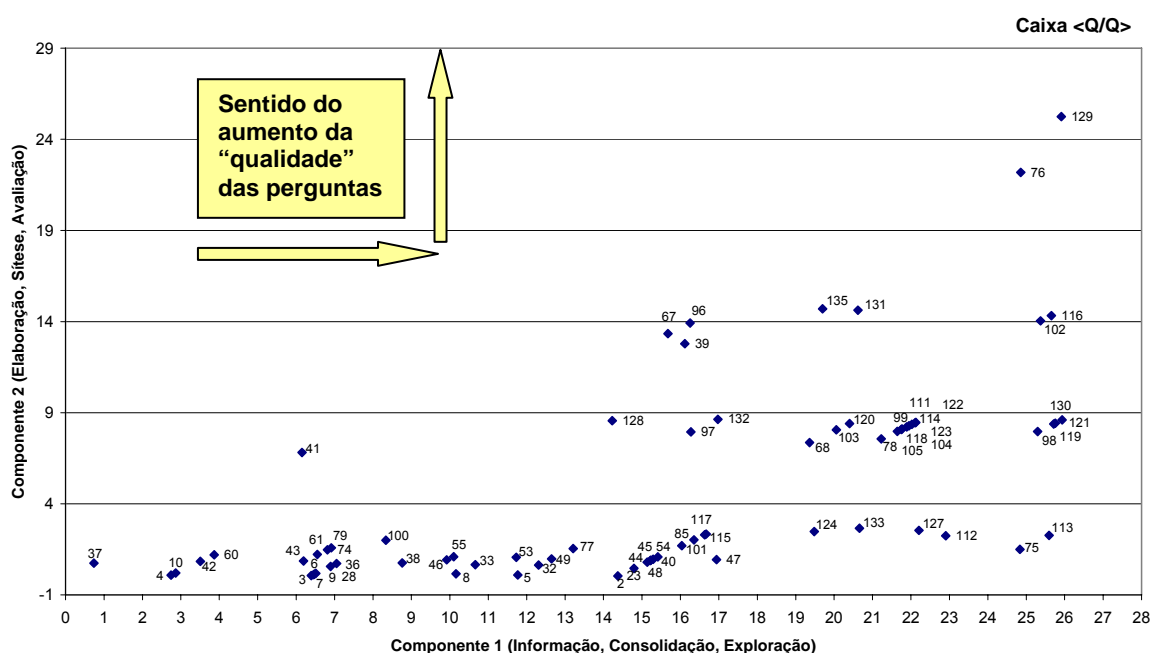


Figura 4.31 Qualidade relativa das perguntas enviadas pela Caixa <Q/Q> (2000/2001)

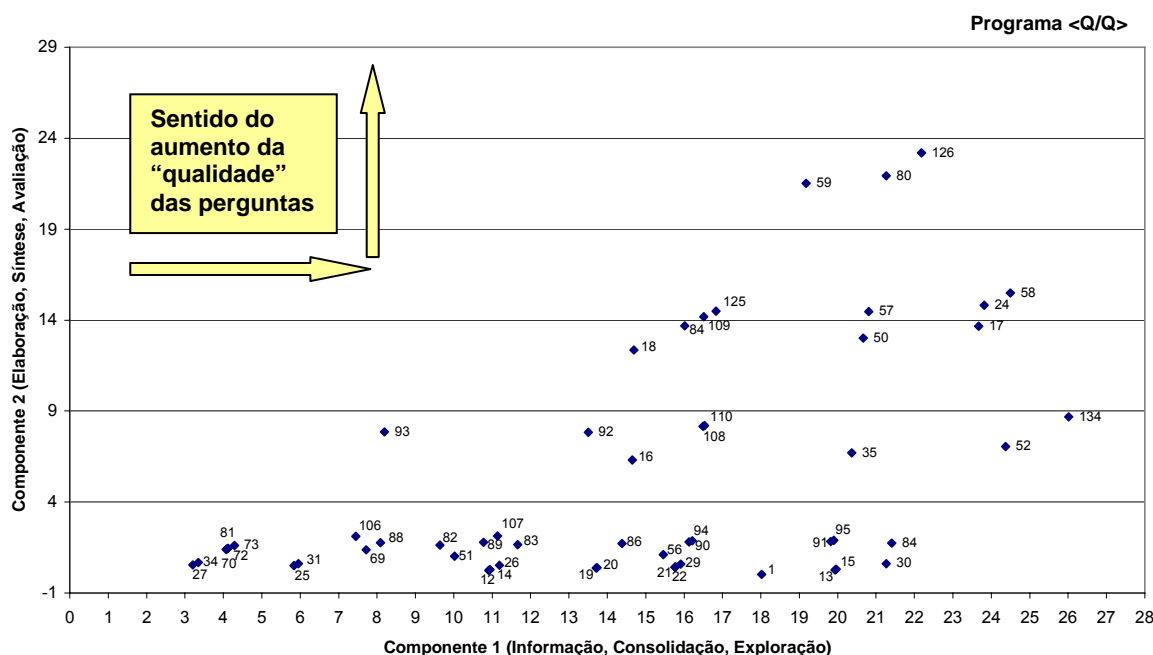


Figura 4.32 Qualidade relativa das perguntas enviadas pelo Programa <Q/Q> (2000/2001)

Verificamos que a distribuição das perguntas nas Figuras 4.31 e 4.32, é muito semelhante, não mostrando nenhuma região com maior densidade de perguntas em relação à outra figura. O que podemos perceber é que a Figura 4.32 tem uma menor “densidade” de perguntas em relação a Figura 4.31, contudo, as suas distribuições em relação à qualidade são semelhantes.

**Em síntese**, para analisar a qualidade relativa das perguntas dos estudantes utilizamos dois tipos de taxonomia: a taxonomia bipolar “confirmação – transformação” de Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias et al. (2001) e os “indicadores de qualidades”, fundamentados nos níveis cognitivos de Bloom (1956). Estes instrumentos de análise foram usados de forma coordenada e eficiente para mostra a evolução da qualidade das perguntas. A taxonomia bipolar para uma primeira aproximação e os “indicadores de qualidade” para uma descrição mais aprofundada e versátil dos dados.

Em relação à aplicação destes instrumentos para a análise da qualidade das perguntas do estudo piloto verificamos que, apesar da diminuição da quantidade de perguntas ao longo do ano, a sua qualidade aumentou. Esta constatação está de acordo com uma das afirmações de Biggs (1999), quando refere que no processo de aprendizagem, primeiro ocorre a “etapa quantitativa” e só depois há uma mudança “qualitativa”.

**CAPÍTULO 5 - DINAMIZAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS PARA A APRENDIZAGEM ACTIVA  
(2ºESTUDO)**

“Questioning is key to active and meaningful learning,  
and is the cornerstone of scientific enquiry” (Chin,  
2004b, p.107)



## 5.1 – Introdução

Um dos grandes desafios do segundo estudo foi o de implantar os instrumentos e estratégias referidas para um grande número de estudantes, envolvendo-os em todo o processo. Este estudo foi desenvolvido com duas turmas teóricas, aproximadamente 200 estudantes, do 1º ano universitário, que frequentavam a disciplina de Química II na Universidade de Aveiro, durante o segundo semestre do ano lectivo 2001/2002. A estrutura curricular desta disciplina manteve-se a mesma no momento da realização do estudo piloto e neste segundo estudo: duas aulas teóricas, uma teórico-prática e uma prática por semana.

### 5.1.1 - Caracterização da Amostra

Os dados sobre o perfil das duas turmas que apresentamos a seguir foram obtidos através de um questionário escrito aplicado à maioria dos estudantes, no final do semestre lectivo. Mais adiante, discutiremos a suas opiniões sobre outros aspectos, expressas no mesmo questionário.

As Tabelas 5.1 e 5.2, mostram que a maioria dos estudantes de ambas as turmas se situavam na faixa etária dos 18 aos 20 anos, sendo aproximadamente 63% desses estudantes do sexo feminino.

**Tabela 5.1** Idade. 2º Estudo (2001/2002)

Idades	Turma 1	Turma 2
18 a 20	85%	84%
21 a 25	14%	13%
Mais de 25	1%	3%

**Tabela 5.2** Género. 2º Estudo

Sexo	Turma 1	Turma 2
Masculino	37%	45%
Feminino	63%	55%

Aproximadamente 90% dos estudantes de ambas as turmas ingressaram pela primeira vez na universidade no ano lectivo 2001/2002.

Quanto à distribuição por curso, nas duas turmas, encontrámos a maior percentagem de estudantes da turma 1 nos cursos de “Engenharia do Ambiente” (37%) e “Engenharia

Química” (48%), enquanto que, na turma 2, predominavam os cursos de “Bioquímica e Química Alimentar” (26%), “Química Analítica” (19%) e “Engenharia Física” (21%).

### 5.1.2 – Descrição da Experiência

A recolha de dados começou no início do semestre, com o envolvimento de todos os estudantes das duas turmas teóricas. Para o incentivo e recolha das perguntas escritas, foram usados os mesmos instrumentos do estudo anterior, com excepção do Caderno de Laboratório, por este se ter mostrado pouco vocacionado para o propósito pretendido. Em seu lugar, foram colocados computadores em todos os laboratórios, assim possibilitando que os estudantes enviassem perguntas através do programa “Questões em Química”. Para atender ao grande número de estudantes, foram distribuídas novas Caixas <Q/Q> em locais convenientes.

Tal como no primeiro estudo, o projecto foi apresentado, explicando a utilização das ferramentas e clarificando o modo como as perguntas formuladas poderiam vir a ser consideradas na avaliação final. Também foi distribuído um Manual de utilização do programa <Q/Q>, com algumas modificações em relação ao primeiro estudo (ver apêndice 5.1).

Embora todos os instrumentos estivessem à disposição dos estudantes de ambas as turmas, efectivamente acompanhamos apenas a turma 1 pelo facto do professor ter sido o mesmo da turma piloto e estar inserido nos objectivos do projecto.

Durante este segundo estudo, o professor coordenador da disciplina de Química II e professor da turma 1 explorou novas estratégias pedagógicas e reforçou outras que tinha usado na turma piloto. Para além das aulas teóricas, teórico-práticas e práticas, obrigatórias, os estudantes tiveram ainda as “aulas Conferência”, as “aulas Suplementares” e as aulas “Questões em Química”. Assim, as principais estratégias utilizadas foram as seguintes:

- i) Dinamização das **aulas teóricas**, visando motivar os estudantes através de estratégias diversificadas e contextualização curricular.
- ii) Modificação das **aulas teórico-práticas**, centradas na resolução de “casos para estudo”;

- iii) Modificação das **aulas práticas**, centradas no questionamento e na autonomia dos estudantes;
- iv) **Aulas suplementares**, que consistiam especialmente no esclarecimento de dúvidas e de dificuldades dos estudantes.
- v) **Aulas “Questões em Química” <Q/Q>**, baseadas nas questões dos estudantes sobre um tema específico;
- vi) **Aulas conferência**, baseadas em temas de elevado interesse científico, tecnológico e social;

Nas duas primeiras aulas teóricas (21 e 25 de Fevereiro) foi apresentado e explicado o projecto <Q/Q> nas suas várias vertentes, nomeadamente as inovações a serem introduzidas nos diferentes tipos de aulas.

As **aulas suplementares** eram aulas adicionais, da iniciativa do professor, e tinham por objectivo apoiar os estudantes da turma 1 nas dúvidas e dificuldades, expressas ou não na forma de perguntas. A participação dos estudantes era voluntária, embora a maioria deles tenha decidido assistir.

As **aulas conferência** foram pensadas com o propósito de incentivar a curiosidade, o questionamento e um maior envolvimento dos estudantes sobre temas científicos actuais e apresentados de forma motivadora. Os temas das três aulas conferência, no referido semestre, são apresentados na Quadro 5.1:

**Quadro 5.1** Temas das aulas conferência em Química II. Segundo Estudo 2001/2002

<b>Aulas Conferência</b>
1. Conversão Electroquímica da Energia
2. Síntese dos Elementos Químicos
3. Reacções Oscilantes

As **Aulas <Q/Q>** tinham por base as perguntas formuladas pelos estudantes, após a leitura de um texto indicado, e enviadas por escrito, pela Internet através do programa <Q/Q> ou então colocados na caixa <Q/Q>. Os temas para as aulas <Q/Q> eram abordados no livro “Chemistry Molecules, Matter, and Change” de Loretta Jones & Peter Atkins (1999), tendo sido seleccionadas várias fichas de leituras complementares, chamadas “Applying Chemistry”, aí presentes. Na Tabela 5.3, mostramos todos os temas discutidos nas várias aulas.

**Tabela 5.3** Temas utilizados para as Aulas <Q/Q>. Segundo Estudo 2001/2002

Temas	Págs. do Livro
Buracos do ozono	202-203
Polímeros condutores	501
Chuvas ácidas	690-691
Células de combustível	820-821

Para além das respostas e explicações orais dadas pelo professor nas Aulas <Q/Q>, as perguntas dos estudantes também foram respondidas, por escrito, através do e-mail interno do programa <Q/Q>.

Outra relevante modificação introduzida, neste caso para todas as turmas, pelo professor coordenador, consistiu na adopção de um novo desenho para as **aulas práticas**. Estas mudanças tinham como objectivo estimular a aprendizagem activa mediante a resolução de problemas e o incentivo ao questionamento. Em cada aula prática, os estudantes recebiam uma ficha com um problema, objectivos, princípios gerais e materiais disponíveis para a prática, bem como as instruções necessárias dadas pelos professores tutores. Assim, o estudante necessitava de executar a experiência com o intuito de resolver um problema. Na Figura 5.1 ilustramos o que acabamos de referir com o exemplo da ficha utilizada no primeiro trabalho prático.

**1. Escala de pH** 1

**Objectivo**  
Planear e executar experiências que permitam determinar uma região estreita de pH onde se situa o pH de uma solução aquosa fornecida.

**Para o Caderno de Laboratório**

- Número e Título do trabalho prático
- Plano da realização prática (fazer um esquema segundo os Princípios abaixo)
- Registo
  - das operações realizadas (seguir o esquema feito);
  - dos resultados obtidos
- Conclusões com discussão dos resultados finais,

**Princípios**  
Uma substância cuja cor varie apreciavelmente numa região estreita de pH (zona de viragem) pode ser utilizada como indicador ácido-base. Ora, se dispusermos de um conjunto de indicadores cujas zonas de viragem cubram uma gama apreciável de pHs e conhecermos as respectivas zonas de viragem e cores, podemos, em princípio, restringir o pH de uma solução fornecida a uma região estreita de pH. Por exemplo, se forem vertidas, na solução fornecida, umas gotas de um indicador A de zona de viragem conhecida, a observação da cor obtida permite concluir se o pH da solução fornecida se situa abaixo ou acima desta zona de viragem. Obter-se-á, assim, um limite superior ou inferior, respectivamente, para o pH desconhecido da solução fornecida. Então, escolhendo criteriosamente um novo indicador (indicador B) para o segundo teste a efectuar com uma nova amostra da solução fornecida, poderemos obter o outro limite (inferior ou superior, respectivamente) para a zona de pH em que se situa o pH da solução fornecida. Continuando este processo, será possível estabelecer, ao fim de alguns testes adicionais, um intervalo estreito de pH onde se encontra o pH da solução fornecida.

**Material disponível**  
Solução tampão de pH a determinar  
Conjunto de indicadores  
Figura com zonas de viragem de indicadores e respectivas cores

**<Questões em Química>**  
Pense nas dúvidas que tem sobre este trabalho e apresente-as sob a forma de perguntas ou questões, utilizando, para o efeito, os meios disponíveis na sala de aula prática (Caixa de Questões ou Computador). Não se esqueça que a sua participação no projecto <Q/Q> é valorizada positivamente!

**Figura 5.1** Exemplo de uma ficha para a aula prática. Segundo Estudo 2001/2002



Todas as fichas estavam estruturadas em 5 partes: *i)* Objectivos, *ii)* Para o Caderno de Laboratório, *iii)* Princípios, *iv)* Material disponível, e *v)* Questões em Química – secção onde se solicitava aos estudantes a formulação de pergunta sobre as aulas práticas.

Nas **aulas teórico-práticas** também foram introduzidas estratégias novas, mas apenas para os estudantes da turma 1. Isto é, passou-se da “tradicional” resolução de exercícios referentes ao conteúdo discutido nas aulas teóricas, para a resolução de problemas; esses problemas foram designados pelo professor como “**casos para estudo**”. Após um período de “transição” em que o professor explica as razões da mudança e distribui fotocópias com uma lista de todos os exercícios já resolvidos, em 4 Março 2002 concretiza a nova estratégia. Apresentamos, em seguida, o exemplo do primeiro “caso para estudo”:

“Calcular o pH das soluções:

- a) 0.15M em CH<sub>3</sub>COOH (aq)
- b) 0.15M em CCl<sub>3</sub>COOH (aq)
- c) 0.15M em HCOOH (aq)

Para cada um destes casos, calcular as fracções das espécies não-ionizada e ionizada.”

Foi explicado que deveriam resolver o problema no tempo da aula e, para auxiliar na resolução do problema foi distribuído um livro de dados (Harrison, 1985), para cada dois estudantes, pretendendo assim, que se incentivasse a interacção entre eles. Estes problemas estavam relacionados com os assuntos discutidos nas aulas teóricas. No Quadro 5.2, mostramos mais alguns “casos para estudo” e os assuntos com os quais se relacionam.

**Quadro 5.2** Exemplos de Casos para Estudo. Segundo Estudo 2001/2002

Assuntos	Casos para Estudo
Electroquímica	Estudar as condições para que um determinado metal M, com estado de oxidação positivo igual a 2, seja atacado pelos ácidos. No caso afirmativo, determinar a extensão do processo.
Energia Nuclear	Fazer um gráfico que permita comparar a estabilidade relativa dos diversos nuclídeos no quadro periódico.
Química Orgânica	Estudar a variação do ponto de ebulição dos hidrocarbonetos saturados não-cíclicos.
Termoquímica e Química Orgânica	Determinar o $\Delta H^\circ$ para a reacção de obtenção do propanoato de metilo e a partir dos correspondentes ácidos e álcool. Determinar a constante de equilíbrio desta reacção, admitindo que $T\Delta S^\circ$ é desprezável junto de $\Delta H^\circ$ .

Nestes “casos para estudo” omitem-se alguns dados, de forma deliberada, para que os estudantes identifiquem os que precisam, os procurem e, por fim, resolvam os problemas. Um dos objectivos deste tipo de enunciados é capacitar os estudantes na selecção da informação necessária para resolver o problema.

Todos os instrumentos e estratégias referidas tiveram uma repercussão directa no número das perguntas escritas dos estudantes. Na Figura 3.2, apresentamos o número de perguntas, nos dias em que foram enviadas (2001/2002).

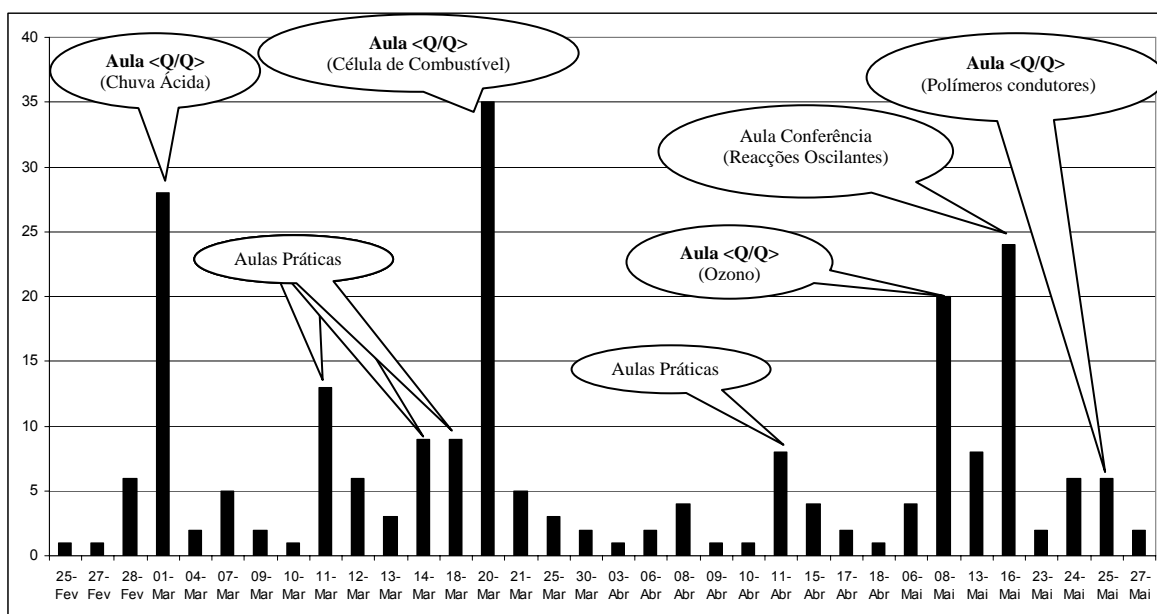


Figura 5.2 Distribuição das perguntas no Segundo Estudo (2001/2002)

Pela figura podemos perceber que os dias com maior número de perguntas se relacionam com as estratégias ou contexto das perguntas do mesmo dia. No Apêndice 5.2, apresentamos uma descrição de todas as perguntas formuladas pelos estudantes neste estudo.

Na Tabela 5.4, apresentamos a distribuição do número de perguntas pelos dois instrumentos de recolha.

**Tabela 5.4** As perguntas por instrumento de recolha (2001/2002)

Instrumentos	Número de perguntas
Programa <Q/Q>	56 (25%)
Caixa <Q/Q>	171 (75%)
Total	227 (100%)

Neste estudo, ao contrário do estudo piloto, a maioria dos estudantes escolheu enviar as suas perguntas pela caixa <Q/Q>, tendo alguns deles entregue as folhas <Q/Q> directamente ao professor ou ao investigador. A maioria destas perguntas (N=204, 90%) foi enviada pelos estudantes da turma 1. Cinquenta por cento dos estudantes da turma 1 enviaram pelo menos uma pergunta durante o período deste estudo; o número máximo de perguntas enviadas por um único estudante foi de 18. Na turma 2, apenas 10% dos estudantes enviaram pelo menos uma pergunta, sendo 4 o número máximo de perguntas enviadas por um mesmo estudante.

## 5.2 – A Qualidade das Perguntas do Segundo Estudo (2001/2002)

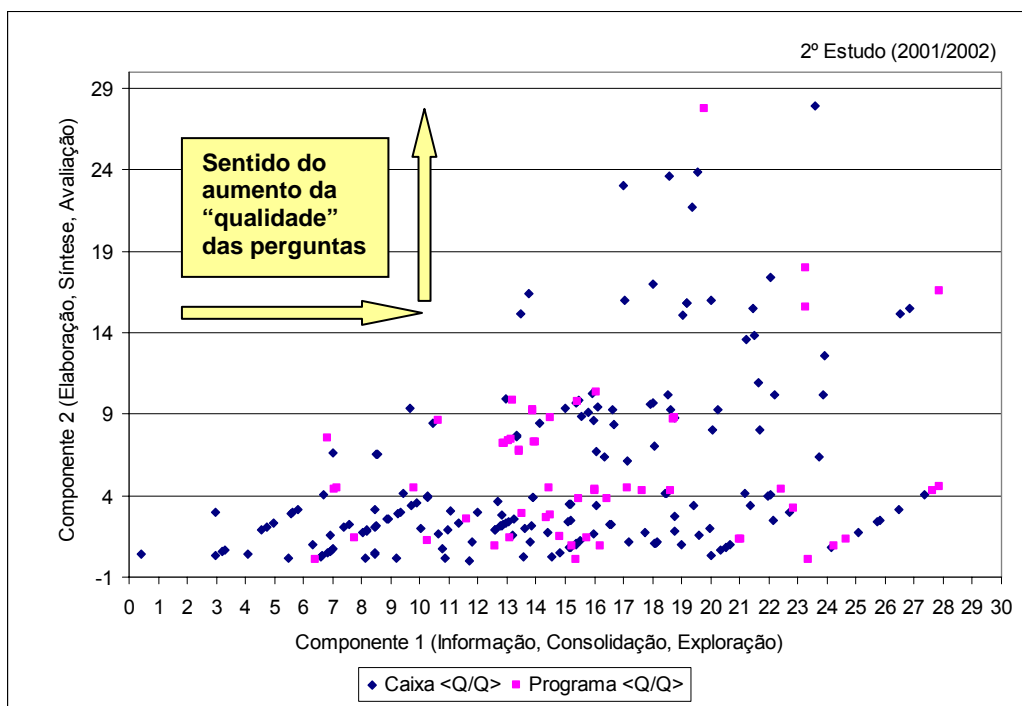
A capacidade de formular perguntas, em particular perguntas de qualidade, pode ser um indicador de um estilo particular de envolvimento activo na aprendizagem. Tal como foi verificado no estudo piloto, neste estudo observamos também um aumento na qualidade das perguntas ao longo do semestre. Fizemos o mesmo tipo de análise utilizado no estudo piloto, começando com a taxonomia que distingue as perguntas de Confirmação das de Transformação, tal como definido anteriormente (Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias, & Watts, 2001).

Na Tabela 5.5, apresentamos o número de perguntas de Confirmação e de Transformação, enviadas quer através da caixa <Q/Q> quer do programa <Q/Q>. A classificação de cada pergunta pode ser confirmada no Apêndice 5.2. Como podemos ver nesta tabela, 69% das perguntas foram classificadas como de Confirmação, o que é concordante com os resultados obtidos durante o estudo piloto (66%). Note-se que as percentagens de perguntas de Transformação são aproximadamente as mesmas para ambos os instrumentos de recolha, embora as enviadas através do programa <Q/Q> sejam em maior número (36%).

**Tabela 5.5** Classificação bipolar para as perguntas por instrumento de recolha

Instrumentos	Confirmação	Transformação	Total
<b>Programa &lt;Q/Q&gt;</b>	36	20 (36%)	56 (25%)
<b>Caixa &lt;Q/Q&gt;</b>	120	51 (30%)	171 (75%)
Total	156 (69%)	71 (31%)	227

O facto de não existir uma diferença relevante na qualidade das perguntas recolhidas através dos dois instrumentos, torna-se mais evidente quando recorremos os “indicadores de qualidade” relativa apresentados na Figura 5.3. Nesta figura, podemos perceber que as perguntas enviadas pela caixa e pelo programa <Q/Q> têm uma distribuição muito semelhante.



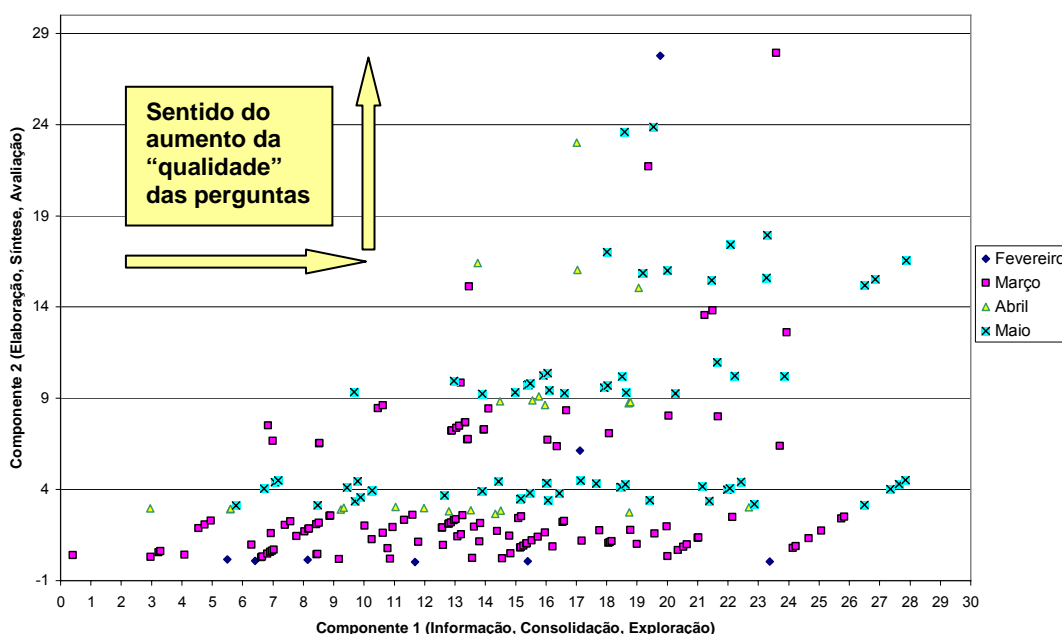
**Figura 5.3** Qualidade relativa das perguntas enviadas pela Caixa e pelo Programa <Q/Q>

Na Tabela 5.6, apresentamos o número de perguntas de Confirmação e de Transformação por mês, durante o segundo semestre de 2001/2002. Enquanto o maior número de perguntas aparece nos meses de Março e Maio, a percentagem de perguntas de Transformação aumenta ao longo do semestre, apontando para um relativo aumento da qualidade das perguntas.

**Tabela 5.6** Classificação bipolar para as perguntas ao longo do 2º estudo

Mês	Confirmação	Transformação	Total
Fevereiro	7	1 (12%)	8
Março	98	25 (20%)	123
Abril	13	11 (46%)	24
Maio	38	34 (47%)	72

A tendência do aumento da qualidade das perguntas, também já observada no estudo piloto, pode ser visualizada com maior riqueza de detalhes ao observarmos as suas posições de qualidade relativa tal como apresentamos na Figura 5.4.



**Figura 5.4** Qualidade relativa das perguntas ao longo do 2º estudo

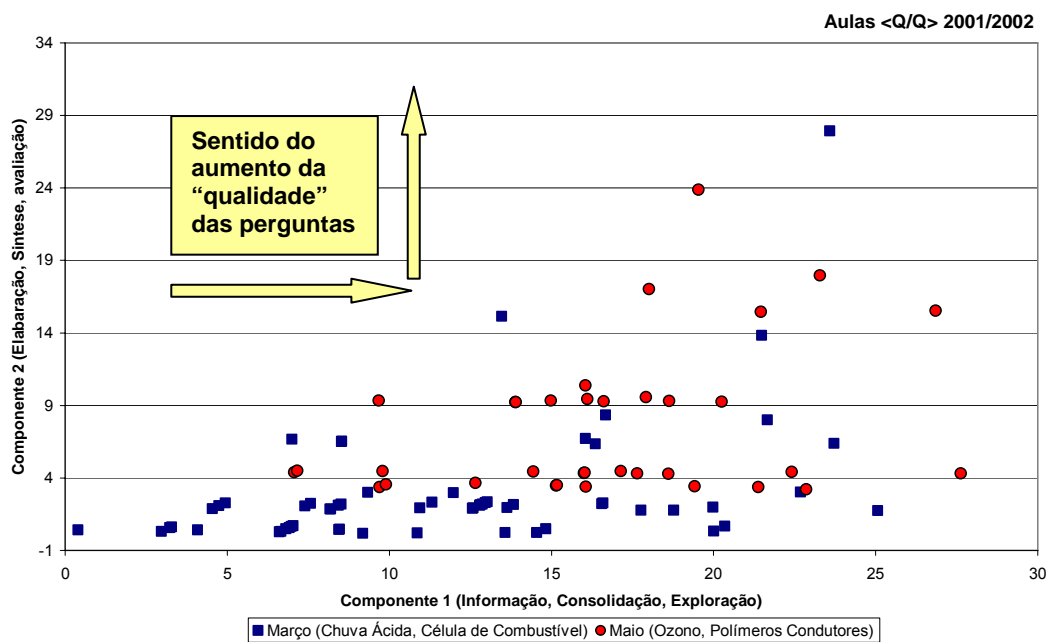
Na Figura 5.4, é fácil distinguir a posição de qualidade das perguntas, principalmente nos meses de Março e de Maio. No mês de Março a maioria das perguntas situa-se na parte inferior da figura, enquanto que as perguntas do mês de Maio estão sistematicamente em posições mais elevadas em relação às perguntas de Março.

Podemos relacionar a qualidade das perguntas com os tipos de estratégias usadas nas aulas. Anteriormente já referimos que foram usadas estratégias inovadoras nas aulas práticas e nas aulas <Q/Q>, estratégias que contribuíram para um apreciável aumento do nível de entusiasmo e envolvimento dos estudantes. Na Tabela 5.7, apresentamos a classificação bipolar para as perguntas nos diferentes tipos de aulas.

**Tabela 5.7** Classificação bipolar para as perguntas nos diferentes tipos de aulas

Tipo de Aula	Confirmação	Transformação	Total
Aula Prática	51 (67%)	25	76 (33%)
Aula <Q/Q>	73 (77%)	22	95 (42%)
Aulas: teóricas e teórico-prática	32	24	56 (25%)
<b>Total</b>	<b>156 (69%)</b>	<b>71 (31%)</b>	<b>227</b>

Como podemos ver pela Tabela 5.7, as aulas práticas e as aulas <Q/Q> estimularam a apresentação de perguntas em aproximadamente 75% do total de perguntas enviadas. Do total, aproximadamente 42% das perguntas estavam relacionadas com as aulas <Q/Q>, sendo que 77% destas perguntas eram de Confirmação, ou seja, solicitavam informações relativamente básicas sobre o assunto da aula <Q/Q>. Para uma discussão mais pormenorizada da qualidade relativa das perguntas das aulas <Q/Q> apresentamos na Figura 5.5 o seu posicionamento de qualidade relativa.

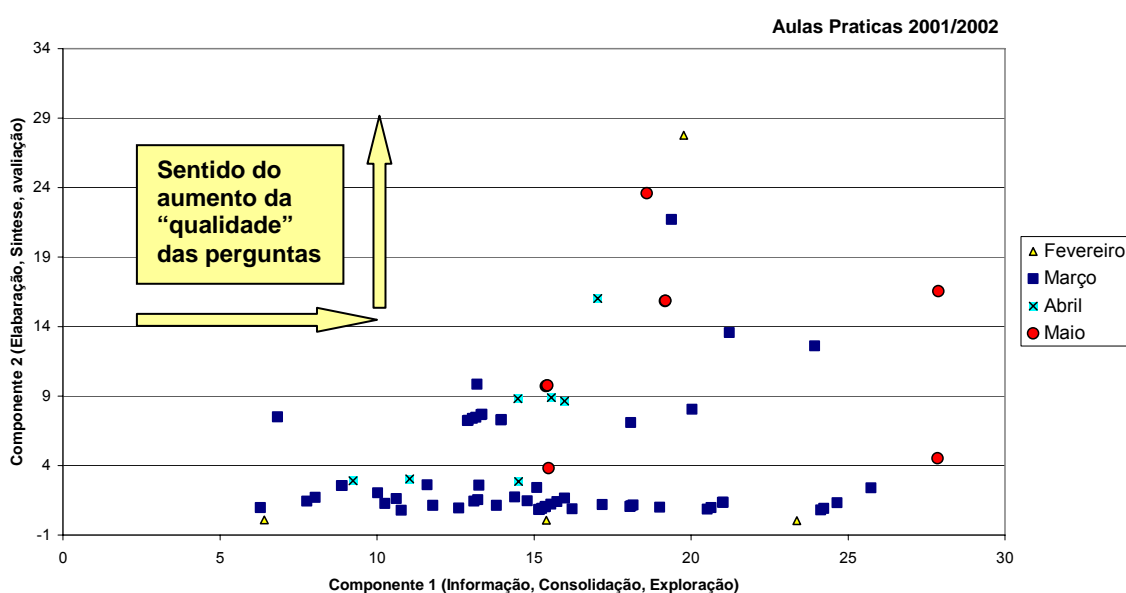


**Figura 5.5** Qualidade relativa das perguntas das aulas <Q/Q>

Os quadrados simbolizam as perguntas formuladas nas duas primeiras aulas <Q/Q> no mês de Março (chuva ácida e células de combustível). Os círculos simbolizam as perguntas formuladas para as duas últimas aulas <Q/Q>, no mês de Maio (Ozono, Polímeros Condutores). A qualidade relativa das perguntas formuladas nas duas últimas

aulas <Q/Q> é superior às duas primeiras, pois estão sempre em posições mais elevadas. Este facto está de acordo com a tendência geral de um aumento de qualidade ao longo do processo.

As inovações introduzidas nas aulas práticas também se fizeram sentir no número de perguntas escritas, correspondendo a aproximadamente 33% das perguntas formuladas neste semestre. No entanto, tal como nas aulas <Q/Q>, a maioria (67%) das perguntas foi de Confirmação. Na Figura 5.6, apresentamos a evolução da qualidade relativa das perguntas relacionadas com as aulas práticas.



**Figura 5.6** Qualidade relativa das perguntas das aulas Práticas (2001/2002)

Como se percebe pela Figura 5.6, o maior número de perguntas ocorreu durante o mês de Março. No entanto, a maioria destas situa-se na parte inferior da figura, indicando uma qualidade menor do que as perguntas dos meses seguintes, embora estas estejam em menor número.

A ocorrência de uma sequência de perguntas de baixo nível cognitivo até que surja uma pergunta de nível cognitivo maior foi também observada, em algumas ocasiões, no estudo piloto e, do mesmo modo, neste estudo. Este facto apoia a hipótese que temos vindo a formular de que, em certos contextos, é necessário que surjam algumas

perguntas de baixo nível cognitivo para que seja possível formular perguntas de níveis cognitivos mais elevados.

Em seguida, apresentamos um exemplo deste segundo estudo, onde podemos observar duas sequências de perguntas formuladas pela aluna Gisele sobre um mesmo assunto, revelando uma qualidade crescente. Na Figura 5.7, apresentamos a totalidades das perguntas que a Gisele formulou ao longo deste estudo. Note-se que as perguntas 174, 175 e 176 são sequenciais sobre a camada de ozono, e as que tem o número 200, 201 e 202 correspondem a uma sequência sobre reacções oscilantes.

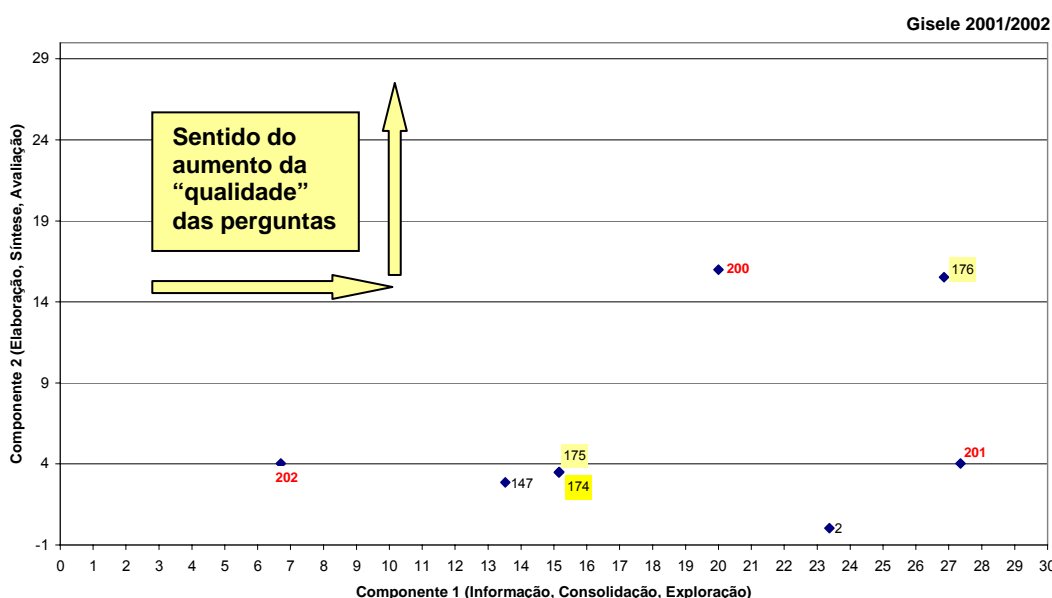


Figura 5.7 Qualidade relativa das perguntas de Gisele (2001/2002)

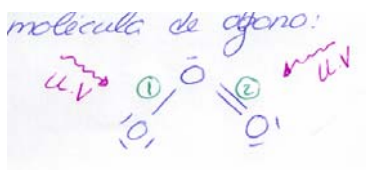
As perguntas das duas sequências destacadas na Figura 5.7 são as seguintes:

**Sobre a Camada de Ozono**

(174) Em que sentido a temperatura pode influenciar o aumento do buraco de ozono?

(175) De que forma é que os CFC's intervêm na destruição da camada de ozono?

(176) Quando há rotura de uma ligação na molécula de ozono (O3), pela radiação, esta é feita indiscriminadamente, ou seja, se tivermos a seguinte molécula de ozono:



A radiação U.V atinge preferencialmente a ligação 1, a 2, ou o seu alvo é aleatório?



### Sobre Reacções Oscilantes

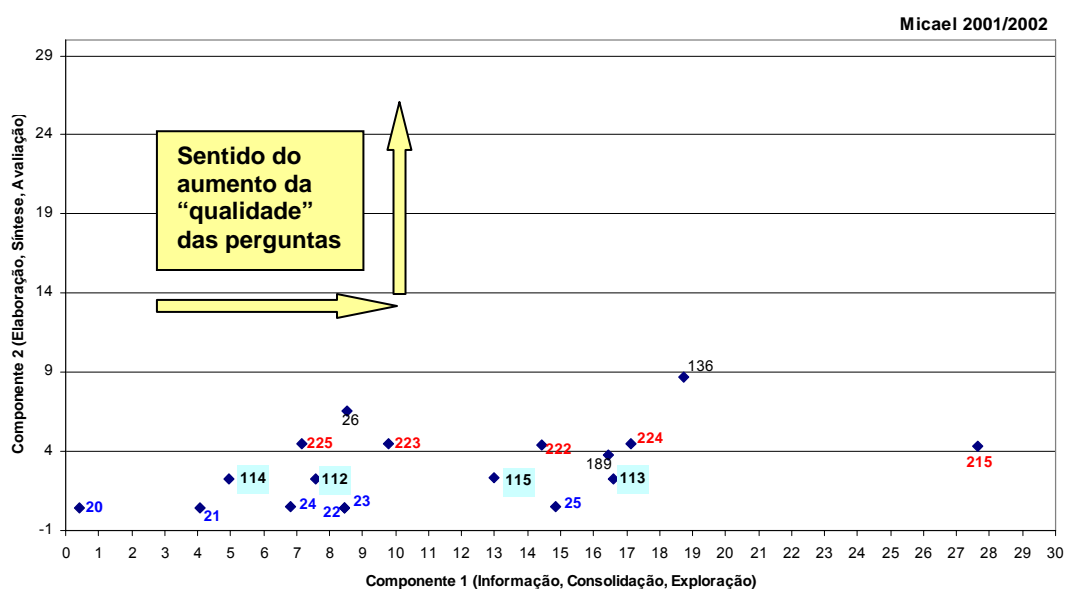
**(200)** Se reacção (oscilante) que estivemos a observar começa inicialmente por escurecer gradualmente até um determinado ponto e a partir de um determinado instante a variação de cor é muito brusca. Porquê?

**(201)** O facto do catalisador ser produzido na própria reacção que catalisa significa, em termos práticos, que à medida que o tempo passa, a variação de cor da reacção (oscilante) se dá mais rápido?

**(202)** A reacção de oscilação nunca acaba?

Nestas duas sequências de perguntas, apenas as de número 176 e 200 são consideradas de nível cognitivo alto, ou seja, são perguntas de Transformação. No caso destas duas sequências de perguntas não temos a certeza sobre qual foi a ordem interna de formulação; no entanto, podemos inferir, que como tratam do mesmo assunto em cada ocasião, as perguntas de baixa qualidade, em maior número, apoiaram ou completaram as necessidades de questionamento da estudante.

Na Figura 5.8, apresentamos a totalidade de perguntas do estudante que mais enviou perguntas ao longo deste estudo.



**Figura 5.8** Qualidade relativa das perguntas de Micael

Neste caso, apenas a pergunta 136 foi considerada como de Transformação e todas as demais são de Confirmação. No entanto, através dos “indicadores de qualidade” relativa

podemos perceber uma melhoria da qualidade das perguntas mesmo sendo elas consideradas de baixo nível cognitivo. O estudante Micael formulou três sequências de perguntas, correspondendo cada uma delas a uma das aulas <Q/Q> do semestre. As sequências 20 a 25, 112 a 115, 222 a 225 foram relativas às aulas <Q/Q> sobre chuva ácida, células de combustíveis e polímeros condutores, respectivamente. De notar que cada uma destas sequências se posiciona sempre numa região de mais elevada qualidade em relação à sequência anterior. Exemplos:

**(20)** O que é a chuva ácida?

**(112)** Como é que funcionam as células de combustível?

**(222)** Poderemos dizer que os polímeros condutores constituem uma nova classe de materiais com propriedades incomuns?

**(224)** Vi num documentário, que o plástico, geralmente um péssimo condutor de electricidade, foi transformado em um supercondutor, gostava de saber como é possível?

As estratégias e abordagens inovadoras que foram introduzidas no ensino e aprendizagem da Química, no contexto deste estudo, constitui um bom exemplo da qualidade que pode e deve ser mantida, mesmo para um grande número de estudantes. A interacção entre estudantes e professor melhorou, em particular através das perguntas escritas pelos estudantes. Estas perguntas, para além de serem um dos indicadores no aumento da interacção, são também um indicador de melhoria na qualidade das experiências e dos ambientes de aprendizagem.

Em síntese, este segundo estudo mostra que a qualidade das perguntas foi aumentando enquanto este decorria, embora o seu número tenha diminuído. As perguntas formuladas para as aulas <Q/Q> são as que mais evidências mostraram na melhoria da qualidade. As perguntas não mostraram diferenças na qualidade em relação aos instrumentos de recolha (caixa e programa <Q/Q>), possivelmente por serem ambos instrumentos para as perguntas escritas. Em seguida, vamos examinar outro indicador do envolvimento dos estudantes num ambiente de aprendizagem activa, ou seja, os acessos ao programa <Q/Q>.

### 5.3 – Acessos ao programa <Q/Q>

Como já vimos no estudo piloto, os acessos registados no programa <Q/Q> podem ser considerados como um dos indicadores do envolvimento activo dos estudantes no projecto, mesmo para aqueles que não enviaram perguntas por escrito. Nas Figuras 5.9 e 5.10 apresentamos o número de “Hits” e “Read” por cada estudante que acedeu ao programa, nas turmas 1 e 2. Como já foi referido, os “Hits” contam o número de “clicks” dado pelo estudante logo após ter entrado no programa com as suas palavras passe. O “Read” conta o número acessos à área conhecida por “Placard”, onde estavam todas as perguntas dos estudantes e as respostas do professor, colocadas pelo investigador sem o nome dos respectivos autores dessas perguntas.

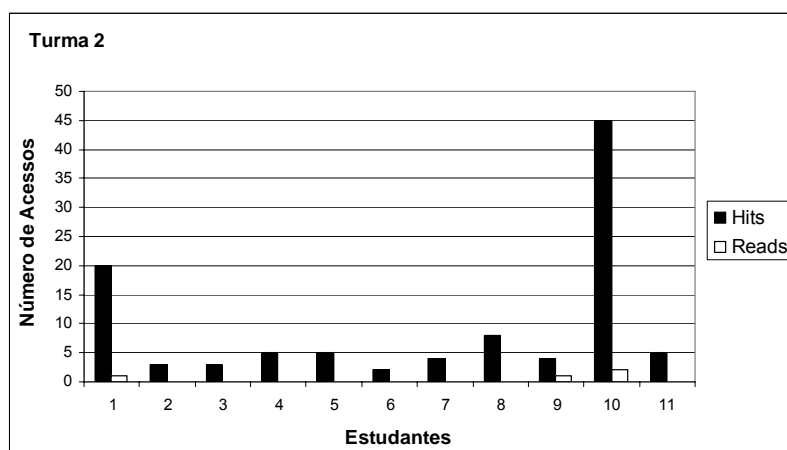


Figura 5.9 Acessos ao programa <Q/Q> para a Turma 2. Segundo Estudo

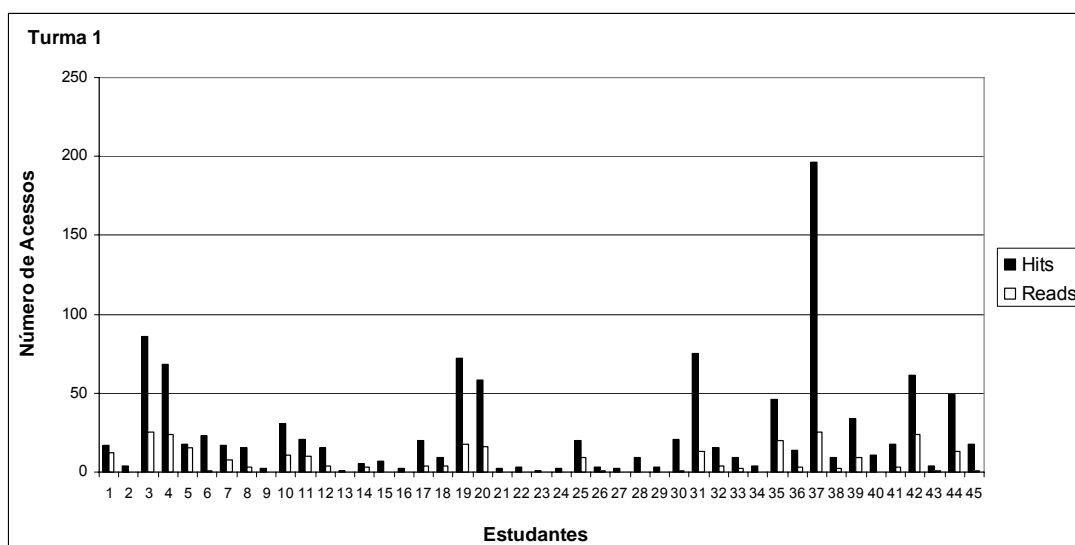


Figura 5.10 Acessos ao programa <Q/Q> para a Turma 1. Segundo Estudo

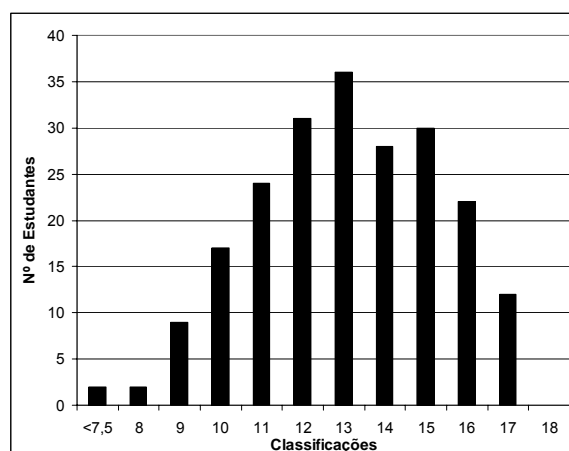
As Figuras 5.9 e 5.10, mostram que o número de estudantes que acedeu pelos menos uma vez ao programa <Q/Q> na turma 1 (N=45) é maior que o da turma 2 (N=11). Estes acessos correspondem aproximadamente a 50% dos estudantes da turma 1, e a 10% da turma 2.

Tal como aconteceu no primeiro estudo, neste 2º estudo pelo menos dois estudantes não enviaram perguntas por escrito, mas acederam às perguntas e às respostas dos colegas através do programa <Q/Q>, caracterizando um comportamento muito próximo ao já identificado e caracterizado pelos investigadores da área de Ensino à Distância como “Lurker” (Naidu, 1997; Nonnecke & Preece, 2000; Nonnecke, Preece, & Andrews, 2004; Rovai, 2000).

Este facto reforça a ideia desenvolvida no estudo piloto de que o envolvimento activo pode ser percebido por diversos indicadores, e não somente pelo envio de perguntas, embora consideremos a formulação de perguntas como o principal indicador de um ambiente de aprendizagem activa.

#### 5.4 - As classificações dos estudantes em Química II (2001/2002)

Assim como no estudo piloto, iremos discutir qual o “impacte” do primeiro estudo nas classificações dos estudantes neste segundo semestre. Na Figura 5.11 apresentamos a distribuição das classificações de todos os estudantes que fizeram exames na disciplina de Química II, no ano lectivo 2001/2002.



**Figura 5.11** Classificações finais de todos os estudantes de Química II (2001/2002)

A Figura 5.11, mostra uma distribuição normal das classificações, com o seu máximo em aproximadamente 13 valores, tal como foi verificado também no estudo piloto. Nas Figuras 5.12 e 5.13 mostramos as classificações de estudantes da turma 1 e 2, respectivamente. Em ambas as turmas a distribuição das classificações é normal; no entanto, os valores máximos das gaussianas são aproximadamente 12 valores para a turma 2 e 15 valores para a turma 1. Considerando que existe um maior número de estudantes na turma 1 que se envolveu mais activamente no projecto <Q/Q> e que consequentemente o professor atribuiu uma valorização positiva a estes, podemos deduzir que o desvio para valores mais elevados da turma 1 em relação à turma 2, se deve ao envolvimento mais activo dos estudantes desta turma em relação à outra.

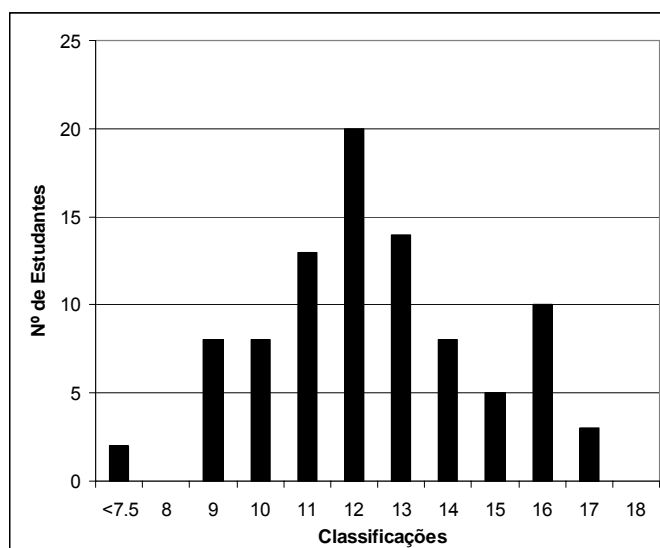


Figura 5.12 Classificações finais dos estudantes da Turma 2 (2001/2002)

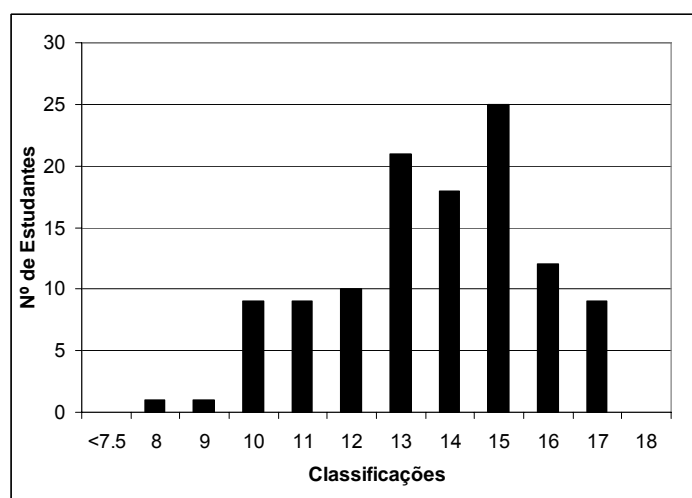


Figura 5.13 Classificações finais dos estudantes da Turma 1 (2001/2002)

As classificações mais elevadas da turma 1 podem reflectir o seu envolvimento mais activo e o reconhecimento do professor quando lhes atribui uma valorização, e não apenas uma consequência directa das habilidades desenvolvidas pelo projecto <Q/Q>, uma vez que os testes não estavam calibrados para avaliar estas habilidades. Estas classificações podem, deste modo, funcionar como indicadores de que os estudantes se envolveram mais activamente e com maior sucesso na disciplina.

### 5.5 – Análise dos Questionários

Com o objectivo de obter informações sobre a eficácia das ferramentas e estratégias usadas no final do semestre lectivo, e uma vez que a amostra era diferente do primeiro estudo, um questionário escrito foi aplicado à maioria dos estudantes da turma 1 (N=59) e da turma 2 (N=86). Nos apêndices 5.5 e 5.6, apresentamos os referidos questionários tal como foram aplicados aos estudantes.

Este questionário também continha um pequeno texto científico, o mesmo utilizado no estudo piloto (sangue como solução tampão), com base no qual se solicitava aos estudantes que formulassem pelo menos duas perguntas a partir deste texto. O facto destas perguntas serem de natureza diferente levou a que a sua análise tenha sido apresentada num capítulo mais adiante.

Sobre os meios informáticos necessários para enviar perguntas ao professor através do programa <Q/Q>, 49% dos estudantes da turma 1, e 35% da turma 2, responderam que tinham acesso, em casa, a computadores ligados à Internet. Esta razão não parece ter sido aquela que pode ter influenciado a escassez de perguntas enviadas. De notar que a maioria dos estudantes declara que tem acesso a computadores ligados à Internet em casa ou na universidade (apêndice 5.3).

Sobre os conhecimentos informáticos necessários para aceder ao programa <Q/Q>, verificamos que os estudantes da turma 1 consideram que sabem utilizar o programa <Q/Q> para enviar perguntas (74%) e para receber as respostas (61%), enquanto que para a turma 2 as percentagens são menores, 41% e 28%, respectivamente. Uma razão para esta diferença pode estar no facto dos estudantes da turma 1 terem lido (64%) e compreendido (61%) o manual do programa <Q/Q>, enquanto que na turma 2, apenas 40% leram e compreenderam (35%) o manual distribuído a todos. Aproximadamente

cinquenta por cento dos estudantes de ambas as turmas concordaram que “têm um bom nível global de informática na óptica do utilizador”.

Outro aspecto importante abordado é procurar compreender a razão pela qual os estudantes preferiram a caixa <Q/Q> ao programa <Q/Q>. Apenas 39% dos estudantes da turma 1 e 21% da turma 2 acham mais cómodo escrever as perguntas num papel do que enviá-las pelo computador. Embora 49% (turma 1) e 33% (turma 2), admitam que preferem enviar as perguntas pelo computador porque são imediatamente recebidas.

Sobre a interacção aluno-aluno que o programa <Q/Q> visava proporcionar, 41% dos estudantes da turma 1 e 21% da turma 2, afirmaram que sabiam da possibilidade de enviar perguntas aos colegas pelo programa <Q/Q>, mas apenas 24% e 3%, respectivamente, admitiram que leram as perguntas e respostas dos colegas no programa <Q/Q>.

Em resumo, a turma 1 teve uma maior percentagem de estudantes com melhores conhecimentos informáticos e um maior envolvimento com o programa <Q/Q>. Contudo, os acessos e conhecimentos informáticos não constituíram barreira para o envolvimento activo no projecto <Q/Q>.

Também inquirimos sobre a motivação dos estudantes das duas turmas para com a disciplina de Química. Pretendíamos avaliar o grau de interesse pela disciplina e se este facto contribuiu ou não para o nível de envolvimento no projecto <Q/Q>.

Como se verificou, a maioria dos estudantes de ambas as turmas teve grande interesse pela disciplina, considerando que ela era importante para o seu futuro profissional, o que os levou a afirmar que, caso esta fosse opcional, a frequentariam mesmo assim, afirmando, igualmente, que gostavam de estudar Química. Contudo, a turma 1 tem uma percentagem superior em todos os itens (85%) comparados com os 65% da turma 2. Aproximadamente 63% dos estudantes de ambas as turmas admitem que não sentem muitas dificuldades em Química (Apêndice 5.3).

Sobre os diversos factores que possam ter motivado a formulação de perguntas no contexto do projecto <Q/Q>, apresentamos na Tabela 5.8 a opinião dos estudantes das duas turmas.

**Tabela 5.8** Motivação para formular perguntas. 2º Estudo

Afirmações	Turma 1			Turma 2			
	Percentagem	D	SO	C	D	SO	C
• Fui motivado pela frequência às aulas.		20	27	53	24	42	34
• Fui motivado pelo estudo individual.		10	24	66	15	29	56
• Pelo envolvimento em actividades de grupo com os meus colegas.		37	32	31	20	39	41
• O projecto <Q/Q> ajudou-me a fazer perguntas sem me expor perante os colegas.		27	34	39	39	39	21
• Senti menor pressão psicológica dos meus colegas e professores.		20	44	36	29	42	29
• Fui motivado a fazer perguntas por causa da avaliação positiva.		39	27	34	39	33	28
• Sinto-me mais à vontade agora para levantar perguntas do que no início do ano académico.		15	29	56	22	28	50

**D** = Discordo, **SO** = Sem Opinião, **C** = Concordo

Entre os estudantes da turma 1, 53% e 66% pensam que foram motivados a formular perguntas pela frequência às aulas e pelo estudo individual. Na turma 2, 34% e 54% consideram estes dois itens como motivadores. Apenas 34% (turma 1) e 26% (turma 2) acham que foram motivados a fazer perguntas pela avaliação positiva. Nos demais itens da Tabela 5.8, os estudantes de ambas as turmas mostram-se divididos ou sem opinião, embora 56% dos estudantes da turma 1 e 50 % da turma 2 reconheçam que se sentem mais à vontade agora para levantar perguntas do que no início do ano lectivo.

Ainda sobre a motivação para enviar perguntas, elaboramos a seguinte questão aberta: *“Se participou no projecto “Questões em Química”, colocando uma ou mais perguntas, apresente pelo menos uma razão para a sua participação”*. A maioria dos estudantes das duas turmas justifica a sua participação pela curiosidade ou para obter respostas. Poucos consideram a avaliação positiva como o factor que os levou a escrever perguntas. Apresentamos, em seguida, algumas destas razões:

- “Pela experiência e pelo saber. Achei curiosa e criativa a iniciativa.”
- “Obter respostas para uma melhor compreensão dos assuntos abordados nas aulas.”
- “Para obter resposta e para ser avaliado já que este projecto influencia o avaliador.
- “Coloquei apenas uma pergunta para ver como funcionavam as Q/Q.”
- “É uma boa forma para facilitar e ajudar na motivação do estudo e na aprendizagem dos conteúdos.”



- “Participei porque queria ver esclarecidas algumas das minhas dúvidas e devido ao possível aumento de nota.”
- “Possibilidade de esclarecimento das questões que resultam do estudo em casa.”
- “Curiosidade em saber mais alguma coisa.”
- “Fiz algumas questões porque desejava obter as respostas a essas questões apenas.”
- “Participei por pensar que é uma boa forma de colocar questões.”
- “O interesse pela disciplina e pela maneira como o projecto está a ser realizado, Internet.”
- “Acho o projecto muito importante porque ajuda o professor a perceber melhor as nossas dificuldades e a desenvolver-nos o sentido crítico acerca dos assuntos de Química.”
- “A minha participação no projecto “Questões em Química” deve-se ao facto de me ajudar na minha aprendizagem.”

As duas últimas opiniões mostram, claramente, o reconhecimento destes dois estudantes dos benefícios do “acto de questionar” nos processos de ensino e de aprendizagem.

Quisemos ainda perceber quais as aulas que eram consideradas como motivadoras do maior número de perguntas. Na Tabela 5.9, apresentamos as suas opiniões.

**Tabela 5.9** Aulas onde surgem perguntas. 2º Estudo

Afirmação	Turma 1			Turma 2			
	Percentagem	D	SO	C	D	SO	C
• Foi nas aulas <b>Teóricas</b> que me ocorreu o maior número de perguntas.		42	19	39	67	19	14
• Foi nas aulas <b>Teórico-Práticas</b> que me ocorreu o maior número de perguntas.		34	42	24	34	23	43
• Foi nas aulas <b>Práticas</b> que me ocorreu o maior número de perguntas.		14	17	69	7	16	77

D = Discordo, SO = Sem Opinião, C = Concordo

Esta tabela permite-nos concluir que a grande maioria dos estudantes considera ter sido as aulas práticas a promover o maior número de perguntas (69% e 77%).

Acreditamos que o auto-conceito de cada aluno sobre o “acto de perguntar” pode ter influência no modo como o praticam e, por isso, no modo como compreenderam e participaram nestes projecto. Na Tabela 5.10, mostramos as opiniões dos estudantes das duas turmas sobre alguns aspectos particulares:

Tabela 5.10 Sobre a formulação de perguntas. 2º Estudo

Afirmações	Percentagem	Turma 1			Turma 2		
		D	SO	C	D	SO	C
• Sei formular perguntas.		5	34	61	5	43	52
• Sinto grande dificuldade em escrever perguntas.		58	22	20	64	26	9
• Prefiro colocar perguntas por escrito.		29	30	41	42	35	23
• Prefiro colocar perguntas oralmente.		32	31	37	24	26	50
• Prefiro colocar perguntas pessoalmente ao <b>professor</b> .		22	42	36	9	34	56
• Sinto-me à vontade para fazer perguntas ao <b>professor</b> .		12	13	75	14	19	67
• Tenho receio de mostrar a minha falta de conhecimentos ao <b>professor</b> .		49	32	19	50	28	22
• Tenho receio dos comentários dos <b>colegas</b> .		68	24	8	70	22	8
• Sinto-me mais à vontade em fazer perguntas aos <b>colegas</b> .		19	20	61	12	24	64
• Sou tímido e não gosto de pôr perguntas.		51	27	22	49	27	24
• Domino as matérias, por isso <b>não preciso</b> de fazer perguntas.		59	32	9	72	24	4
• Frequento as aulas sempre, por isso <b>não preciso</b> de fazer perguntas.		76	22	2	64	29	7

D = Discordo, SO = Sem Opinião, C = Concordo

Os estudantes de ambas as turmas, entenderam que sabiam formular perguntas e que não tinham grande dificuldade em escrevê-las; no entanto, apenas os estudantes da turma 1 mostraram uma preferência pelas perguntas por escrito. A maioria afirmou que se sentiu à vontade para fazer perguntas ao professor e metade deles considerou que não tinha receio de mostrar falta de conhecimentos ao professor.

Em relação aos colegas, ambas as turmas mostraram tendências percentuais muito próximas. Não tinham receio dos comentários dos colegas e sentiam-se mais à vontade em fazer perguntas aos colegas. Em consonância com estas opiniões, metade dos estudantes não se consideravam tímidos para colocar perguntas. Uma percentagem relevante dos estudantes de ambas as turmas pensava que o “domínio da matéria” (59% e 72%) e a “frequência as aulas” (76% e 64%) não os podia dispensar de formular perguntas.

Na Tabela 5.11 mostramos também a importância que os estudantes dão ao acto de formular perguntas.

**Tabela 5.11** É importante formular perguntas porque: (2º Estudo)

Afirmações	Turma 1	Turma 2
• Desenvolve o raciocínio.	30%	23%
• Ajuda a encontrar as respostas.	19%	31%
• Facilita a aprendizagem.	49%	45%
• É apenas um bom exercício para a mente.	2%	0
• Não acho importante formular questões.	0	0
• Outras	0	1%

Os estudantes de ambas as turmas consideraram que era importante formular perguntas porque “facilitava a aprendizagem”. A diferença mais relevante entre estas duas turmas está na ênfase que os estudantes deram à importância das perguntas como “*ajuda a encontrar as respostas*”. Os estudantes da turma 2 tinham esta visão parcial do acto de perguntar (31%), enquanto que na turma 1, apenas 13% consideravam que perguntar era simplesmente para encontrar respostas. No geral, a turma 1, por estar mais envolvida no projecto <Q/Q>, teve uma melhor percepção sobre o acto de perguntar do que a turma 2.

No sentido de compreender melhor os motivos que os levaram a não enviar perguntas, incluímos também a seguinte questão: “Se **não** participou, colocando perguntas nos formatos sugeridos no projecto “*Questões em Química*”, apresente pelo menos uma razão para a sua opção”.

As principais justificações foram as seguintes: *i)* não ter nenhuma necessidade ou dúvida, *ii)* não saber que tipo de pergunta formular, *iii)* ser passivo, *iv)* não ter tempo, *vi)* não ter estudado e *viii)* procurar outros meios ou fontes para responder às perguntas ou dúvidas.

Em seguida apresentamos alguns exemplos:

- “Ainda não me ocorreu nenhuma dúvida que não resolvesse a pergunta aos professores. Mas muitas vezes quase participo.”
- “Acho que um pouco por comodidade e pela dificuldade de encontrar uma pergunta concreta que desse resposta às minhas dúvidas.”
- “As dúvidas que eu tinha podem ser aprendidas perguntando aos colegas.
- “Não coloquei perguntas porque preferi tirá-las directamente com o professor já que muitas vezes surgem outras questões durante o esclarecimento das minhas dúvidas.
- “Não participei essencialmente por falta de tempo, embora concorde que é uma boa maneira de expor as dúvidas individualmente.”
- “Não me ocorreu nenhuma pergunta de grande interesse.”

- “Não tinha nenhuma questão que fosse pertinente e nunca me lembrei de nenhuma questão para colocar.”
- “Os motivos foram a falta de estudo e conhecimento; neste momento que já estudei até fazia.”
- “Não participei no projecto, não pelo facto de ser benéfico para os alunos, mas porque prefiro esclarecer as minhas dúvidas ou pessoalmente, ou com colegas, ou pela bibliografia e não por computador, pois a resposta não me é dada na hora. Logo fico com a dúvida pendente.”

O grau de satisfação dos participantes, no que diz respeito ao modo como as respostas eram providenciadas, foi também considerado, como se pode ver na Tabela 5.12.

**Tabela 5.12** Sobre as perguntas e as respostas. 2º Estudo (2001/2002)

Afirmações	Percentagem	Turma 1			Turma 2		
		D	SO	C	D	SO	C
• Estou satisfeito com as respostas que recebi por escrito às minhas perguntas.		3	65	32	9	82	9
• Nunca recebi resposta às minhas perguntas.		42	53	5	13	77	10
• Senti que as minhas perguntas eram respondidas no decorrer das aulas.		8	46	46	7	69	24
• Li sempre as páginas do Atkins indicadas pelo professor nas suas respostas		31	54	15	-	-	-

**D** = Discordo, **SO** = Sem Opinião, **C** = Concordo

Verificamos que 32% dos estudantes da turma 1 estavam satisfeitos com as respostas que receberam e apenas 5% diziam não ter recebido as respostas às suas perguntas. Quase metade (46%) dos estudantes da turma 1 sentiu que as suas perguntas eram respondidas no decorrer das aulas. Note-se que 50% dos estudantes da turma 1 não enviaram perguntas, podendo ser uma explicação para o facto de 65% não terem opinião sobre o primeiro item da Tabela 5.12. Também o número de perguntas enviadas pelos estudantes da turma 2 (N=24) pode explicar a percentagem elevada da escolha das alternativas “sem opinião”. Como o professor da turma 1 foi o único a utilizar a estratégia de indicar as páginas do livro nas respostas enviadas aos estudantes, só estes puderam pronunciar-se e, mesmo assim, verificou-se uma percentagem muito baixa (15%) dos que afirmaram ter lido as páginas indicadas.

## 5.6 – Análise das Entrevistas (2001/2002)

Outra importante fonte de informação foram as entrevistas semi-estruturadas feitas aos estudantes no final do segundo estudo (2001/2002). Seleccionamos 10 estudantes, de

modo a que 5 deles pertencessem ao grupo dos que enviaram perguntas e os outros 5 fizessem parte dos que nunca enviaram perguntas. Sete entrevistados são da turma 1 e três são da turma 2.

Dentre os estudantes que enviaram perguntas, os critérios de selecção utilizados foram os seguintes: *i)* o número e a qualidade das perguntas; *ii)* as classificações obtidas em Química II; *iii)* o género.

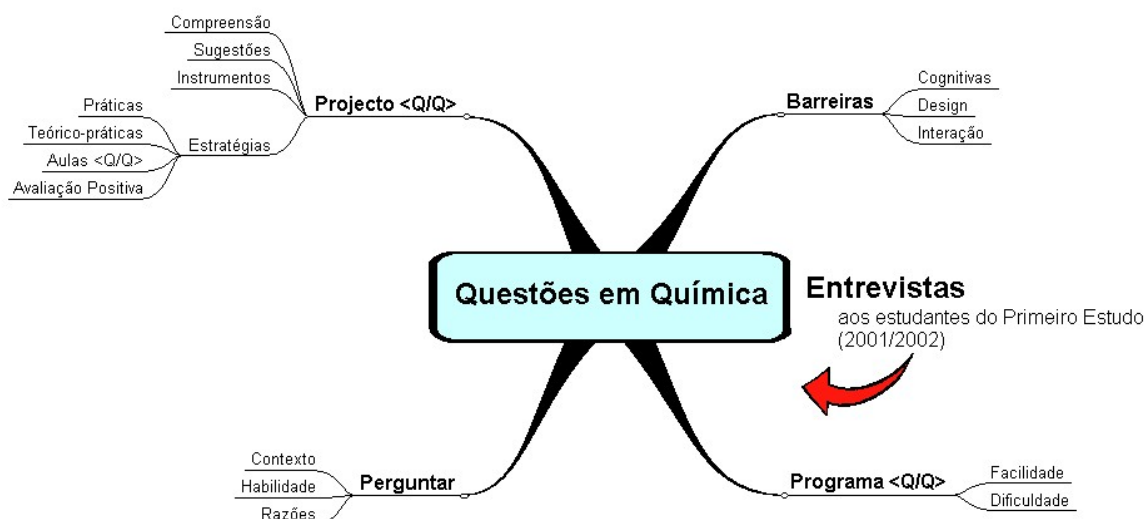
Os estudantes do grupo que não enviou perguntas foram seleccionados tendo em conta: *i)* o acesso ao programa <Q/Q>, nomeadamente o comportamento “lurker”; *ii)* as classificações obtidas em Química II; *iii)* o género.

Os objectivos gerais destas entrevistas foram:

1. Obter feedback sobre o projecto <Q/Q> e compreender as razões para o facto de alguns deles não terem enviado perguntas.
2. Procurar compreender o “Comportamentos Específico” de alguns estudantes – Luckers.
3. Compreender quais as “barreiras” ainda existentes no uso do computador.
4. Obter sugestões sobre como melhorar os instrumentos e estratégias do projecto <Q/Q>.
5. Entender como é que os estudantes percebem o “acto de perguntar”

Elaboramos um guião para a entrevista, com algumas perguntas diferentes para os dois grupos de estudantes. O guião está dividido em quatro partes: *i)* legitimação, *ii)* o projecto <Q/Q>, *iii)* os aspectos tecnológicos e *iv)* finalização. No Apêndice 5.4, apresentamos o guião da entrevista com todas as perguntas que o compõem.

Para a análise do conteúdo destas entrevistas utilizamos o software de análise qualitativa Nudist na sua 6ª versão (Richards & Richards, 2002). Para isso criamos um conjunto de categorias e subcategorias que apresentamos na Figura 5.14. As quatro principais categorias utilizadas foram: *perguntar*, *projecto <Q/Q>*, *barreiras* e *programa <Q/Q>*.



**Figura 5.14** Categorias de análise para as entrevistas dos estudantes do 2º Estudo

Tal como no estudo piloto, as definições destas categorias estão relacionadas com os vários tópicos abordados nas entrevistas e as subcategorias com os tipos de “respostas” dadas pelos estudantes sobre cada um dos itens. No entanto, neste estudo existem subcategorias diferentes das do estudo piloto. Na Tabela 5.13, apresentamos uma definição resumida de cada categoria, bem como alguns trechos das entrevistas que as evidenciam.

**Tabela 5.13** Definição resumida das categorias de análises. 2º Estudo (2001/2002)

Categoria de Análise	Definição resumida da Categoria	Algumas evidências da categoria
<b>Perguntar</b>	Opiniões sobre o acto de perguntar em relação aos contextos, as habilidades e razões para enviar e/ou não enviar perguntas.	<p><b>André:</b> Eu acho que é mais nas práticas e também um bocado nas teóricas. Nas teórico-práticas já nem tanto, porque é mais relacionado com exercícios...</p> <p><b>Sofia:</b> É como já lhe disse nas outras vezes. Fui outra vez ver assim as perguntas e as respostas, mas geralmente as perguntas são sempre os trabalhos práticos. Geralmente, e portanto, matéria mesmo ainda não terá havido problemas, trabalho para estudar para os testes.</p> <p><b>Giselle:</b> Estou. Estou bastante satisfeita, porque o Professor tem uma... uma... tem uma forma de dar resposta que eu acho engraçada, porque ele... ele responde mas ao mesmo tempo dá-nos páginas de um livro para a gente ler. Que eu acho que é importante... eu acho que é importante para... para incutir aos alunos a... a necessidade de ir à procura, de não ser tudo fácil... “Pronto, está aqui a resposta, acabou!”.</p> <p><b>Linda:</b> Para aprenderem mais e tirar as dúvidas que têm. É isso.</p> <p><b>Ana Rita:</b> Para nós tirarmos as nossas dúvidas. Para aumentarmos o nosso conhecimento e também para os professores é bom verem que os alunos estão interessados.</p>
<b>Programa &lt;Q/Q&gt;</b>	Considera os conhecimentos e habilidades dos estudantes para usar os computadores e o programa <Q/Q>.	<p><b>André:</b> Acho que... pronto... está simples, está acessível... acho que... pronto... não tive grande dificuldade... no meu ver acho que não modificava.</p> <p><b>Giselle:</b> Fácil... muito acessível... muito acessível... muito acessível, eu acho. Só tem uma coisa lá que às vezes eu não sei para quê que é o quê... quando aparece aquela coisinha como uma data de escolha...</p> <p><b>Sofia:</b> Não, é muito simples. Aquilo é muito simples, acho que é muito simples, directa e muito bem feito.</p>

<p><b>Barreiras</b></p>	<p>Considera algumas barreiras para o envio, formulação de perguntas e/ou o envolvimento no projecto.</p>	<p><b>Giselle:</b> Mas eu acho que... eu por exemplo, às vezes tenho uma certa dificuldade quando vou fazer as perguntas... talvez porque seja uma pessoa que estou habituada a falar demais da conta... então às vezes quero explicar e não sai, e tento não ser enfadonha a fazer uma pergunta... explicar o meu ponto de vista e depois então fazer a pergunta para que quem for responder à pergunta entender o que é que eu estou pensando e ver onde é que eu estou errada, entendeu?...</p> <p><b>Ricardo:</b> Só que nós às vezes andamos um bocado ao contrário da maré. Às vezes temos a tendência para planear o que vamos fazer. Mas, não tenho assim uma razão específica, mas isto porque, porque nunca senti necessidade.</p> <p><b>Pedro:</b> Ajudou! Por acaso ajudou, mas... pronto, eu li aquilo no próprio dia e no dia seguinte fui experimentar com a password, mas tinha aquele erro, não consegui ter acesso.</p> <p><b>Ana Rita:</b> Não me sinto à vontade. Não é que... às vezes até acho que a pergunta pode ser absurda... mas prefiro fazer pessoalmente. Embora... até às vezes possa ser mau, porque... talvez possam existir alunos com a mesma dúvida que eu e que depois não vão fazer a pergunta ao professor e não ficam esclarecidos. Mas..., para o ano... se eu tivesse a disciplina para o ano? Não sei, se calhar até ia utilizar. Se calhar, agora pensando melhor...</p>
<p><b>Projecto &lt;Q/Q&gt;</b></p>	<p>Inclui-se a compreensão dos instrumentos, as estratégias e as sugestões ao projecto &lt;Q/Q&gt;</p>	<p><b>Sofia:</b> Acho que foi o Professor que disse na aula que iríamos começar esse projecto porque já havia uma turma que tinha sido piloto no semestre passado. Penso que foi numa aula.</p> <p><b>Giselle:</b> Eu entender, entendi, mas comecei só a tomar consciência do que implicava, mais tarde. Eu comecei a entender... quer dizer... vai ver eu não entendi totalmente, porque aquela parte... o Professor falou uma vez na aula...</p> <p><b>Ricardo:</b> Sim, sim. Também recebemos o manual. E ... dá sempre jeito antes de fazer uma questão.</p> <p><b>Sofia:</b> Eu entendi, não sabia era que tinha que dava para a gente... que era tão interactivo que dava mesmo para falar com o professor, para ele responder, para falar com os colegas. Acho que isso está muito bem feito.</p>



	<p><b>André:</b> Eu acho que todo... pronto... dava para fazer perguntas... pronto... acho que se calhar o mais fácil de fazer era através da caixa, porque é simples é apenas pegar no papel e escrever. Ou também através de casa do computador... acho que aí... também... quando uma pessoa está em casa, por exemplo está a fazer qualquer coisa, tem uma pequena dúvida, vai à Internet e escreve num instante. Mas também acho que o computador... Por acaso tive uma pequena curiosidade de ver como que aquilo é, como é que funcionava...</p> <p><b>Giselle:</b> É isso... eu acho que... a caixa... que as pessoas não simpatizam, porque eu vejo ela muitas vezes vazia... o computador acho bastante interessante, embora a caixa também tenha a sua particularidade, porque podemos fazer as figuras que não conseguimos fazer no computador... (rindo...)</p> <p><b>Joana:</b> Foi uma novidade [as aulas Práticas]... eu senti mais... mais diferenças foi nas aulas TPs... teórico-práticas.</p> <p><b>Pedro:</b>... Nós é que tínhamos que desenvolver o nosso próprio protocolo (aulas práticas)... quer dizer, às vezes, podíamos estar com ideias, chegar aqui, quer toda a gente diferente... quer dizer, não é nada disto, acho que a experiência não vai dar nada, tenho que alterar!</p> <p><b>Ricardo:</b> As aulas de Química, práticas, tem-se um bocado mais que uma pessoa dá por si. Pelo seu próprio querer no local. Uma fórmula... Um crescimento progressivo. Pelo menos, em relação à química que tivemos no secundário.</p> <p><b>Ana Rita:</b> Se calhar até... acho que sim. Acho que estimulava bastante os alunos (a avaliação positiva).</p>
--	--

### A categoria “Perguntar”

Na categorias “perguntar”, estávamos interessados em compreender qual o “contexto” mais favorável às perguntas (por exemplo, nas aulas ou ao estudar em casa), se os estudantes demonstravam alguma “habilidade” em formular perguntas por escrito, se desistiram de enviar alguma pergunta e se as perguntas foram exclusivamente do estudante que as enviou. Também estávamos interessados em saber as “razões” para terem ou não formulado perguntas. Na Tabela 5.13, apresentamos o número de estudantes que emitiram alguma opinião sobre as três subcategorias citadas.

**Tabela 5.13** Estudantes que opinaram sobre a categoria “perguntar”

Estudantes	Contexto	Habilidade	Razões
Enviaram perguntas	4	5	5
Não enviaram perguntas	2	2	5

Dos 6 estudantes que emitiram alguma opinião sobre a subcategoria “contexto”, 4 enviaram e 2 não enviaram perguntas. Eles responderam, na maioria (N=4), que foi nas aulas práticas que lhes surgiram mais perguntas. No primeiro estudo, pelo contrário, afirmaram ter sido ao estudarem sozinhos. Estas opiniões reforçam a ideia de que as modificações das aulas práticas, feitas durante este estudo, favoreceram e estimularam as perguntas.

Todos os estudantes que enviaram perguntas mostraram-se satisfeitos com as respostas obtidas por escrito ou dadas oralmente pelo professor. Alguns perceberam a intenção do professor ao remetê-los para as páginas do livro para completar as respostas escritas. Uma estudante que não enviou perguntas, mas que leu as perguntas e as respostas disponibilizadas no programa <Q/Q> (“Lurker”), teve a mesma opinião. A satisfação com as respostas e estratégias do professor contribuiu, certamente, para melhorar a habilidade em formular as perguntas seguintes.

Em relação à razão ou à importância do acto de perguntar, a opinião da maioria dos estudantes argumentou dois pontos: *i)* para obter respostas ou tirar dúvidas e *ii)* para aprender. Contudo, alguns estudantes apontaram outras razões, nomeadamente: estímulo ao estudo, organização do raciocínio, e aprender a estudar. Citamos alguns exemplos:

**Ricardo:** Sim... Eu penso que é uma forma ... Temos que ter o cuidado na forma como colocamos as questões. Porque... O que posso dizer? Para mim é uma questão de aprendizagem. Colocar questões é uma questão de aprendizagem. Nós próprios aprendemos, aprender a colocar questões. Porque muitas vezes nós não conseguimos... é uma forma como nós organizarmos o nosso raciocínio.

**Pedro:** Hmm... Primeiro, ajuda o estímulo do estudo. Porque... portanto, nós ao fazermos perguntas, estamos... quer dizer que estamos a perceber! Pelo menos, é a minha ideia... E... pronto, eu acho que é mais por causa disto.

**Giselle:** ... eu por acaso gostei e foi a partir daí que comecei a pensar mais na ideia. Que o interesse de nós... de o... das questões em Química também era nós aprendermos a estudar, questionando!

### A Categoria “Programa <Q/Q>”

Sobre os aspectos tecnológicos, tais como a habilidade em lidar com o computador e o uso do programa <Q/Q>, questionamos sobre as suas facilidades e dificuldades. Na Tabela 5.14, apresentamos o número de estudantes que em algum momento da entrevista falaram das suas facilidades e dificuldades com o programa <Q/Q>.

**Tabela 5.14** Estudantes que opinaram na categoria “Programa <Q/Q>”

Estudantes	Facilidade	Dificuldade
Enviaram perguntas	5	0
Não enviaram perguntas	5	0

Todos os estudantes, tanto os que enviaram como os que não enviaram perguntas, disseram que não tinham dificuldade em utilizar o computador e enviar perguntas pelo programa <Q/Q>. Apenas uma estudante disse que tentou usar o programa <Q/Q> para interagir com uma colega, mas não obteve feedback:

**Giselle:**... e eu uma vez mandei para umas amigas minhas... “Olá, é só para mandar um beijinho... e tal...”... mas elas... acho que nem sequer viram... (rindo...)... eu ainda disse: “Olha mas eu...” Há! Que engraçado... e não sei quê...”. Mas acho não foram sequer ver, porque... não têm facilidade...

## A Categoria “Barreiras”

Com estas entrevistas também pretendíamos compreender quais as barreiras que impediram as perguntas e o envolvimento mais activo dos estudantes. Estas barreiras são apresentadas na Tabela 5.15.

**Tabela 5.15** Estudantes que opinaram na categoria “Barreiras”

Estudantes	Cognitivas	Design	Interacção
Enviaram perguntas	1	1	1
Não enviaram perguntas	1	5	1

As barreiras “**cognitivas**” são aquelas em que os estudantes alegam dificuldades tanto em perceber o que não sabem para então perguntar, como ao nível da formulação escrita da pergunta. Dos dois estudantes que expressaram ter sentido dificuldade a estes níveis, um afirmou que não sabia compor a pergunta de forma objectiva e sintética e o outro que não tinha sentido necessidade.

Na subcategoria “**design**” consideramos as barreiras causadas pelas estratégias ou instrumentos utilizados no projecto <Q/Q>, pelo desenho da disciplina ou do curso. A maioria dos entrevistados que não enviou perguntas teve problemas com a palavra passe de acesso ao programa <Q/Q>, deixando de tentar ou procurar ajuda. Apenas um deles falou da avaliação positiva como um factor inibidor à participação no projecto:

**Ricardo:** Eu penso que eu senti um efeito contrário daquele suposto ser. Eu penso que quando o professor, quando foi dito que Questões em Química ia ser avaliado positivamente senti precisamente o contrário. Em vez de me dar vontade de participar deu vontade... Senti um bocado, inibi um bocado.

Apenas uma das entrevistadas, que enviou perguntas, descreveu uma dificuldade em enviar as perguntas que necessitassem de algum desenho gráfico pelo programa <Q/Q>:

**Giselle:** ... o computador talvez fosse mais fácil. Só que tem um problema... ainda agora, as minhas questões, por exemplo, para a aula de hoje... eu pus na caixa. Porquê? Porque eu queria fazer um desenho lá, дума... дума molécula para explicar uma parte que eu tinha dúvidas e o computador ou não dava ou eu não consigo... (rindo...)

Um terceiro tipo de barreira pode ocorrer se as “interacções” entre o professor e os estudantes e entre os próprios estudantes tiverem exercido algum impedimento no envio de perguntas ou no envolvimento mais activo no projecto. Apenas dois estudantes expressaram alguma dificuldade com alguma origem na dificuldade de interacções. Um estudante afirmou ser tímido e o outro que prefere fazer perguntas pessoalmente ao professor. No geral, as interacções são um estímulo à formulação de perguntas escritas, havendo por parte dos estudantes um constrangimento em exporem perguntas orais perante os colegas.

### A Categoria “Projecto <Q/Q>”

Na categoria Projecto <Q/Q>, destacamos quatro subcategorias de análise: compreensão, instrumentos, estratégias e sugestões. Na Tabela 5.15, apresentamos o número de estudantes que emitiram alguma opinião sobre as subcategorias citadas.

**Tabela 5.15** Estudantes que opinaram sobre a categoria “projecto <Q/Q>”

Estudantes	Compreensão	Instrumentos	Estratégias	Sugestões
Enviaram perguntas	5	5	5	3
Não enviaram perguntas	5	3	5	2

Na subcategoria “compreensão” consideramos as opiniões sobre o modo como compreenderam o projecto “Questões em Química” no seu início e como esse entendimento foi evoluindo ao longo do semestre. Para isso, começamos por perguntar como contactaram com o projecto <Q/Q> e se tinham recebido o manual e a palavra passe de acesso ao programa <Q/Q>. Todos os entrevistados compreenderam as explicações dadas sobre o projecto <Q/Q>. Apenas um disse que não tinha lido o manual sobre o programa <Q/Q>, e um outro não tinha inicialmente compreendido uma das instruções, tendo depois resolvido a dificuldade pelo recurso ao manual:

**Giselle:** Não... não fiquei com dúvidas... eu só tive dúvidas foi numa... numa... numa parte que era... na parte que fazia... “como pôr as perguntas”... eu andei lá um pouco atarantada, depois é que fui ler o manual e lá... descobri. Fazer perguntas... não era na... não era fazer perguntas era mandar mensagens.

Globalmente, podemos concluir que a maioria compreendeu os objectivos do projecto e que o grau de compreensão foi evoluindo ao longo do semestre.

Em relação aos demais instrumentos utilizados no projecto, quisemos saber quais os instrumentos que mais tinham contribuído para que os estudantes se sentissem à vontade para formular perguntas. Entre os que enviaram perguntas, dois disseram que foi o programa <Q/Q>, dois que foi a Caixa <Q/Q> e o quinto considerou que ambos os instrumentos estavam em pé de igualdade. Entre os entrevistados que não enviaram perguntas, um “simpatiza” mais com a caixa e os outros dois disseram que se teriam sentido à vontade com os computadores, caso tivessem enviado perguntas.

Em relação ao estudo piloto, neste estudo houve várias estratégias diferentes. Na Tabela 5.16, apresentamos o número de estudantes que opinaram sobre as estratégias aplicadas nas aulas teórico-práticas, práticas, e sobre a avaliação positiva e aulas <Q/Q>.

**Tabela 5.16** Estudantes que opinaram na subcategoria “Estratégias”

Estudantes	Teórico-práticas	Práticas	Aulas <Q/Q>	Avaliação positiva
Enviaram perguntas	4	3	1	2
Não enviaram perguntas	4	5	1	2

Os entrevistados que emitiram alguma opinião sobre as **aulas teórico-práticas**, sentiram a diferença das aulas teórico-práticas do primeiro para o segundo semestre. Como foi dito anteriormente estas aulas passaram da resolução de exercícios para a resolução de problemas através de “casos para estudo”. Os entrevistados não compreenderam os objectivos da mudança e sentiram alguma dificuldade em acompanhar a nova estratégia. Alguns disseram que deveria existir a resolução de um maior número de exercícios como preparação para os testes.

**Ana Rita:** ... O exercício faz-se desta maneira... Vamos fazer! E assim, era uma maneira de fazermos os exercícios mais depressa e fazermos mais exercícios.

Apesar do cuidado do professor em fornecer a resolução escrita de todos os exercícios e dedicar algum tempo para tirar dúvidas sobre estas resoluções, os entrevistados acham que mesmo assim a melhor estratégia seria estarem passivos a copiar a resolução de exercícios, como tradicionalmente ocorre:

**Sofia:** Sim, fazer exercícios. Muitos exercícios. Nem que a gente tivesse lá só a passar. Temos os exercícios feitos, pois sabemos o que nos espera no teste. Muito melhor do que ...

Em relação às **aulas práticas**, em geral as entrevistas confirmam os resultados dos questionários que mostram que o facto dos protocolos de Química serem menos detalhados e prescritivos os estimulou a formularem perguntas e a serem mais activos nas aulas práticas:

**André:** Vejo. Porque aqui a Química nós é que temos que fazer... temos que pensar em como é que vamos proceder e vamos ter que pensar, nessas coisas todas, e o que é que poderá acontecer e tal. Enquanto... por exemplo em Mecânica, em Mecânica... pronto já temos o procedimento feito, só temos é que ver os resultados e dizer: "Aconteceu isso!". Enquanto aqui em Química... pronto também temos que apresentar os resultados e dizer que aconteceu aquilo, mas também temos que pensar "Para acontecer isso, o que é que temos que fazer?"...

Os entrevistados afirmam que recorreram a outros meios para obter as informações que necessitavam para fazer as práticas, tais como: biblioteca, Internet e outros colegas:

**Linda:** Quer dizer, estimula um pouco à pesquisa, e normalmente nós achamos tudo na biblioteca... é um pouco indiferente ter ou não... nós normalmente encontramos.

**Ana Rita:** Acho que estimulou os alunos a irem procurar. À Internet...ou... outros alunos de anos anteriores, ou a ir à biblioteca e procurar... estimula.

O "Material disponível" para a aula prática constituiu uma fonte de informação que os estudantes utilizaram para resolver o problema. Por exemplo, na pergunta:

"Neste 1º trabalho realizado nos laboratórios (escala de pH) porque nos são fornecidas 4 soluções indicadoras quando ao olharmos para as tabelas fornecidas verificamos que apenas eram necessárias duas soluções indicadoras? (agradeço confidencialidade) "

O estudante questiona a razão pela qual existia um maior número de indicadores do que aquele que ele realmente utilizou. O facto de existir material disponível além do necessário constituía um desafio quanto a selecção a efectuar e, ao mesmo tempo, uma fonte de informação sobre a experiência.

Sobre as estratégias das **aulas <Q/Q>**, apenas 2 entrevistados emitiram alguma opinião: um gostou da aula e enviou perguntas apesar da dificuldade em ler o texto em inglês

sobre o assunto da aula <Q/Q>, o outro disse que leu o texto indicado pelo professor e outros textos, embora não tenha enviado perguntas.

**Giselle:**... Adora investigar, abrir os livros e pegá-los e num... e gosto dessa parte também, só tenho porém... o meu Inglês não é muito bom... (rindo...) e quando eu tenho que ir ao livro... (rindo...) eu para ler a página do Ozono fiquei... umas duas ou três horas... (rindo...) com o dicionário ao lado e lê e lê e lê...

**Sofia:** Não foi só do Atkins, até fui buscar outros livros....

Outra estratégia sobre a qual alguns estudantes emitiram opiniões foi a **avaliação positiva**. Dos 4 entrevistados que opinaram, dois disseram que a avaliação positiva foi um estímulo para formular perguntas, embora um deles tenha dito que seria maior se os estudantes soubessem de quantos valores poderiam beneficiar. Os outros dois entrevistados tiveram uma visão negativa desta estratégia e um deles afirmou que no seu caso tinha funcionado ao contrário, inibindo sua participação.

Finalmente, perguntamos aos entrevistados quais as **sugestões** para a melhoria do projecto Questões em Química. Três entrevistados, que enviaram perguntas, disseram que poderia melhorar se tudo no programa estivessem em português, e houvesse mais computadores e, na opinião do Micael, o projecto poderia melhorar na rapidez das respostas: *“A resposta havia de ser... acho que havia de ser mais rápido... mas também é um bocado impossível.”* Os outros dois entrevistados que não enviaram perguntas, sugeriram que o projecto <Q/Q> poderia ser muito útil se estendido a outras disciplinas:

**Ricardo:** É uma questão bastante difícil. É penso que poderia cada vez mais o nível poderia abranger, abranger o projecto ao nível. Transformar, por exemplo, questões em química, porque não questões em física, e questões em....(risos) etc...Acho que poderia abranger o projecto, já que é uma forma de contacto... Num projecto mais abrangente. Mesmo da Universidade de outras disciplinas.

**Sofia:** À outras disciplinas, a mim dava-me mais jeito. Exemplo a Física, dava jeito. Agora a Química não tenho usado muito, mas que é uma coisa muito boa é.

Em síntese, os resultados do segundo estudo (2001/2002) indicam que o projecto “Questões em Química” contribuiu, de modo geral, para uma melhor qualidade na disciplina de Química II. A melhoria da qualidade pode ser observada através da utilização de novos instrumentos e estratégias e do envolvimento activo dos estudantes neles. Estas estratégias e instrumentos incentivaram os estudantes a formularem



perguntas escritas em vários contextos, nomeadamente, pela leitura de um texto científico, pela resolução de problemas, e pela investigação experimental.

Os instrumentos de estímulo às perguntas dos estudantes, sem as estratégias que as suportem, não surtem os efeitos desejados. Este facto tornou-se mais claro ao comparar o número de perguntas da turma 1 com o da turma 2. No geral, a qualidade das perguntas aumentou ao longo deste estudo, embora a sua quantidade tenha diminuído.

Globalmente, as perguntas formuladas pelos estudantes mostraram:

- Ser uma ferramenta de grande utilidade para o ensino e aprendizagem de Química
- Ser úteis na promoção da interacção entre o professor e os estudantes e dos estudantes entre si.
- Ser um indicador de aprendizagem activa.
- Ter influência positiva nas aulas do professor. Por exemplo, quase metade dos estudantes (46%) afirmou que sentiram que as suas perguntas foram respondidas nas aulas.



## **CAPÍTULO 6 - CONSOLIDAÇÃO E APROFUNDAMENTO DAS ESTRATÉGIAS (3º ESTUDO)**

“The type of tasks that teachers set and the level of thinking required of students influence the kinds of questions that students ask, and thus how active their minds will be” (Chin, 2004b, p.111)



## 6.1 – Introdução

O Terceiro estudo (2002/2003) desta investigação consistiu num aprofundamento de alguns dos aspectos apontados pela análise dos estudos anteriores e pela literatura da especialidade, em particular as dificuldades dos estudantes na aprendizagem de alguns conceitos da Termodinâmica Química. Por este facto, para além dos instrumentos e estratégias usados nos estudos anteriores utilizamos outras fontes de informação sobre as dificuldades dos estudantes em Termoquímica.

Os instrumentos utilizados para o incentivo e recolha das perguntas foram os mesmos do segundo estudo: a caixa <Q/Q> e o programa <Q/Q>. Os estudantes receberam palavra-passe para terem acesso ao programa <Q/Q> e dois tipos de desdobráveis, um com as explicações fundamentais para participarem mais efectivamente no projecto <Q/Q> e outro com as perguntas mais frequentes sobre a disciplina de Química (Apêndice 6.1). A estrutura curricular da disciplina foi a mesma dos estudos anteriores.

Tal como nos estudos anteriores, um pequeno período de tempo foi usado para explicar o projecto, apresentar o uso das ferramentas e descrever de que maneira as perguntas formuladas seriam consideradas no sistema de avaliação.

### 6.1.1 - Caracterização da Amostra

O terceiro estudo foi desenvolvido durante o ano lectivo 2002/2003 na Universidade de Aveiro com duas turmas no primeiro semestre, e uma no segundo semestre. O número de estudantes envolvidos em cada semestre foi o seguinte:

- No 1º semestre, 200 estudantes a frequentar a disciplina de Química I.
- No 2º semestre, 100 estudantes em Química II (apenas uma turma).

Dentre os diversos grupos que desenvolveram os mini-projectos no segundo semestre, acompanhamos um pequeno grupo de 3 estudantes que desenvolveu o tema “A termoquímica do estar-em-forma.”

O perfil das duas turmas que participaram deste terceiro estudo foi obtido através de um questionário aplicado no primeiro semestre. Mais adiante discutiremos outros aspectos deste questionário, nomeadamente, as “situações-problema” em termoquímica.

Tal como nos estudos anteriores, os estudantes desta amostra tinham a idade média de 19 anos, tinham ingressado pela primeira vez na universidade (91%), e 59% eram do género feminino.

Mais da metade dos estudantes da turma 1 (56%), frequentava os cursos de “Engenharia Química” e “Bioquímica e Química Alimentar”. Na turma 2, 64% estavam inscritos nos cursos de “Engenharia do Ambiente” e “Ensino de Física e Química”.

### 6.1.2 – Descrição da Experiência

Muitas das estratégias utilizadas para estimular questões e usadas no segundo estudo e no estudo piloto foram sendo melhoradas e aplicadas no terceiro estudo pelo professor coordenador da disciplina de Química e professor da turma 1. Para além das aulas teóricas, teórico-práticas e práticas, os estudantes também tiveram as aulas Conferência, aulas Suplementares e as aulas <Q/Q>. As principais estratégias utilizadas foram as seguintes:

- i) Dinamização das **aulas teóricas**, motivando os estudantes através de estratégias diversificadas e contextualização curricular.
- ii) Modificação das aulas **teórico-práticas**, centradas na resolução de “casos para estudo”;
- iii) Modificação das **aulas práticas**, centradas no questionamento e na autonomia dos estudantes;
- iv) **Aulas suplementares**, apoio para as dúvidas e as dificuldades dos estudantes.
- v) **Aulas “Questões em Química” <Q/Q>**, baseadas nas questões dos estudantes sobre um tema específico;
- vi) **Aulas conferência**, baseadas em temas de elevado interesse científico, tecnológico e social;
- vii) **Mini-projectos**, trabalhos sobre temas seleccionados pelos estudantes, de uma lista apresentado pelo professor visando incentivar o trabalho em grupo e proporcionar uma ideia do que é a investigação em Química.

As **aulas suplementares** foram aulas adicionais utilizadas pelo professor da turma 1 deste o primeiro estudo desta investigação. Tinha por objectivos apoiar os estudantes nas dúvidas e dificuldades, expressas ou não na forma de perguntas.

As **aulas conferência**, utilizadas também deste o estudo piloto, continuaram a ser realizadas com o propósito de incentivar a curiosidade, o questionamento e o envolvimento dos estudantes, usando temas motivadores. Os temas das aulas conferência do primeiro semestre (2002/2003) foram os seguintes: “Como desvendar a estrutura dos cristais? O difractograma de raios-X do DNA”, e “Como sondar a estrutura das moléculas? Métodos modernos de análise química”. No segundo semestre foram apresentados os seguintes temas: “Conversão Electroquímica da Energia”, “Síntese dos elementos Químicos” e “Reacções Oscilantes”.

As **aulas práticas** seguiram o mesmo formato do segundo estudo, apenas com algumas modificações pontuais. Por exemplo, o texto que solicitava a formulação de perguntas foi modificado para:

---

**<Questões em Química>**

---

Seguindo os conselhos dados sobre este assunto na secção *O Manual e o Caderno de Laboratório*, apresente as suas dúvidas sob a forma de perguntas ou questões, utilizando, para o efeito, os meios disponíveis na sala de aula prática (*Caixa de Questões ou Computador*). Não se esqueça da importância de que se reveste a sua participação no projecto <Q/Q>.

---

Nas **aulas teórico-práticas** utilizaram-se os casos para estudo. A seguir apresentamos, como exemplo, um dos casos para estudo.

---

**Caso para Estudo Nº 1**

---

*Considerar compostos binários com hidrogénio homólogos de CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O e HF. Por consulta do manual de dados, Book of Data, reunir os dados relevantes para o estudo comparativo e a análise das propriedades de tais compostos segundo as seguintes alíneas:*

- a) geometrias moleculares;*
  - b) fórmulas de estrutura de pares de electrões;*
  - c) momentos dipolares;*
  - d) energias de ligações;*
  - e) estados físicos, à pressão normal (1 atm) e à temperatura ambiente (298 K);*
  - f) pontos de ebulição normais.*
- 

As **aulas <Q/Q>** usadas no segundo estudo continuaram a ser utilizadas neste estudo. Como já foi explicado, estas aulas estavam baseadas nas perguntas formuladas pelos estudantes após a leitura de um determinado texto e enviadas por escrito através do

programa ou da caixa <Q/Q>. Houve pelo menos duas aulas <Q/Q> em cada semestre deste estudo, no entanto, apenas em duas delas houve um número relevante de perguntas.

Na Figura 6.1, mostramos quais foram as aulas <Q/Q> com maior número de perguntas, bem como todas as outras ocasiões em que houve perguntas neste terceiro estudo. Os dias de maior número de perguntas estiveram relacionados com as aulas <Q/Q>, aulas teóricas e os mini-projectos.

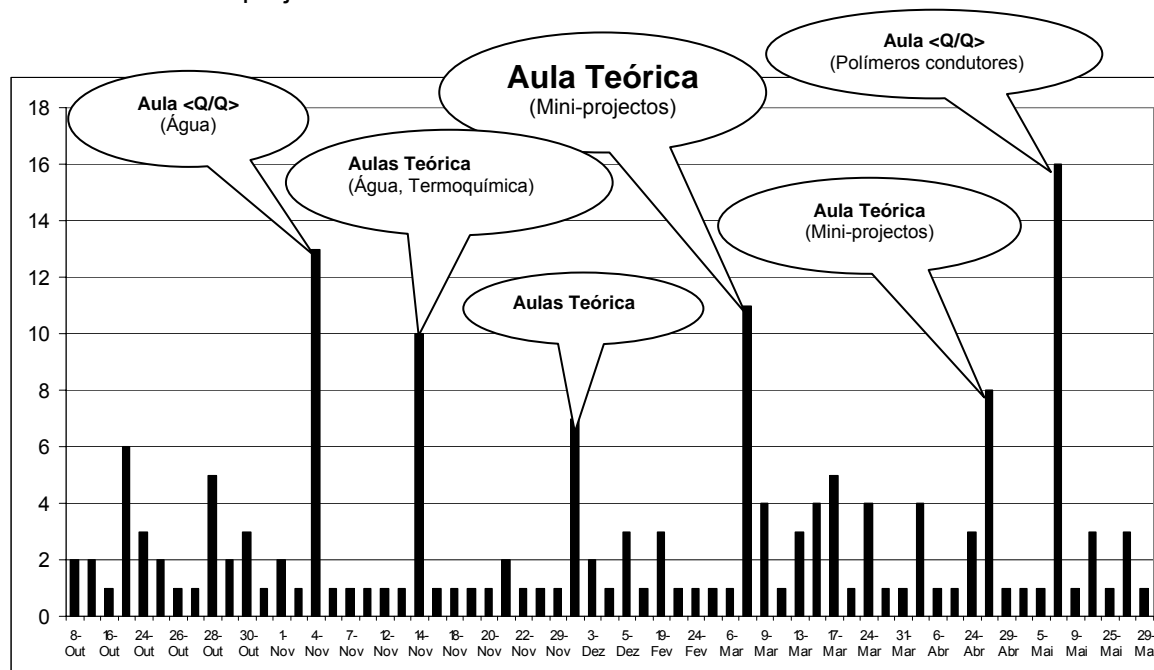


Figura 6.1 Distribuição das perguntas por dia no Terceiro Estudo

No início do segundo semestre (Química II) foi apresentado aos estudantes uma lista contendo temas para o desenvolvimento dos **mini-projectos**, tal como tinha acontecido no estudo piloto. Os temas sugeridos foram extraídos das secções de leituras complementares do livro de Jones & Atkins (1999), indicado pelo professor como livro de apoio para a disciplina. Dentre os vários temas, “A termoquímica do estar-em-forma” foi desenvolvido pelo grupo que acompanhamos durante o segundo semestre, e que analisaremos com maior pormenor mais adiante.

Em relação aos instrumentos usados para o envio das suas perguntas, a Tabela 6.1 mostra que os estudantes utilizaram igualmente a caixa e o programa <Q/Q>. De notar que o número de perguntas diminuiu proporcionalmente do primeiro para segundo semestre para ambos os instrumentos. Para que tenhamos em conta o número de perguntas que analisamos neste estudo, também apresentamos nesta tabela as



perguntas orais formuladas pelas estudantes que desenvolveram o tema “A termoquímica do estar-em-forma”, por ocasião das reuniões periódicas que tinham com o professor.

**Tabela 6.1** As perguntas por instrumento de recolha. Terceiro Estudo (2002/2003)

Instrumentos	1º Semestre (Química I)	2º Semestre (Química II)	Total
<b>Programa &lt;Q/Q&gt;</b>	41	34	75 (44%)
<b>Caixa &lt;Q/Q&gt;</b>	42	36	78 (46%)
<b>Oral</b>	0	17	17 (10%)
Total	83	87	170 (100%)

Este estudo, ao contrário do anterior em que 75% dos estudantes preferiram a caixa <Q/Q>, mostra uma preferência semelhante à dos estudantes do primeiro estudo (piloto), que utilizaram a caixa e o programa <Q/Q> com a mesma frequência.

De notar que do primeiro para o segundo semestre as turmas foram alteradas, tendo trocado 50% dos alunos de uma turma para a outra. Apesar disso, o nível de perguntas manteve-se elevado na turma 1, não tendo acontecido o mesmo na turma 2. Este facto leva-nos a inferir, mais uma vez, que as estratégias utilizadas pelo professor são, na verdade, o grande motor de estímulo às perguntas. Se estas forem valorizadas e genuinamente utilizadas nas aulas, os alunos correspondem positivamente.

## 6.2 - A Qualidade das Perguntas do Terceiro Estudo (2002/2003)

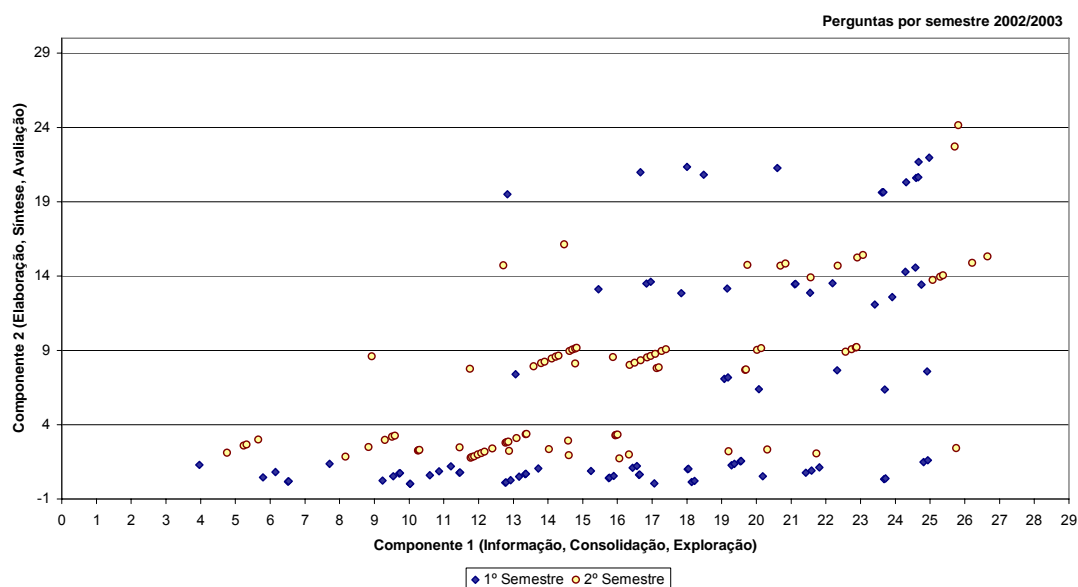
Para discutirmos a qualidade das perguntas formuladas nestes dois semestres utilizamos, tal como nos estudos anteriores, a taxonomia bipolar (Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias, & Watts, 2001). Na Tabela 6.2, apresentamos o número de perguntas de Confirmação e Transformação por semestre. A classificação de cada pergunta deste estudo pode ser consultada no Apêndice 6.2.

**Tabela 6.2** Classificação bipolar para as perguntas dos estudantes (2002/2003)

	1º Semestre (Química I)	2º Semestre (Química II)	Total
Confirmação	49	39	88 (52%)
Transformação	34 (41%)	48 (55%)	82 (48%)
Total	83	87	170 (100%)

As perguntas de Transformação aumentaram em 14% do primeiro para o segundo semestre; no entanto, a quantidade não diminuiu, como tinha acontecido nos estudos anteriores.

Para um discussão mais aprofundada da qualidade das perguntas nestes estudo podemos recorrer aos “indicadores de qualidade” definidos anteriormente. Na Figura 6.2, apresentamos as perguntas dos dois semestres distribuídas em relação aos “indicadores de qualidade” relativa.



**Figura 6.2** Qualidade relativa das perguntas dos estudantes (2002/2003)

Da leitura do gráfico podemos concluir que o número e a qualidade das perguntas é muito semelhante para ambos os semestres. No entanto, observamos que existe uma maior concentração de perguntas na parte superior da figura no 2º semestre. Apesar da diferença na qualidade das perguntas ser pequena, podemos inferir tanto pela taxonomia bipolar, como pelos indicadores de qualidade, que as perguntas foram melhorando de qualidade ao longo do ano lectivo.

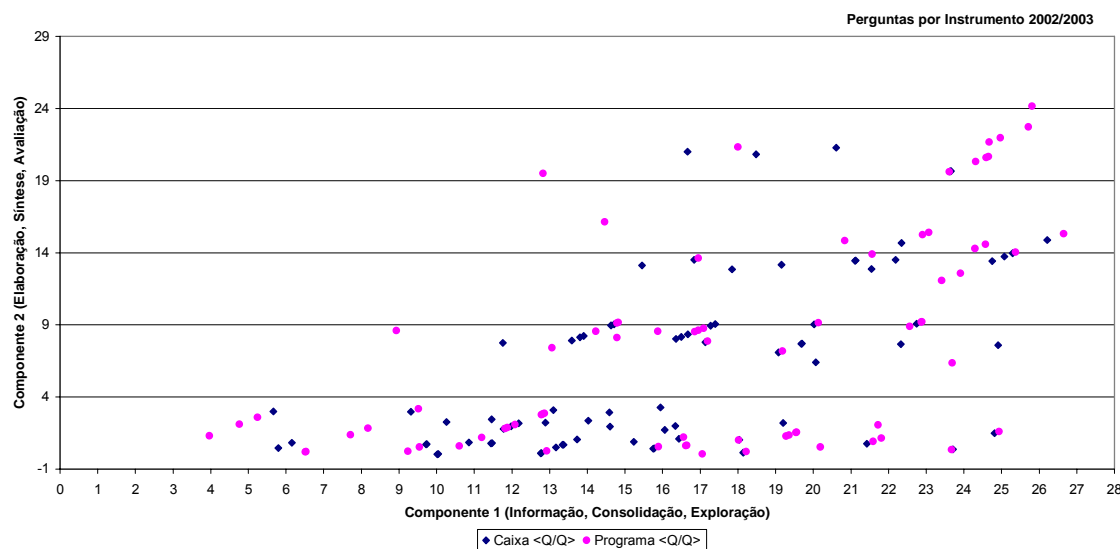
Como já afirmamos, os instrumentos para incentivo e recolha das perguntas escritas foram os mesmos dos estudos precedentes. Na Tabela 6.3, apresentamos a classificação bipolar para as perguntas em relação aos instrumentos.

**Tabela 6.3** Classificação bipolar para as perguntas por instrumento (2002/2003)

Instrumentos	1º Semestre (Química I)		2º Semestre (Química II)		Total
	Confirmação	Transformação	Confirmação	Transformação	
<b>Programa &lt;Q/Q&gt;</b>	25	16 (39%)	11	23 (68%)	75 (49%)
<b>Caixa &lt;Q/Q&gt;</b>	24	18 (43%)	16	20 (56%)	78 (51%)
<b>Total</b>	49	34	27	43	153 (100%)

Assim como foi verificado nos estudos anteriores, o número das perguntas enviadas pela Caixa e pelo Programa <Q/Q> é semelhante, aumentando o número de perguntas de Transformação em ambos os casos. No segundo semestre, o Programa <Q/Q> contribuiu com 68% de perguntas de Transformação e a Caixa <Q/Q> com 56%.

Recorrendo aos indicadores de qualidade, a Figura 6.3 mostra que não existe uma predominância clara na qualidade das perguntas em relação aos instrumentos.



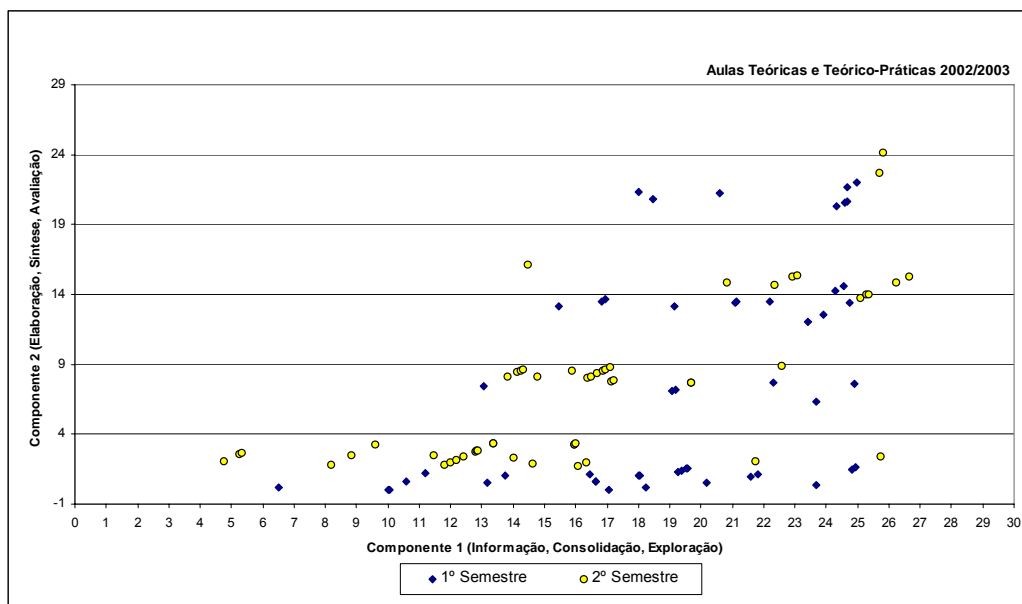
**Figura 6.3** Qualidade relativa das perguntas dos estudantes por instrumento (2002/2003)

Neste estudo também foram utilizadas diversas estratégias de estímulo às perguntas nas aulas teóricas, teórico-prática e práticas, e ainda nas aulas <Q/Q> e nos mini-projectos. Podemos discutir se a qualidade das perguntas está relacionada de alguma forma com o tipo de estratégias utilizadas e em que medida uma delas pode favorecer a qualidade mais elevada. Na Tabela 6.4, apresentamos a classificação das perguntas, distribuídas pelos diferentes tipos de aulas e actividades realizadas:

**Tabela 6.4** Classificação bipolar para as perguntas por tipo de aulas (2002/2003)

Tipo de Aula	Confirmação	Transformação	Total
Aulas: teóricas e teórico-prática	49	55	104 (61%)
Aula Prática	19	8	27 (16%)
Aula <Q/Q>	13	14	27 (16%)
Mini projectos	7	5	12 (7%)
Total	88 (52%)	82 (48%)	170 (100%)

O maior número de perguntas (104) está relacionado com as aulas teóricas e teórico-práticas. No 1º semestre, 52% destas perguntas foram perguntas de Transformação, sendo que esta percentagem se manteve no 2º semestre (51%). Isto significa que, perguntas relacionadas com as aulas teóricas e teórico-práticas não mudaram substancialmente de qualidade do primeiro para o segundo semestre. Este facto pode ser observado na Figura 6.4, onde apresentamos o posicionamento de qualidade das perguntas destas aulas nos dois semestres. Verifica-se que a distribuição para estes semestres é relativamente uniforme, não sendo possível estabelecer nenhuma diferença substancial entre ambas.



**Figura 6.4** Qualidade relativa das perguntas para as aulas Teóricas e Teórico-práticas

No caso das perguntas relacionadas com as aulas práticas, já é possível observar (ver Figura 6.5), no segundo semestre, um menor número de perguntas e verificar que estas estão, em média, numa posição de qualidade relativa mais elevada do que as perguntas

do primeiro semestre. Isto equivale a dizer que, das 5 perguntas do segundo semestre, 3 são perguntas de Transformação.

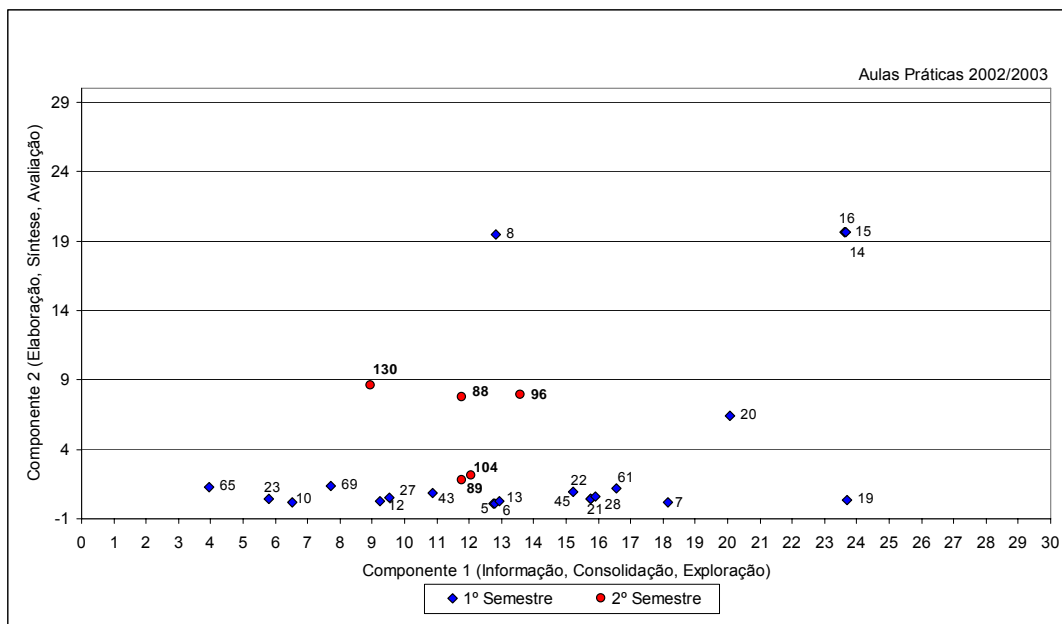


Figura 6.5 Qualidade relativa das perguntas para as aulas Práticas (2002/2003)

Neste estudo, houve apenas duas aulas <Q/Q>, uma no primeiro semestre sobre a “água” e outra, no segundo semestre, sobre “polímeros condutores”. Na Figura 6.6, apresentamos o posicionamento da qualidade relativa das perguntas para estas duas aulas <Q/Q>.

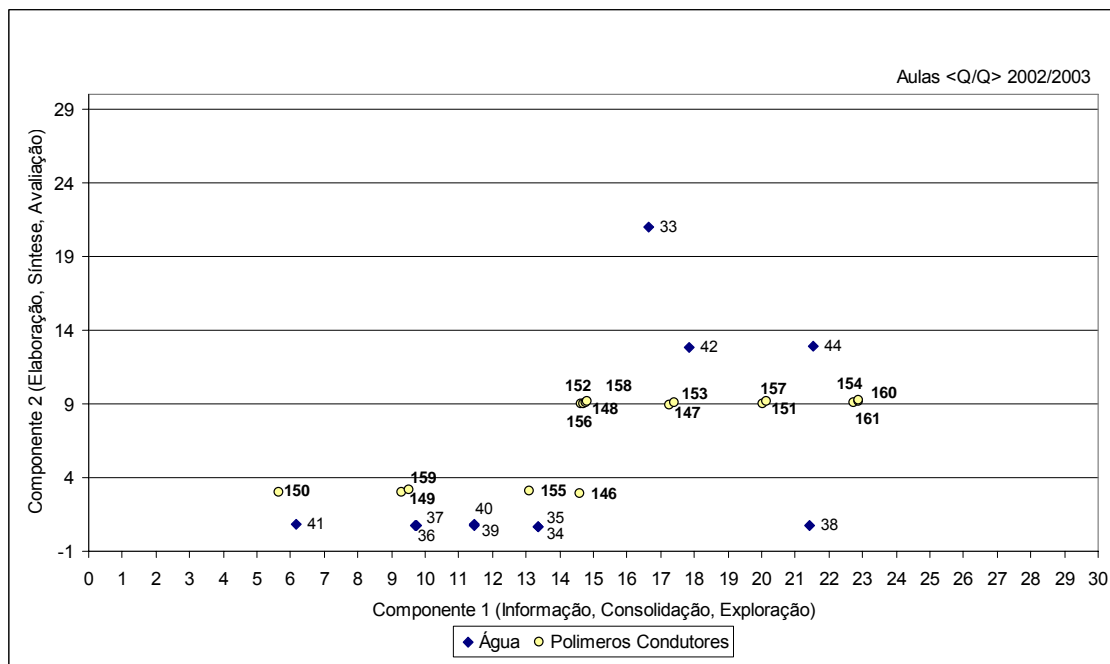


Figura 6.6 Qualidade relativa das perguntas para as aulas <Q/Q> (2002/2003)

Segundo a classificação bipolar, a aula <Q/Q> do primeiro semestre tinha 27% de perguntas de Transformação e no segundo semestre esta percentagem aumentou para 69%. O que a classificação bipolar não mostra, podemos perceber pela Figura 6.6. Mesmo com uma percentagem menor de perguntas de transformação, é na primeira aula <Q/Q> que encontramos as perguntas de maior qualidade relativa, nomeadamente as perguntas 42, 44 e 33. A seguir, apresentamos exemplos de perguntas de maior qualidade relativa da primeira e da segunda aula <Q/Q>.

#### **Aula <Q/Q> do 1º Semestre**

**(33)** Como retirar o hidrogénio do hidrato de metano ou de outros hidrocarbonetos sem libertar o carbono na forma de CO<sub>2</sub> ou de outros gases de efeito de estufa (tóxicos)? O que fazer com o carbono que resta?

**(42)** Duas ou mais moléculas de hidrato de metano terão tendência a englobarem-se numa só molécula ou permanecer isoladas em “gaiolas” de hidratos de metano distintas umas das outras?

#### **Aula <Q/Q> do 2º Semestre**

**(154)** Como é possível criar um plástico, e como se cria um plástico, com electrões suficientes e livres para conduzir electricidade, pois os plásticos não têm electrões para a condução de electricidade ao contrário dos metais.

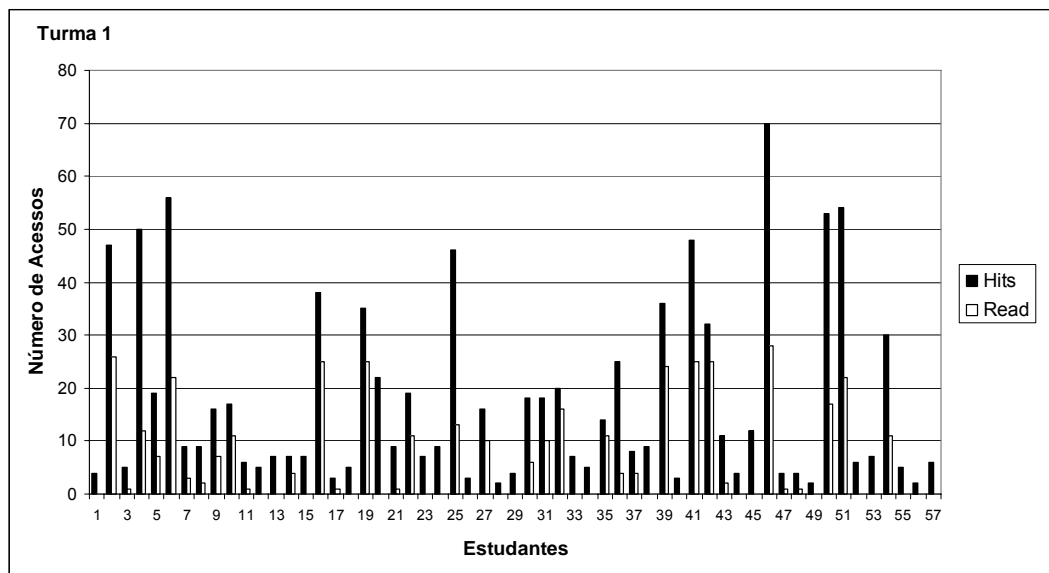
**(160)** O Polipirrol é um polímero condutor eficiente que contém átomos de nitrogénio e que não reflecte microondas. Será que poderá ser usado em roupas de camuflagem para evitar a detecção por radares?

A qualidade das perguntas relacionadas com o mini-projecto serão discutidas mais adiante, quando analisarmos as perguntas do mini-projecto “a termoquímica do estar em forma”. Em geral, a qualidade das perguntas ao longo deste estudo revelou uma tendência de melhoria ao longo do ano lectivo. Esta melhoria torna-se mais evidente quando conjugamos a classificação bipolar com os indicadores de qualidade.

### **6.3 - Acessos ao programa <Q/Q>**

Novamente, como nos estudos anteriores, analisaremos aqui um importante indicador de envolvimento activo dos estudantes no projecto <Q/Q>. Aqui consideramos os estudantes que acederam ao programa <Q/Q>, mesmo os que não enviaram perguntas. Na Figura 4.7, apresentamos o número de “Hits” e “Read” dos estudantes da turma 1. Os “Hits” são o número de “clicks” dados pelo estudante logo após ter entrado no programa com sua

palavra passe. O “read” são o número de acessos à área onde estavam todas as perguntas dos colegas e repostas do professor.



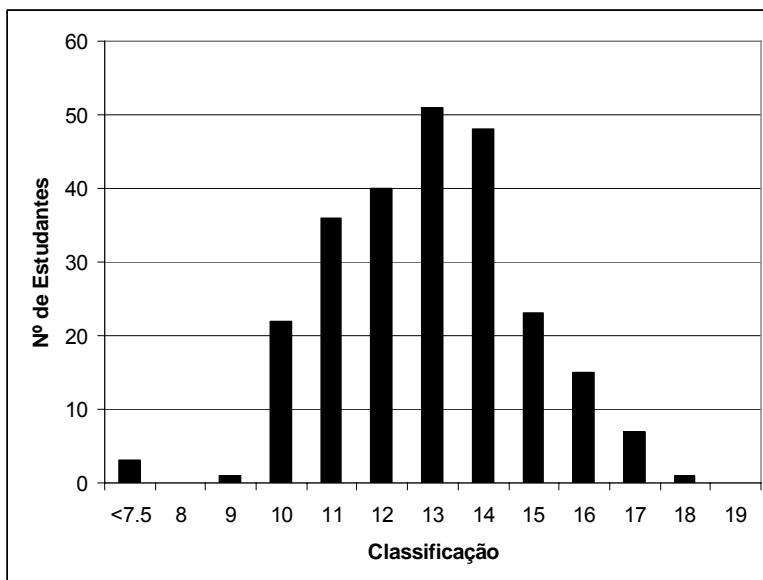
**Figura 6.7** Acessos ao programa <Q/Q> para a Turma 1. Terceiro Estudo (2002/2003)

Como podemos perceber pela Figura 6.7, na turma 1 houve um número relevante de estudantes (N=57) que acedeu ao programa <Q/Q>.

Tal como nos estudos anteriores, também identificamos pelo menos dois estudantes com comportamentos muito próximos dos chamados “Lurker”.

#### 6.4 - As classificações dos estudantes em Química I e II (2002/2003)

Do mesmo modo que discutimos nos estudos anteriores desta investigação, examinamos o “impacte” deste estudo nas classificações dos estudantes em Química I e Química II. Na Figura 6.8, apresentamos a distribuição das classificações de todos os estudantes que fizeram exames na disciplina de Química I, no primeiro semestre lectivo de 2002/2003.



6.8 Classificações finais de todos os estudantes de Química I (2002/2003)

Tal como nos estudos anteriores, as classificações deste semestre seguem uma distribuição normal, com valor máximo em 13 valores. Na Figura 6.9 apresentamos as classificações para os estudantes da turma 1 e 2, onde podemos verificar uma distribuição semelhante para ambas as turmas.

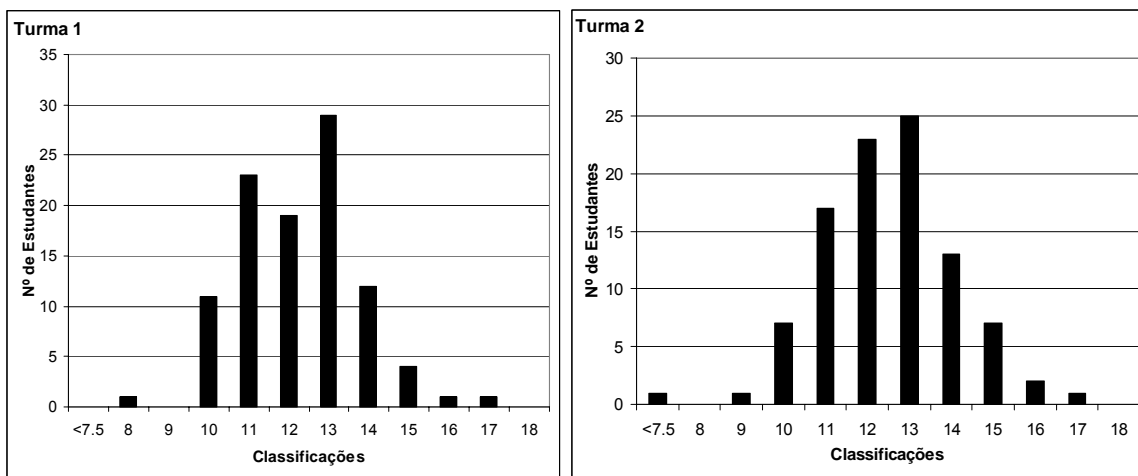
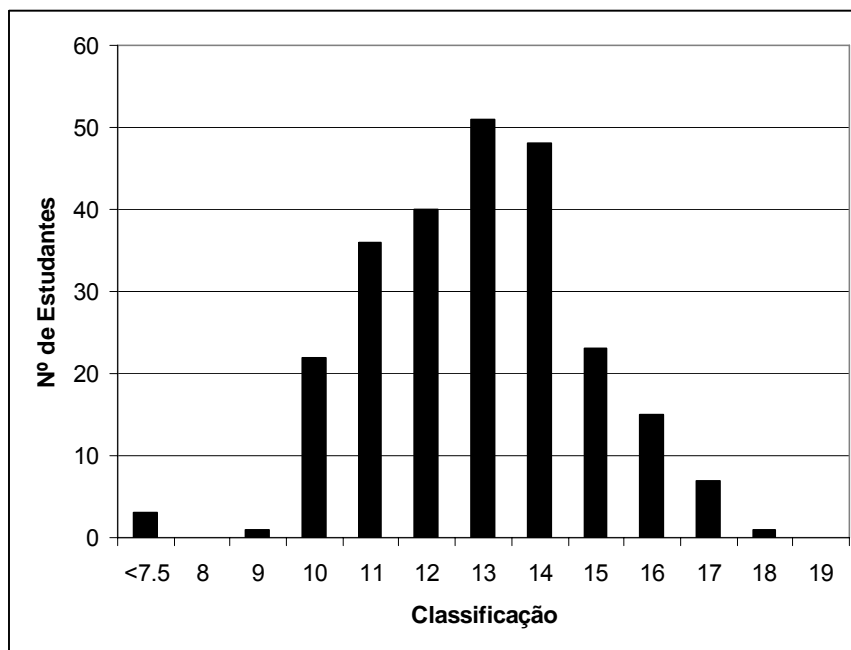


Figura 6.9 Classificações finais dos estudantes da Turma 1 e 2. Química I (2002/2003)

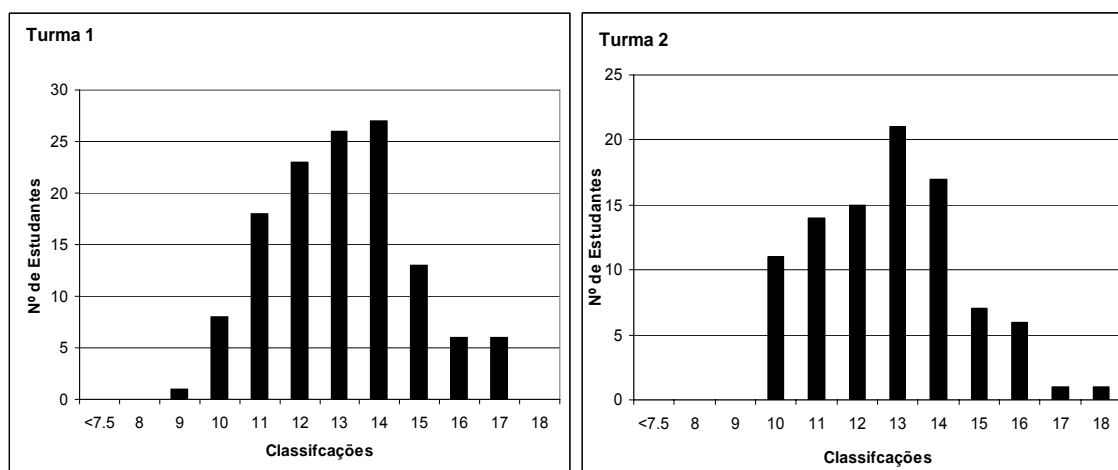
Na Figura 6.10, apresentamos a distribuição das classificações para todos os estudantes que fizeram exames em Química II (segundo semestre). Como era esperado, mantém-se uma distribuição normal, com valor máximo um pouco superior ao primeiro semestre.





**Figura 6.10** Classificações finais de todos os estudantes de Química II (2002/2003)

Na Figura 6.11, mostramos as classificações dos alunos das turmas 1 e 2 para o segundo semestre. Em ambas as turmas a distribuição das classificações é normal, contudo o valor máximo da turma 1 (14) é um pouco superior ao da turma 2 (13).



**Figura 6.11** Classificações finais dos estudantes da Turma 1 e 2. Química II (2002/2003)

Convém lembrar que metade dos estudantes de ambas as turmas foi permutada entre si, do primeiro para o segundo semestre. Assim, é difícil concluir que a maior classificação da turma 1 seja o resultado de um conjunto particular de estudantes. Também não podemos estabelecer uma relação directa entre as classificações e a participação mais activa dos estudantes da turma 1. De modo geral, as classificações um

pouco mais elevadas da turma 1 podem reflectir o reconhecimento do professor através da avaliação positiva, e não uma consequência directa das habilidades incentivadas e desenvolvidas pelo projecto <Q/Q>, uma vez que os testes não pretendiam avaliar estas habilidades. Consequentemente, a avaliação positiva pode ser entendida como um indicador de aprendizagem activa e não de sucesso académico nos exames realizados.

### 6.5 - A opinião dos estudantes expressa nos Questionários

Com o objectivo de continuar a obter informações sobre a eficácia das estratégias usadas e a opinião dos estudantes sobre o projecto <Q/Q>, um segundo questionário escrito foi aplicado à maioria dos estudantes da turma 1 (N=110) e da turma 2 (N=92), no final do ano lectivo. Nos apêndices 6.3 e 6.4, apresentamos os referidos questionários tal como foram aplicado aos estudantes.

Este questionário também continha duas situações problema sobre termoquímica. Estas situações tinham como objectivo verificar as concepções dos estudantes em alguns conceitos básicos já discutidos no primeiro semestre. Também verificamos a sua capacidade em formular perguntas no contexto da leitura de um pequeno texto sobre Termodinâmica Química. Estas situações problema e as perguntas formulada a partir de um texto científico serão analisadas em capítulos posteriores.

Na Tabela 6.5, apresentamos a opinião global dos estudantes sobre a formulação de perguntas e a possibilidade de as fazerem ao professor e aos colegas.

**Tabela 6.5** Sobre a formulação de perguntas. 3º Estudo (2002/2003)

Afirmações	Porcentagem	Turma 1			Turma 2		
		D	SO	C	D	SO	C
• Sei formular perguntas.		8	39	53	3	43	53
• Sinto grande dificuldade em escrever perguntas.		57	29	14	52	29	18
• Sou tímido e não gosto de por perguntas.		45	27	27	38	36	26
• Prefiro colocar perguntas por escrito.		28	36	35	39	40	21
• Prefiro colocar perguntas oralmente.		32	33	35	28	32	40
• Prefiro colocar perguntas pessoalmente ao <b>professor</b> .		19	48	33	23	30	47
• Sinto-me à vontade para fazer perguntas ao <b>professor</b> .		20	24	56	25	21	54
• Tenho receio de mostrar a minha falta de conhecimentos ao <b>professor</b> .		45	32	23	47	28	25
• Tenho receio dos comentários dos <b>colegas</b> .		61	21	17	62	23	15
• Sinto-me mais à vontade em fazer perguntas aos <b>colegas</b> .		14	19	67	12	17	71
• Domino as matérias, por isso <b>não preciso</b> de fazer perguntas.		65	31	4	63	32	5
• Frequento as aulas sempre, por isso <b>não preciso</b> de fazer perguntas.		58	34	8	64	32	4

D = Discordo, SO = Sem Opinião, C = Concordo

Em ambas as turmas, 53% dos estudantes consideraram que sabiam formular perguntas e que não tinham grandes dificuldades em escrevê-las (57% para a turma 1, e 52% para a turma 2). Contudo, mostraram-se indecisos quanto à preferência em colocar perguntas por escrito, oralmente ou pessoalmente ao professor. Mais de metade consideraram que se sentiram à vontade para fazer perguntas ao professor (56% e 54%) e não tiveram receio de lhe mostrar falta de conhecimento (45% e 47%).

Em relação aos colegas, ambas as turmas afirmaram que não tiveram receio dos seus comentários (61% e 62%) e que se sentiram à vontade em fazer perguntas aos colegas (67% e 71%).

Nas duas últimas afirmações (Tabela 6.5), uma percentagem relevante de estudantes de ambas as turmas afirmaram que o “domínio da matéria” (65% e 63%) e a “frequência às aulas” (58% e 64%) não implica deixarem de formular perguntas.

Sobre a importância que atribuem ao acto de formular perguntas, podemos perceber que 58% dos estudantes da turma 1 e 51% da turma 2, acharam que é importante formular perguntas porque “facilita a aprendizagem” (ver Tabela 6.6). As outras afirmações, como: desenvolve o raciocínio e ajuda a encontrar respostas, recolheram percentagens mais baixas (15 e 25%; 26 e 23%, respectivamente).

**Tabela 6.6** É importante formular perguntas porque: 3º Estudo (2002/2003)

Afirmações	Turma 1	Turma 2
• Desenvolve o raciocínio.	15%	25%
• Ajuda a encontrar as respostas.	26%	23%
• Facilita a aprendizagem.	58%	51%
• É apenas um bom exercício para a mente.	0	0
• Não acho importante formular questões.	0	0
• Outras	1%	1%

Ainda sobre a motivação para formular perguntas, pretendíamos saber que tipos de aulas eram mais favoráveis ao questionamento. Pela Tabela 6.7 percebemos que foram as aulas práticas a suscitar mais perguntas.

**Tabela 6.7** Aulas onde surgem perguntas. 3º Estudo (2002/2003)

Afirmações	Turma 1			Turma 2			
	Percentagem	D	SO	C	D	SO	C
• Foi nas aulas <b>Teóricas</b> que me ocorreu o maior número de perguntas.		36	32	32	64	25	11
• Foi nas aulas <b>Teórico-Práticas</b> que me ocorreu o maior número de perguntas.		36	30	34	33	32	36
• Foi nas aulas <b>Práticas</b> que me ocorreu o maior número de perguntas.		21	16	63	10	16	74

D = Discordo, SO = Sem Opinião, C = Concordo

Estes resultados reforçam a conclusão a que tínhamos chegado com o segundo estudo em que as modificações das aulas práticas resultaram não só num maior número de perguntas, mas também num envolvimento mais activo na disciplina. Na Tabela 6.8, apresentamos a opinião sobre alguns aspectos particulares das aulas práticas.

**Tabela 6.8** Sobre as aulas práticas. 3º Estudo (2002/2003)

Afirmações	Turma 1			Turma 2			
	Percentagem	D	SO	C	D	SO	C
• O facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo para as aulas <b>Práticas</b> estimulou-me a formular perguntas.		11	15	74	18	13	68
• O facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo para as aulas <b>Práticas</b> deixou-me confuso.		52	28	20	41	25	34
• Sinto que me envolvi nas aulas <b>Práticas</b> de Química mais do que em qualquer outra disciplina.		18	35	47	23	33	45
• Os professores das aulas <b>Práticas</b> estimularam-me a pôr perguntas.		9	28	63	4	18	77
• Procurei um colega que já tinha feito o trabalho <b>Prático</b> da semana para obter informações sobre como realizá-lo.		61	14	25	49	20	32
• O facto de encontrar alguns materiais disponíveis para a aula <b>Prática</b> da semana para obter "pistas" sobre como realizar a experiência.		7	14	79	12	8	80

D = Discordo, SO = Sem Opinião, C = Concordo

Podemos inferir que o facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo estimulou a formulação de perguntas em 74% dos estudantes da turma 1 e 68% da turma 2. As mudanças no "protocolo" não lhes causaram confusão (52% e 41%), ajudando-os, pelo contrário, a sentirem-se mais envolvidos com a prática de Química (47% e 45%). Outro factor importante foi o estímulo dos professores das práticas à formulação de perguntas (63% e 77%).

Tal como no segundo estudo, os estudantes recorreram a outras fontes de informação para resolverem os problemas das aulas práticas. Neste estudo, 61% dos estudantes da turma 1 e 49% da turma 2, afirmaram que procuraram um colega que já tinha feito o

trabalho prático da semana para obterem informações sobre como realizá-lo. Uma percentagem maior (79% e 80%) admitiu que os materiais disponíveis para a aula prática foram uma “pista” para realizar a experiência.

Podemos, deste modo, inferir que este novo formato das aulas práticas contribuiu para o envolvimento mais activo dos estudantes, estimulando a interacção entre eles e a busca de informações em outras fontes, não estando passivamente à espera da informação para resolver os problemas das práticas.

Na Tabela 6.9, apresentamos as opiniões sobre a estratégia utilizada nas aulas teórico-práticas (TP). As afirmações sem valores para a turma 2 devem-se à continuação de resolução de exercícios nas aulas TP's nesta turma.

**Tabela 6.9** Sobre as aulas teórico-práticas. 3º Estudo (2002/2003)

Afirmações	Turma 1			Turma 2		
	Percentagem	D	SO	C	D	SO
• Preferia que as aulas <b>TP</b> fossem apenas com a resolução das fichas de exercícios.	45	25	30	47	39	14
• Gosto(ei) das aulas <b>TP</b> com resolução de problemas usando um livro de dados.	11	34	55	-	-	-
• Acho que os problemas apresentados nas aulas <b>TP</b> estimularam a minha participação.	13	51	36	-	-	-
• As aulas Teórico-Práticas estimularam-me a formular perguntas.	17	51	31	29	42	28

D = Discordo, SO = Sem Opinião, C = Concordo

Tal como no segundo estudo, os estudantes da turma 1 não compreenderam as razões das mudanças das aulas teórico-práticas (TP) para “casos para estudo” em vez da simples resolução de exercícios. Apesar de 55% afirmarem que gostaram das aulas TP's com a resolução de problemas, 45% preferiam que as aulas TP fossem a resolução de fichas de exercícios. Poucos estudantes afirmaram que as aulas TP's os estimularam na formulação de perguntas (31%) e na sua participação (36%). Metade (51%) dos estudantes não revelou opinião nestes itens.

A estratégia aplicada para as aulas <Q/Q> gerou algumas dificuldades para alguns estudantes do terceiro estudo pelo facto dos textos indicados para leitura estarem em inglês (Jones & Atkins, 1999). Por isso, quisemos saber o que pensavam sobre esta barreira. Cinquenta e nove por cento dos estudantes da turma 1, e 52% da turma 2 afirmaram que não tiveram dificuldade em compreender inglês. Contudo, não tiveram opinião (66% e 63%) sobre se a leitura do livro os estimulou a formular perguntas.

Mais directamente sobre as aulas <Q/Q>, perguntámos apenas aos estudantes da turma 1, se costumavam ler o livro recomendado pelo professor e se acharam muito difícil formular perguntas a partir da leitura do livro. Apenas 32% disseram que leram o livro, embora 30% não achessem muito difícil formular perguntas a partir da sua leitura.

Estas percentagens estão de acordo com o “tipo de perguntas” enviadas para as aulas <Q/Q>, sendo perceptível a pouca influência do texto nas perguntas enviadas. Esta influência será analisada mais adiante, quando discutirmos com detalhe as dificuldades reveladas pelas perguntas.

Em resumo, muitas das conclusões obtidas nos estudos um e dois podem ser confirmadas neste estudo. Por exemplo, os estudantes envolveram-se activamente nas estratégias de incentivo à formulação de perguntas; os instrumentos para o incentivo à formulação de perguntas são mais efectivos se acompanhados de estratégias que os apoiem; as perguntas aumentaram em qualidade ao longo do ano lectivo. Outras conclusões podem ser tiradas quando analisarmos, a seguir, o desenvolvimento dos mini-projectos.

## 6.6 - Os Mini-projectos no Terceiro Estudo (2002/2003)

Tornar o ensino e a aprendizagem em algo que professores e alunos estejam pessoalmente interessados é um grande desafio. Para Light & Cox (2001), uma das experiências mais importantes de aprendizagem que a universidade pode oferecer para mudar as concepções, explorar teorias e ideias é a oportunidade dos estudantes estarem juntos em pequenos grupos de trabalho. Estes autores apontam resultados de investigação onde mostram que os estudantes se tornam mais interessados na aprendizagem em pequenos grupos do que em aulas comuns. Afirmam ainda: “A aprendizagem em grupo, embora possa provar ser produtiva e satisfatória, muitas vezes não implica claramente nem uma coisa nem outra e pode tornar-se muito ameaçadora para os participantes” (Light & Cox, 2001, p.116).

Diversos autores (Cohen, 1994; Felder & Brent, 2001; Haller et al., 2000; Johnson & Johnson, 1987; Sisovic & Bojovic, 2000; Slavin, 1995) têm também mostrado a importância de pequenos grupos de trabalho cooperativo no envolvimento e na aprendizagem dos estudantes. Algumas das muitas possibilidades de interações verbais e não-verbais no contexto do trabalho em grupo são citadas por Cohen (1994) quando escreve:

“Os alunos num grupo comunicam acerca das suas tarefas uns com os outros. Isto pode incluir **formular questões**<sup>38</sup>, explicar, fazer sugestões, criticar, ouvir, concordar, discordar, ou tomar decisões em comum. A interação pode ser também não verbal, tal como apontar, mostrar como, acenar com a cabeça, franzir as sobrancelhas ou sorrir” (p.3).

Numa investigação de mais de 15 anos, aplicando estas estratégias a estudantes de Engenharia Química, Felder (1996) também mostra que os benefícios da aprendizagem em grupo, de estudantes que cooperam entre si, vão além do conteúdo da disciplina. Numa investigação mais recente, Haller et al. (2000), declaram que

“a hipótese chave da aprendizagem cooperativa é que os estudantes ao trabalharem em grupo ensinam e aprendam uns com os outros. De facto, professores e alunos relatam que a construção da aprendizagem cooperativa melhorou a compreensão dos estudantes para com os conteúdos do curso, bem como as suas comunicações e habilidade em trabalhar em grupo” (p.285).

---

<sup>38</sup> Negrito acrescentado ao texto original

Nesta secção iremos explorar a evolução de um pequeno grupo de trabalho no contexto desta investigação. Iremos considerar mais especificamente o papel e o propósito das perguntas formuladas pelo grupo que desenvolveu um tema sobre Termodinâmica Química.

A ideia de aumentar a interacção através do trabalho em grupo e a formulação de perguntas, não se restringe só à aprendizagem dos conteúdos de química que se querem ensinar, ou aos diversos assuntos associados aos temas desenvolvidos nos mini-projectos. Foram estimuladas outras capacidades, tais como: seleccionar e trabalhar com a informação, restringir o campo de investigação, distribuir tarefas entre os colegas, organizar o trabalho através de perguntas chave e apresentar os resultados do grupo.

O trabalho em grupo é uma estratégia que pode contribuir para um ambiente de aprendizagem activa, tornando-o menos formal e conduzindo os estudantes com poucas habilidades a continuarem a aprender e a reaprender mesmo quando deixarem a universidade.

Um aspecto importante para o sucesso dos pequenos grupos de trabalho consiste no papel desempenhado pela liderança, quer do professor, quer de um dos membros do grupo. É importante que os professores tenham consciência do “tipo” de liderança que estão exercendo na condução de pequenos grupos. Light & Cox (2001), por exemplo, advertem para a necessidade dos professores reconhecerem que é fundamental adaptar os estilos de liderança às situações diversas.

Nesta investigação, o professor usou, de forma coerente, diversos estilos de liderança, consoante a fase de desenvolvimento em que os grupos se encontravam e as necessidades do grupo. O estilo de liderança foi, portanto, muito diferente da liderança tradicional que controla as actividades de tal maneira que os estudantes não aprendem a ser responsáveis pelo que acontece no grupo, não indo além de fazer o que é requerido.

Num grupo de aprendizagem, um outro nível de liderança é a dos próprios estudantes sobre os colegas. Esta liderança pode ser ou não formal. Alguns autores têm aconselhado o uso de atribuições ou papéis definidos para cada estudante dentro de um grupo. No entanto, acreditamos que o estudante necessita aprender a desempenhar uma



variedade de papéis no grupo e a desenvolver um sentido de responsabilidade para o seu sucesso ou fracasso.

Nesta investigação, os trabalhos cooperativos em pequenos grupos foram incentivados através de mini-projectos. Os mini-projectos tinham sido experimentados no estudo piloto com bastante sucesso. Com base nesta experiência, o professor da turma 1, utilizou-os novamente no segundo semestre do 3º Estudo (2002/2003).

Um dos objectivos dos mini-projectos foi o de envolver os estudantes numa actividade de investigação cooperativa. A iniciativa voluntária e activa de cada estudante no desenvolvimento de um tema, a sua capacidade de trabalhar em grupo, a capacidade de comunicar o resultado dos seus projectos e a de questionar, foram aspectos aos quais demos bastante ênfase. Todos estes objectivos foram alcançados através do estímulo das diversas formas de interacção e da formulação de perguntas.

Tal como no estudo piloto, os estudantes agruparam-se por critérios de afinidade e conveniência, num máximo de 4 estudantes por grupo. Os projectos foram apresentados pelo professor numa aula teórica do início do segundo semestre (Química II, 2002/2003), como actividade complementar ao ensino e aprendizagem e que poderia contar positivamente na classificação final.

Como anteriormente, os temas foram extraídos das secções de leituras complementares do livro de Jones & Atkins (1999) indicado pelo professor como livro de apoio para a disciplina. Na Tabela 6.10 apresentamos os 28 temas sugeridos, onde se destaca o tema seis que é o tema que foi desenvolvido pelo grupo que acompanhamos todo o semestre e que analisaremos com maior profundidade.

**Tabela 6.10** Temas sugeridos para o desenvolvimento dos mini-projectos

1. Detectives Químicos	15. Chuva Ácida
2. Medicamentos recolhidos no mar	16. Tampões Fisiológicos
3. Vida no Espaço	17. Vida Artificial
4. Efeito de Estufa	18. Células de Combustível
5. Camada de Ozono	19. Vidros e Materiais Cerâmicos
<b>6. A Termoquímica do “estar-em-forma”</b>	20. Combustíveis para foguetões
7. Fogo de Artificio	21. Materiais Fotoquímicos
8. Origem do “smog”	22. Medicina Nuclear: redução dos riscos
9. Protectores Solares Electrónicos	23. Química na Drogeria
10. Cristais Líquidos	24. Energias alternativas
11. Polímeros Condutores	25. Bebidas para Desportistas

12. Materiais Biomiméticos	26. O que existe na nossa água?
13. Os Medicamentos e o Cérebro	27. Veículos Eléctricos
14. “Trocar as voltas” ao Equilíbrio	28. Transformação de Marte numa nova Terra

Inicialmente, formaram-se 17 grupos de 2 a 4 estudantes cada, num total de 54 estudantes. Quatro grupos desistiram, mantendo-se 13 grupos (N=44) até ao fim dos mini-projectos. Considerando que o número de estudantes que frequentaram regularmente as aulas teórico-práticas foi de aproximadamente uma centena, o termos conseguido envolver quase 50% dos estudantes nos mini-projectos, pode ser considerado satisfatório.

Na Tabela 6.11 apresentamos os grupos, as turmas a que pertenciam, e os respectivos temas escolhidos. Destacamos também nesta tabela o grupo que acompanhamos.

**Tabela 6.11** Total de grupos formados e os respectivos temas escolhidos

Grupo	Turma	Nº de Estudantes	Temas
1	T1A	3	27 – Veículos Eléctricos
<b>2</b>	<b>T1A</b>	<b>3</b>	<b>06 – A Termoquímica do “estar-em-forma”</b>
3	T1A	3	22 – Medicina Nuclear: redução dos riscos
4	T1B	3	10 – Cristais Líquidos
5	T1B	3	15 – Chuva Ácida
6	T1B	3	04 – Efeito de estufa
7	T1B	3	13 – Os Medicamentos e o Cérebro. <i>Desistiram.</i>
8	T1B	4	07 – Fogo de Artifício
9	T1B	4	08 – Origem do “smog”
10	T1B	4	24 – Energias Alternativas
11	T1C	4	28 – Transfor Marte numa nova Terra. <i>Desistiram</i>
12	T1C	4	27 – Veículos Eléctricos
13	T1D	1	28 – Transformando Marte numa nova Terra
14	T1D	2	13 – Os Medicamentos e as Emoções. <i>Desistiram</i>
15	T1D	4	18 – Células de Combustível
16	T1D	2	07 – Fogo de Artifício. <i>Desistiram</i>
17	T1D	3	05 – A Camada do Ozono

Cada grupo participou em reuniões quinzenais com o professor, sendo que em cada reunião apenas 2 ou 3 grupos estavam presentes para orientação e acompanhamento dos projectos. Desta forma, foi possível ao professor acompanhar, em duas reuniões semanais, de 3 a 6 grupos para além das aulas teóricas, teórico-práticas e práticas.

Nos primeiros contactos foi discutido o tema que cada grupo escolheu. O professor sugeriu que tomassem o texto de Jones & Atkins (1999) como base inicial para o desenvolvimento do tema. Foram também discutidas as formas de apresentação dos mini-projectos no final do semestre. As apresentações consistiram na exposição de

cartazes e na comunicação oral para os colegas. Foi ainda sugerido para procurarem outras fontes de informação antes das próximas reuniões e para trazerem as dúvidas sob forma de perguntas.

### 6.6.1 - Evolução de um grupo (o caso da termoquímica)

O que passaremos a descrever a seguir é o percurso do grupo que desenvolveu o tema “A Termoquímica do estar-em-forma”. A metodologia utilizada foi a observação participante, a gravação áudio de todas as reuniões do grupo com o professor, também designadas por *reuniões <Q/Q>*, e a gravação da maioria dos *encontros de trabalho* do grupo, onde, para além dos 3 elementos do grupo também estava presente o investigador. No final do semestre foram realizadas entrevistas individuais e semi-estruturadas a cada elemento deste grupo, e uma entrevista colectiva.

Este grupo, constituído por três estudantes (Carla, Ivete e Patrícia)<sup>39</sup> foi formado por duas estudantes que estavam juntas deste o primeiro semestre (Ivete e Carla) e uma terceira que, no primeiro semestre, pertencia a outra turma (Patrícia).

A escolha do tema para o mini-projecto foi bastante discutida entre a Ivete e a Carla. Quando a Patrícia foi inserida o tema já tinha sido escolhido e coube-lhe apenas aceitar a escolha. Apesar de Ivete declarar que a Patrícia tinha concordado com o tema, numa entrevista posterior esta afirmou que teria preferido outro tema, embora tenham concordado que acabou por gostar do tema escolhido. Este parece ter sido uma das causas do baixo interesse de Patrícia no início do projecto.

Podemos perceber que a participação na escolha do tema é um processo em que todos os membros de um grupo devem participar. Escolher um projecto que seja interessante, empolgante e que desperte curiosidade pessoal é, sem dúvida, um dos factores para o sucesso deste tipo de estratégia de ensino-aprendizagem. Ao ser “excluída” do processo de escolha, a Patrícia teve uma dificuldade inicial em identificar-se com o tema. Este facto transformou-se numa das barreiras iniciais para o seu máximo envolvimento.

---

<sup>39</sup> Nomes fictícios

A importância do questionamento, do planeamento e da escolha do tema pelos próprios estudantes também é defendida por Slavin (1995) quando afirma:

“Os membros do grupo tomam parte no planeamento das várias dimensões e exigências dos seus projectos. Juntos, eles determinam o que desejam investigar no sentido de “resolver” os seus problemas; que fontes são necessárias; quem fará o quê; e como apresentaram os seus projectos para a turma” (p.112).

A possibilidade dos estudantes escolherem não somente o tema mas os membros dos seus grupos de trabalho mostrou-se, neste contexto, de fundamental importância para o sucesso da estratégia. A afinidade pessoal talvez tenha sido um dos factores que mais contribuíram para o maior envolvimento da Ivete e da Carla e um menor envolvimento da Patrícia em todo o processo do mini-projecto.

Considerando que o desenvolvimento dos mini-projectos não era obrigatório para os requisitos da disciplina, que todos os estudantes poderiam obter classificações máximas pelas formas de avaliação já estabelecidas, que este “novo trabalho” tomaria uma parte significativa do tempo dos seus participantes, quais terão sido as motivações que levaram as estudantes deste grupo a aderirem a este projecto?

Ao iniciarem os seus cursos universitários, todos os estudantes têm expectativas, umas que são correspondidas e outras que o não são. O primeiro ano do curso pode tornar-se decisivo para o seu desenvolvimento, marcando positiva ou negativamente o restante percurso na universidade. O pequeno excerto da entrevista feita à Carla, que se apresenta a seguir, dá ideia de algumas destas motivações:

**Entrevistador:** Agora sinceramente vocês tinham certeza que não ia contar para a nota ou tinham esperança que contasse para a nota?

**Carla:** Eu sempre pensei... na altura não pensei se contava ou não. Eu queria porque andava meio desiludida... porque era um curso... parecia 12º ano tínhamos aquelas disciplinas. Enquanto, tinha um amigo que anda em Radiologia que contava: Hoje fui ao hospital, eu hoje fiz isso, eu hoje fiz aquilo... eu não tinha nada de diferente, só tinha aquelas aulas normais, cálculo, as aulas mesmo... eu queria qualquer coisa engraçado, diferente, como o projecto e senti curiosidade pelas coisas diferentes.

A Carla mostra ter expectativas frustradas, comparando as aulas na universidade às que tinha no secundário. Esta “desilusão” justifica o seu envolvimento no mini-projecto, na esperança de dar um rumo diferente ao seu primeiro ano. As outras duas colegas do

grupo também afirmaram que se envolveram porque buscavam algo interessante, diferente, motivador.

Na Tabela 6.12, apresentamos uma descrição, por ordem cronológica, de todas as reuniões <Q/Q> com o professor e os encontros de trabalho mais significativos com o investigador. Esta tabela ajuda-nos a ter uma visão geral da sequência das reuniões e encontros, bem como do tempo gasto com cada uma delas.

**Tabela 6.12** Descrição resumida de todas as reuniões e encontros de trabalho com o grupo “A termoquímica do estar-em-forma”

<i>Tipo de Reunião</i>	<i>Descrição resumida</i>	<i>Tempo/ Minutos</i>	<i>Data</i>
1ª Reunião <Q/Q> geral	Primeira reunião do professor com alguns dos grupos dos mini-projectos.	89	17 Fevereiro 2003
<b>1ª Reunião &lt;Q/Q&gt;</b>	Primeira reunião com o professor na presença do grupo da “Termoquímica”. Poucas intervenções dos estudantes. Orientações do professor.	72	25 Fevereiro 2003
Encontro de trabalho	Encontro informal para marcação do primeiro encontro de trabalho (não gravado).	20	10 Março 2003
1º Encontro de Trabalho	Apenas uma lista de sub-temas que gostariam de realizar. Possibilidade de que haja uma personagem de ligação dos vários sub-temas.	54	17 Março 2003
<b>2ª Reunião &lt;Q/Q&gt;</b>	Primeira vez em que são apresentados os três sub-temas. Indefinição sobre como abordar cada sub-temas.	59	17 Março 2003
2º Encontro de Trabalho	Decisão do uso de uma personagem como elo de ligação dos sub-temas e experiências que se gostaria de desenvolver. Muitas perguntas, algumas delas já na voz da personagem.	48	24 Março 2003
<b>3ª Reunião &lt;Q/Q&gt;</b>	Maior interacção e discussão dos sub-temas que gostariam de desenvolver.	42	31 Março 2003
Aula teórico-prática	Dia da medição da BIA na turma T1A	44	07 Abril 2003
3º Encontro de Trabalho	Personagem já tem nome: Lara. Sequencia de perguntas “organizadoras” centradas na Lara.	22	21 Abril 2003
4º Encontro de Trabalho	Seguimento do encontro anterior. Preocupação com as experiências e com o que apresentarão ao professor na reunião no mesmo dia.	34	28 Abril 2003
<b>4ª Reunião &lt;Q/Q&gt;</b>	Discussão sobre o tratamento dos dados e apresentação oral. Discussão sobre a realização da experiência com o calorímetro rudimentar.	55	28 Abril 2003
5º Encontro de Trabalho	Experiências de Laboratório com o calorímetro rudimentar para estimar o calor de combustão do amendoim e de um óleo alimentar.	120	13 Maio 2003

6º Encontro de Trabalho	Tratamento dos dados da experiência com o calorímetro. Dificuldades com os cálculos calorimétricos.	47	19 Maio 2003
7º Encontro de Trabalho	Elaboração do texto final para a apresentação do mini-projecto.	31	23 Maio 2003
Apresentação dos mini-projectos	Dia da apresentação oral dos mini-projectos “Termoquímica do estar-em-forma”.	180	03 Junho 2003
1ª Entrevista	Carla	34	06 Junho 2003
2ª Entrevista	Ivete	62	09 Junho 2003
3ª Entrevista	Patrícia	34	09 Junho 2003
4ª Entrevista	Patrícia e Carla (Ivete não pode comparecer)	58	12 Junho 2003
5ª Entrevista	Ivete	27	08 Julho 2003
	<b>Total</b>	<b>1132</b>	

Em seguida passaremos a descrever estas reuniões e encontros, considerando que numa investigação naturalista-etnográfica a descrição tem como objectivo descobrir sistematicamente as características das variáveis e dos fenómenos.

### **Primeira reunião <Q/Q>**

Esta primeira reunião constou de várias partes: *i)* formação do grupo, *ii)* escolha do tema, *iii)* aconselhamento sobre os temas escolhidos e por escolher *iv)* esclarecimentos gerais de dúvidas e perguntas. Apenas duas perguntas foram formuladas pelos estudantes.

Uma das perguntas foi formulada pela Carla no momento em que o tema do seu grupo era comentado pelo professor:

**Carla:**... Os músculos rompem sempre, aí não conseguem se recuperar, não é?

Esta pergunta foi feita quando o professor estava a falar sobre a formação do ácido láctico nos tecidos musculares. Com excepção destas duas perguntas e de quando referiram os seus nomes e do curso a que pertenciam, nenhuma outra intervenção foi feita pelas estudantes ao longo da primeira reunião <Q/Q>. Esta atitude foi modificada ao longo das reuniões seguintes, como veremos mais adiante.

O professor afirmou que o desenvolvimento dos mini-projectos deveria ser uma actividade espontânea e que beneficiasse a aprendizagem. Comentou sobre o tema de cada grupo e esclareceu os objectivos dos mini-projectos. Enfatizou, também, a importância do questionamento.

Numa primeira fase das reuniões com o professor, este toma uma liderança baseada na instrução e orientação para o desenvolvimento dos projectos, ajudando os estudantes a pensarem para além da busca de informação e concentrando-se no questionamento e na selecção de fontes de qualidade. Embora esta primeira fase de apoio tenha um carácter um pouco mais directivo, a iniciativa, envolvimento activo e voluntário dos estudantes foram condições sempre presentes.

### **Primeiro encontro de trabalho**

O primeiro encontro de trabalho com o grupo, iniciou-se com a proposta da Ivete em torno da balança que também media a percentagem de gordura no corpo. Nesta reunião surgiram algumas perguntas espontâneas.



Apesar da Ivete já usar e conhecer a balança que possuía, foi o envolvimento nos mini-projectos que trouxe a curiosidade e o questionamento sobre o seu funcionamento. Na sequência da discussão da balança que media a percentagem de gordura através da Bio Impedância (BIA) no corpo humano, Ivete mostra alguns artigos que conseguiu na Internet sobre a BIA. O investigador mostra uma cópia de um outro artigo sobre exercícios físicos. Carla mostra alguns artigos que obteve também na Internet sobre uma experiência para comprovar que o corpo humano obedece à primeira lei da termodinâmica.

Em momento posterior a este encontro, as estudantes folhearam o livro de McArdle et al. (1998) trazido pela Ivete. O capítulo oito deste livro, “Medida do consumo energético humano” serviu de base para a discussão sobre o “Calorímetro Humano”, que é usado para medir o consumo energético do corpo humano. Podemos perceber que, com excepção da Patrícia, as outras duas colegas mostraram alguns materiais que pudessem contribuir para o desenvolvimento do mini-projecto. Isso pode indicar que talvez ela não tenha ainda pensado o suficiente sobre o tema e/ou explorado as diversas fontes de informação que tinha ao seu dispor.

Outra pergunta que surgiu espontaneamente no encontro tem a ver com as calorias dos alimentos. A dada altura do encontro, surgiu o problema de como dar uma sequência lógica a tantos sub-temas diferentes que gostariam de tratar. O Quadro 6.1 permite-nos ter uma ideia da diversidade de sub-temas que foram considerados.

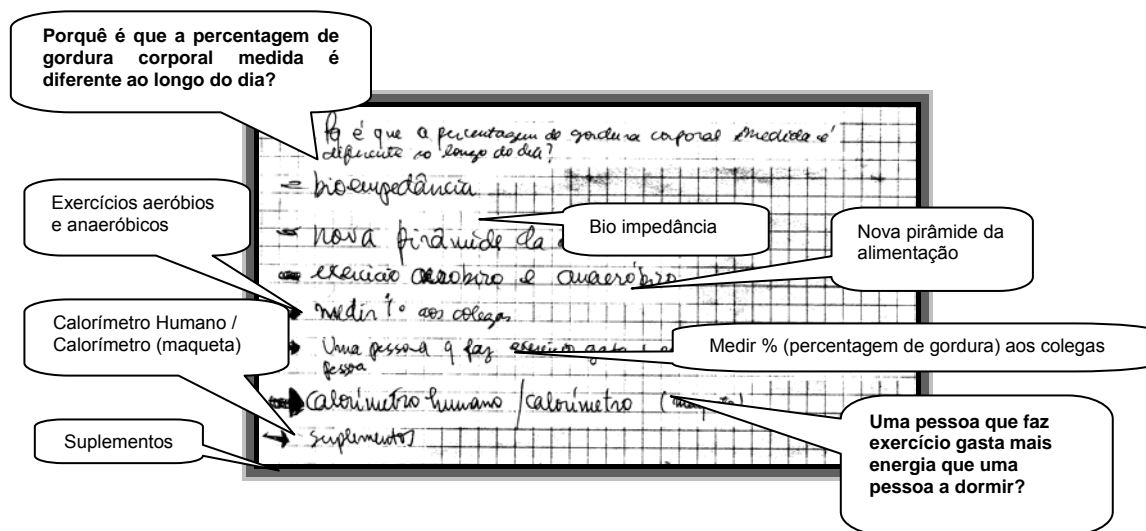
**Quadro 6.1** Transcrição de parte dos rascunhos do primeiro encontro de trabalho

Calorímetro Humano (verificação da 1ª Lei da termodinâmica no homem)
- Maqueta
- Tabelas
Calorímetro dos Alimentos
- Tabelas
- Experiência (1 Pão/5 bolachas?)
Balança Bio impedância
- Experiência com a turma

Ivete anotou nos rascunhos do grupo, em forma de pergunta, a experiência que, segundo elas, poderia ser realizada como “1 pão/5 Bolachas?”. Poderíamos ler esta pergunta desta forma: Um pão tem mais ou menos calorias que 5 bolachas? Ou, quantas calorias têm um pão em relação a 5 bolachas?

Na sequência da discussão sobre o que deveria estar ou não estar, e a ordem de apresentação e desenvolvimento do mini-projecto, a solução sugerida por Carla e Patrícia – a criação de uma personagem preocupada com a sua forma física – foi imediatamente aceite por todas. O questionamento, feito através deste personagem, seria posteriormente a base de integração e organização do trabalho.

Surgiram outras perguntas que, não sendo expressas oralmente nesta reunião, foram no entanto escritas nos rascunhos, como se pode constatar no exemplo apresentado na Figura 6.12.



**Figura 6.12** Parte do rascunho do primeiro encontro de trabalho

Por exemplo, das perguntas marcadas a negrito na Figura, a pergunta: “Por que é que a percentagem de gordura corporal medida é diferente ao longo do dia?” foi induzida pelo manual da balança que dizia que as medidas das percentagens de gordura poderiam variar ao longo do dia. A Figura 6.12 mostra ainda algumas ideias e sub-temas que as estudantes tiveram. No entanto, muitas destas ideias não foram conduzidas até a apresentação final do trabalho e outras mais foram sendo introduzidas ao longo do processo.

**Segunda reunião <Q/Q>**

Na segunda reunião <Q/Q> com o professor, também estavam presentes os mesmos três grupos de três estudantes da reunião anterior. A reunião foi de aproximadamente 60 minutos, sendo que 20 minutos foram gastos com o grupo da “termoquímica”. Esta reunião foi marcada pelo relato dos sub-temas que as estudantes iriam desenvolver.

Ivete, um pouco como “porta-voz” do grupo, falou do Calorímetro Humano, do Calorímetro dos Alimentos e da Bio impedância.

Num encontro posterior a esta reunião, Ivete não esconde a frustração ao descobrir que uma medida calorimétrica não era uma medida de rotina e que não poderia ser realizada no tempo do mini-projecto. Entretanto, o professor encoraja as estudantes a continuarem a desenvolver as ideias em relação ao calorímetro dos alimentos, apesar de advertir sobre a impossibilidade de o estudo ser feito num calorímetro convencional e no contexto do mini-projecto. Ao contrário da primeira, podemos perceber que nesta segunda reunião com o professor há uma maior interacção e discussão de ideias, principalmente por parte da Ivete. Podemos notar também que, apesar das ideias não estarem bem estabelecidas, já existe um avanço em relação à reunião passada. Este avanço também se deve ao seu maior envolvimento no tema, através das discussões no último encontro de trabalho.

### **Segundo encontro de trabalho**

Uma semana depois foi marcado um segundo encontro de trabalho com o investigador, como sempre sem a presença do professor. Este encontro iniciou-se com a explicação da Ivete para as suas colegas sobre a Bio impedância (BIA). Falou-se sobre a comparação do índice de massa corporal (IMC), que mede a relação peso altura, e a Bio impedância. Apesar de responder a algumas das perguntas formuladas anteriormente, neste encontro surgiram muitas outras perguntas e perplexidades.

No seguimento deste encontro, a personagem ganha “voz” em algumas perguntas, embora elas formulem outras perguntas que não são a “voz” da personagem, mas que também servirão de orientação ao trabalho. As primeiras perguntas orientadoras, formuladas neste encontro, parecem uma tempestade de ideias (ver Figura 6.13) que depois, como veremos, irá encaixar-se nos vários sub-temas escolhidos.

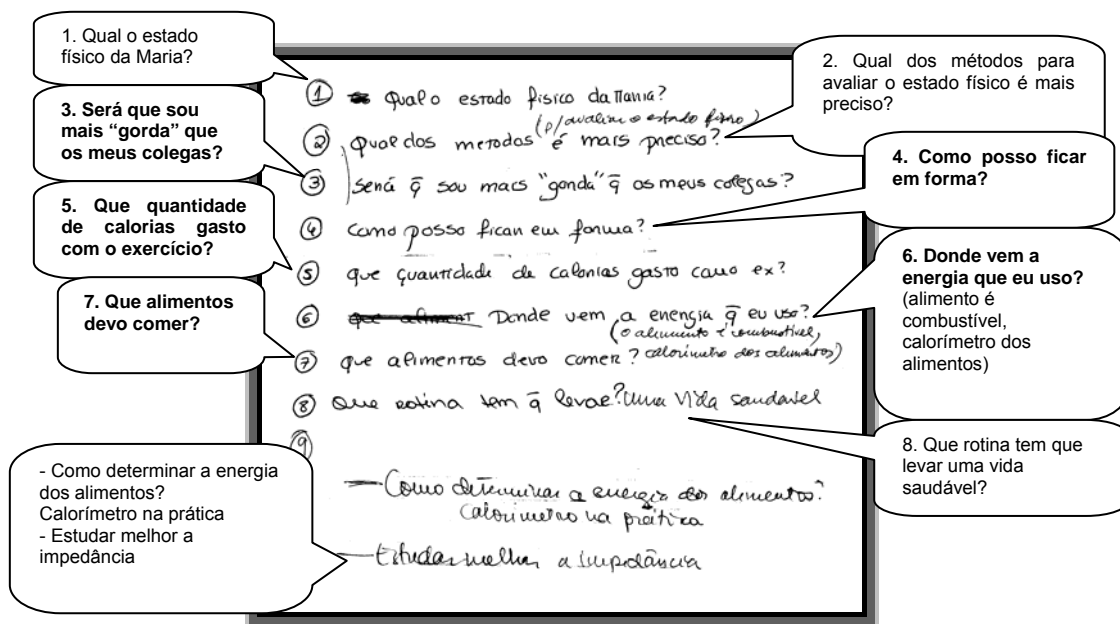


Figura 6.13 Perguntas orientadoras formuladas no segundo encontro de trabalho

Destacamos em **negrito** as perguntas que são a “voz” da personagem. Estas perguntas formuladas pela “Maria”, surgiram para dar oportunidade ao grupo de abordarem os três sub-temas que estavam a desenvolver. Por exemplo, na pergunta “Que alimentos devo comer?” ou na pergunta “Onde vem a energia que eu uso?” É uma oportunidade para se falar do calorímetro dos alimentos. Neste contexto, as perguntas passaram a ser efectivamente uma ferramenta de elaboração, organização e apresentação das ideias. Estas perguntas foram chamadas de “perguntas orientadoras”.

### Terceira reunião <Q/Q>

A terceira reunião <Q/Q> foi caracterizada por uma maior orientação e troca de ideias com o professor. Ivete, continuando a assumir o papel de porta-voz, mostra uma maior segurança sobre algumas “coisas que gostaria de fazer”. Também relata sobre o contacto que teve, indicado pelo professor na reunião anterior, com um especialista na área de Química dos alimentos.

Com um feedback positivo, as estudantes terminaram a reunião mais motivadas para prosseguirem o desenvolvimento do seu projecto. As reuniões com o professor, além de orientarem e permitirem discutir as dúvidas e perguntas que foram surgindo, serviram como ponto de apoio e motivação.

### Terceiro encontro de trabalho

O terceiro encontro de trabalho foi um dos mais curtos. Contudo, como as ideias já estavam mais trabalhadas, este encontro mostrou-se bastante produtivo. A personagem criada já tinha identidade e designaram-na de “Lara”. As perguntas formuladas diferem das perguntas dos encontros anteriores porque estão cada vez mais personalizadas na personagem. Apesar de muitas das perguntas formuladas no encontro passado terem já alguma personificação, estas mostram-se agora muito mais organizadas e definidas quanto ao papel de cada uma delas no contexto geral do mini-projecto.

Na Figura 6.14, apresentamos uma miniatura das três páginas do rascunho onde o grupo já consegue dar uma sequência lógica ao projecto e conseqüentemente à sua apresentação.

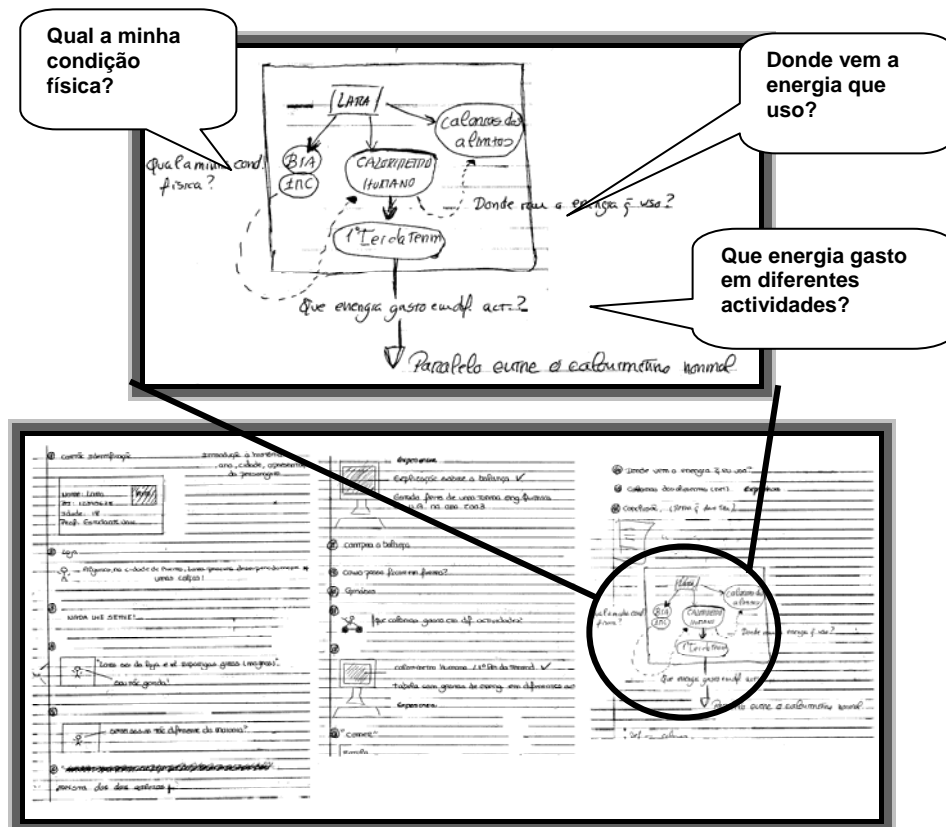


Figura 6.14 Rascunhos do terceiro encontro de trabalho

Poderemos ver como Lara é usada como o centro que liga todos os sub-temas. Podemos ainda perceber que aos três sub-temas desenvolvidos (BIA, Calorímetro humanos e calorímetro dos alimentos) existem ligados respectivamente três perguntas na “voz” de Lara: Qual a minha condição física? Donde vem a energia que uso? Que energia gasto

em diferentes actividades? Este facto mostra que estas perguntas tiveram uma função diferente daquela que normalmente poderiam ter quando formuladas no contexto de sala de aula. Têm sentido no contexto da organização e reflexão sobre o que se pretenda explorar em cada um destes sub-temas.

Observando ainda a Figura 6.14 verificamos que uma sequência para apresentação do trabalho já aparece na forma de linhas tracejadas que começa com a “BIA”, passa pelo “Calorímetro Humano” e vai até o “Calorímetro dos Alimentos”.

O entusiasmo da Ivete com o mini-projecto pode também ser percebido quando ela expressa neste encontro, *“Eu pensei nisso o tempo todo”*. Numa entrevista posterior, Ivete chega a dizer que teve que fazer algum esforço para dar atenção a outras disciplinas do curso, uma vez que estava completamente envolvida com o mini-projecto, não deixando tempo para as outras disciplinas.

#### **Quarto encontro de trabalho**

O quarto encontro foi uma preparação para a reunião com o professor no mesmo dia, na parte da tarde. Neste encontro, foram discutidos alguns aspectos do mini-projecto, dando-se ênfase ao “equilíbrio” dos diversos temas que estavam a ser desenvolvidos. Também percebemos, no discurso de Ivete, uma maior afinidade com o uso das perguntas na argumentação e na sequência das ideias.

Na sequência deste encontro, o investigador sugere que as estudantes façam outra experiência além das medições da BIA dos colegas de turma. A experiência sugerida já tinha sido retirada do rol de experiência da disciplina de Química no ano anterior por diversos inconvenientes de natureza prática. Esta experiência consiste num calorímetro rudimentar que estima a energia da queima de um óleo comestível. Na parte final do encontro, discutiu-se o que iria ser referido na reunião com o professor: *“O que vamos falar hoje com o professor?”* Pergunta a Ivete. Cogitou-se a necessidade de falar sobre a falta de colaboração de todos os colegas que foram solicitados para medir a Bio Impedância. Considerou-se que um dos motivos da falta de colaboração dos colegas poderia ter a ver com o facto de ser necessário tirarem os sapatos para que o pé entrasse em contacto com os eléctrodos da balança.

### **Quarta reunião <Q/Q>**

Na quarta e última reunião com o professor antes da apresentação oral do mini-projecto aos colegas, percebemos uma atitude bastante diferente por parte das estudantes em relação às primeiras reuniões. Entraram numa fase de tratamento dos dados das medições da BIA dos colegas de turma, e discutiram mais livremente com o professor como tratar e apresentar estes dados. Como resultado dos encontros de trabalho anteriores, mostraram maior organização nos temas, e sugeriram ao professor realizarem uma experiência com um calorímetro rudimentar.

Ao apresentarem a intenção de fazerem uma experiência encontrada na Internet, simples como as que já faziam normalmente nas aulas práticas, as estudantes procuravam tornar o trabalho mais equilibrado colocando mais “termoquímica” no mini-projecto. O professor lembra que existia uma experiência muito semelhante à descrita no rol de práticas do ano anterior. Na continuação do diálogo, a Ivete pergunta sobre os objectivos da experiência que o professor tinha mencionado. Apesar de ter visto a descrição de experiência idêntica na Internet, Ivete mostra ter algumas dúvidas sobre os procedimentos, objectivos e sobre o modo como era construído o calorímetro. O professor explica os objectivos e rascunha num papel como é montado o calorímetro rudimentar. Mais adiante, nesta reunião, o professor indica que elas deveriam procurar o assistente do laboratório de ensino para marcar um dia e realizar a experiência.

Tal como na reunião anterior com o professor, esta quarta reunião foi claramente marcada pelas perguntas de Ivete sobre alguns aspectos da BIA. Mais uma vez as dúvidas surgiram da leitura de um texto sobre o assunto.

### **Quinto encontro de trabalho - Experiência no Laboratório**

Aproximadamente duas semanas depois, foi marcado com o assistente do laboratório um dia para que a experiência com o calorímetro rudimentar pudesse ser feita. As estudantes gastaram aproximadamente duas horas para realizar a experiência, contando com as repetições e a calibração do calorímetro. Na primeira parte deste encontro realizou-se a calibração do calorímetro com um álcool (Decanol), de calor de combustão conhecido, e três repetições da combustão de um óleo alimentar. Esta parte seguia o protocolo estabelecido pelo professor em anos anteriores e que já não era utilizado nas aulas práticas do curso. As Figuras 6.15 e 6.16 mostram a montagem deste calorímetro rudimentar e a combustão de um óleo alimentar.



**Figuras 6.15 e 6.16** Calorímetro rudimentar para estimar as calorias da combustão do óleo alimentar

A Figura 6.15 foi usada na apresentação oral e no cartaz, acompanhada do seguinte texto: *“O óleo vegetal é queimado na lamparina sendo o calor libertado utilizado para aquecer a água contida na lata. Através da variação da temperatura da água podemos quantificar o calor de combustão do óleo, pela relação  $q = C * \Delta T$ , sendo  $C$  uma constante associada ao calorímetro, que traduz a eficácia do mesmo”.*

A segunda parte deste encontro de trabalho no laboratório foi dedicada à realização de uma estimativa do calor de combustão do amendoim. Este procedimento não estava presente no protocolo dado pelo professor e consistia numa tentativa de adaptação do procedimento encontrado pelas estudantes na Internet. As Figuras 6.17 e 6.18 mostram o procedimento e montagem desta experiência.



**Figuras 6.17 e 6.18** Calorímetro rudimentar para estimar as calorias da combustão do Amendoim



Após diversas tentativas para que a torcida mergulhada na pasta de amendoim permanecesse em combustão por um período de tempo razoável, as estudantes chegaram à conclusão que seria necessário outras estratégias para queimar o amendoim. Decidiram colocar esta experiência fora da apresentação final porque também era necessário outro sólido de calor de combustão conhecido para calibrar o calorímetro.

### **Sexto encontros de trabalho**

O sexto encontro de trabalho foi caracterizado pela análise e tratamento dos resultados da experiência no laboratório. As dificuldades foram sentidas nos cálculos e na relação dos conceitos calorimétricos. Pudemos notar também dificuldade com as unidades de energia, que representa na realidade uma dificuldade com os fenómenos e conceitos.

Dificuldades como estas já foram identificadas na literatura por diversos investigadores. Por exemplo, no trabalho de Greenbowe & Meltzer (2003) realizado com aproximadamente 200 estudantes universitários para identificar a compreensão sobre calor e fenómenos térmicos no contexto de soluções calorimétricas, foram identificadas diversas dificuldades. Algumas destas estavam relacionadas com a dificuldade nos cálculos para determinar o calor da reacção; no uso do princípio da conservação da energia; na distinção dos termos “calor” e “temperatura”, no entendimento e relação entre estes conceitos; na falta de reconhecimento e aplicação da relação entre calor, calor específico e mudança de temperaturas (não fazendo uso da equação  $q = mc.T$ ); na falta de reconhecimento de que ‘m’ na relação  $q = mc.T$  se refere à massa de *toda a solução* contida no calorímetro e não apenas à massa de uma espécie; ... etc.

Apesar da experiência calorimétrica realizada pelas estudantes no contexto do mini-projecto não ter por objectivo identificar a sua compreensão sobre os conceitos calorimétricos, o acompanhamento das estudantes mostrou-se útil para identificar algumas das dificuldades já apontadas por Greenbowe & Meltzer (2003), nomeadamente, dificuldades com os cálculos calorimétricos, com a compreensão e relação entre conceitos e com as unidades de energia e entalpia.

Na parte final deste encontro, foram discutidas outras dificuldades, no contexto do tratamento dos dados para a construção de gráficos e tabelas para a apresentação do mini-projecto. A elaboração do texto para a apresentação do trabalho, embora consistisse

uma preocupação, só o foi realmente no encontro de trabalho seguinte, tornando-se então numa preocupação central.

### **Sétimo encontro de trabalho**

O desenvolvimento da capacidade de escrever tem sido defendido por diversos investigadores, como fundamental para a aprendizagem. Durante muito tempo os educadores consideraram a escrita como uma ferramenta destinada somente à comunicação, com ênfase na maneira correcta do uso da linguagem (Tynjälä, Mason, & Lonka, 2001). Actualmente, o movimento “escrever para aprender” tem fortalecido a ideia da escrita como um modo de aprendizagem. O sétimo encontro de trabalho foi marcado pela escrita do texto final que iria compor o cartaz e os slides da apresentação oral do mini-projecto.

Em todo este encontro, a escrita foi usada para organizar e interligar os conceitos e ideias do mini-projecto. Para Nelson (2001), a escrita vista numa perspectiva cognitiva, com o foco no indivíduo ou no grupo, tem uma dimensão selectiva, organizacional e de conexão. Neste encontro de trabalho existe um outro elemento que foi utilizado para auxiliar na escrita. Este elemento foi utilizado pela Carla quando recorre “às perguntas” para resolver o problema da sequência de ideias no texto que estava a escrever juntamente com a Ivete. Neste caso, o acto de formular perguntas serviu como um modo de raciocínio para organizar e relacionar as ideias escritas.

Foram ainda desenvolvidas outras habilidades. Por exemplo, o processo de produção escrita também foi enriquecido com o uso de softwares e com a filtragem e composição dos conteúdos que deveriam compor o cartaz. Na Figura 6.19, apresentamos uma miniatura do cartaz que resultou do esforço de composição através dos meios computacionais. Mais do que o trabalho escrito em si, este tipo de projecto deu oportunidades de desenvolvimento de habilidades que poderão ser fundamentais nas suas vidas profissionais. Como dispor e ordenar o que foi escrito, pode ser, em certos contextos, tão importante como o que foi escrito.

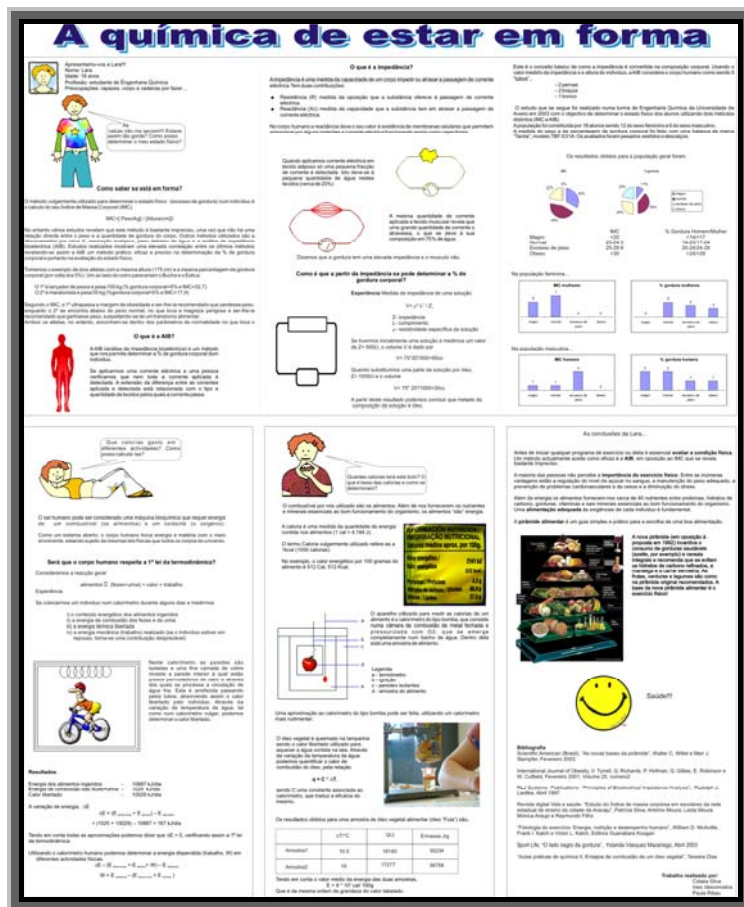


Figura 6.19 Miniatura do cartaz apresentado

### A apresentação oral do mini-projecto

A comunicação oral é, sem dúvida, uma das capacidades que se deseja desenvolver nos alunos. A apresentação oral dos mini-projectos constituiu uma oportunidade para estes estudantes desenvolverem esta habilidade desde o 1º ano. Frequentemente, esta habilidade só é estimulada do meio para o fim dos seus cursos.

Cada grupo tinha 15 minutos de apresentação, mais 5 minutos para perguntas e discussão do professor e dos colegas. A apresentação foi compartilhada por todos os integrantes do grupo “Termoquímica de estar em forma”, sendo a Ivete a primeira a falar. Começou por apresentar a personagem “Lara” e as suas perguntas. Nas Figuras 6.20 e 6.21, mostramos os dois primeiros slides apresentado pela Ivete.



Figura 6.20 e 6.21 Dois primeiros slides apresentados

Depois de apresentada a personagem no primeiro slide, o segundo slide mostra a Lara formulando a primeira pergunta: “As calças não me servem!!! Estarei assim tão gorda? Como posso saber o meu estado físico?” Perguntas como estas foram usadas durante toda a apresentação como meio de introduzir e relacionar novos sub-temas entre si. Na sequência da apresentação surgem outras perguntas de natureza diferente das que foram formuladas “através” da personagem Lara. As Figuras 6.22 e 6.23 correspondem aos slides seguintes da apresentação.

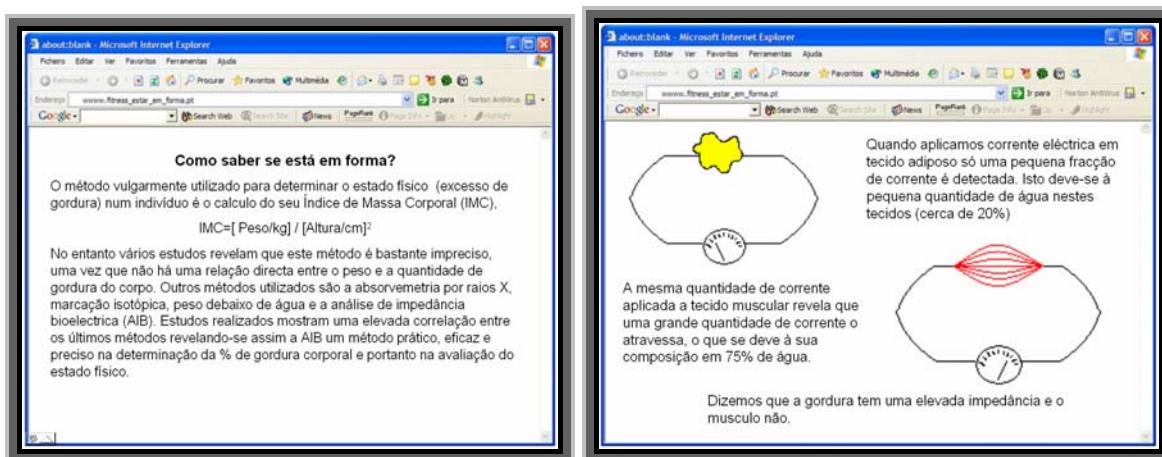


Figura 6.22 e 6.23 Pergunta e parte do conteúdo da apresentação oral

Na lógica apresentada pelo grupo, estas são páginas da Internet onde a Lara vai buscar as informações, por isso os slides têm a mesma aparência de um software de navegação na Internet. Foi nesta primeira parte que foram apresentados os resultados das medições da BIA e do IMC dos colegas. Na Figura 4.22, temos uma pergunta similar à que “Lara” formulou inicialmente, contudo com funções diferentes da anterior. As perguntas que se

seguem foram apresentadas nesta primeira parte da exposição oral e serviram como “sub-títulos” organizadores:

- Como saber se está em forma?
- O que é a AIB?
- O que é a impedância?
- Como é que a partir da impedância se pode determinar a % de gordura corporal?

Na segunda parte da apresentação, feita agora pela Carla, “Lara” volta a formular novas perguntas motivadoras de um novo sub-tema do trabalho: “Que calorias gasto em diferentes actividades físicas? Como posso calculá-las?” Estas perguntas são o pretexto para que seja desenvolvido o sub-tema sobre o calorímetro humano. A pergunta organizadora desta secção foi:

- Será que o corpo humano respeita a 1ª lei da termodinâmica?

A terceira e última parte foi apresentada pela Patrícia. As perguntas iniciais de Lara foram: “Quantas calorias terá este bolo? O que é isso das calorias?” Estas perguntas serviram para que fosse desenvolvido o sub-tema sobre o calorímetro dos alimentos. Também foram apresentados, nesta parte, os resultados da experiência que estimava o calor de combustão de um óleo alimentar feito com um calorímetro rudimentar. A pergunta que foi formulada como “sub-título” desta última parte foi:

- Como se pode determinar as calorias de um alimento?

As perguntas, sejam as formuladas através da personagem ou as usadas como sub-títulos, estruturaram e organizaram a comunicação oral. Estas perguntas serviram também para relacionar os sub-temas de forma coerente, atribuindo a cada uma delas uma qualidade diferente das formuladas noutro contexto. A qualidade destas perguntas não pode ser avaliada somente pelo seu nível cognitivo, mas pela função que elas desempenham no contexto do mini-projecto. Este facto reforça a ideia de que as perguntas devem ser valorizadas mesmo que sejam de baixo nível cognitivo, consoante o seu contexto. Por exemplo, a pergunta “O que é a impedância?” é uma solicitação de informação, mas no contexto em que ela foi formulada implicava avaliar em que altura da apresentação seria adequada e qual era a relação e o papel desta pergunta com os

outros sub-temas da comunicação. Por isso, o uso desta pergunta exigiu que as estudantes mobilizassem funções de elevado nível cognitivo.

Após a apresentação oral, foi dada a oportunidade aos colegas para colocarem perguntas ao grupo. Para estimular as perguntas dos colegas, o professor iniciou o processo seguido de uma pergunta de um estudante.

### **6.6.2 – Fases do Mini-projecto**

Mesmo que as regras de comportamento e papéis a desempenhar por cada estudante num grupo não sejam directamente discutidas, estas existem. No caso do grupo da “termoquímica”, cada estudante desempenhou diversas funções que contribuíram para a evolução do mini-projecto. Estes papéis não foram designados pelo professor nem pelas estudantes entre si, mas estavam presentes nas diversas fases do trabalho em grupo. O que passaremos a analisar, com mais pormenor, é uma síntese do desenvolvimento do mini-projecto tendo como apoio o papel que cada estudante desempenhou em cada uma destas fases ou estádios.

O facto de não haver funções bem definidas trouxe vantagens e desvantagens para o desenvolvimento do mini-projecto. Light & Cox (2001) argumentam que quando os estudantes têm papéis bem definidos, estes podem tornar-se demasiadamente preocupados com o seu comportamento e papel no grupo, desviando a atenção das actividades principais. Por outro lado, pode ser particularmente interessante para o estudante entender qual a sua função no grupo, aprendendo por experiência directa que o grupo pode ser mais efectivo quando as tarefas são divididas. Para Slavin (1995), um dos problemas do método de especialização de tarefas é que os estudantes correm o risco de aprenderem somente o sub-tópico ou a sub-tarefa pela qual são pessoalmente responsáveis.

Outros autores, tal como Cohen (1994), defendem a especificação de papéis pelo professor em determinados contextos do trabalho em grupo. Estes papéis incluem o de facilitador ou líder, o de porta-voz, o de escrivão, etc. Há também quem descreva os alunos considerando algumas características da personalidade. Light & Cox (2001) descrevem três “tipos” de alunos num grupo de trabalho: o ajudante amigável, o batalhador e o pensador lógico. Estes são descritos com diferentes características de

comportamento que influenciarão as diversas tarefas, o relacionamento uns com os outros, e a avaliação dos diferentes métodos de trabalho.

É importante para o professor compreender que um grupo de trabalho cooperativo pode ter diferentes fases. Identificar alguns dos comportamentos e associá-los a uma determinada fase pode ser bastante tranquilizador para o professor e até mesmo para os próprios estudantes. Light & Cox (2001), por exemplo, descrevem uma razoável concordância existente entre vários autores com respeito às fases por que um grupo pode passar. Na Tabela 6.13 apresentamos as várias fases segundo três autores citados por Light & Cox (2001):

**Tabela 6.13** Fases de um grupo de trabalho cooperativo

Rowan (1976)	Bramley (1977)	Smith (1980),
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formação</li> <li>• Tempestade</li> <li>• Performance</li> <li>• Lamentação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependência</li> <li>• Rebelião</li> <li>• Cooperação</li> <li>• Lamentação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teste dependência</li> <li>• Hostilidades Intra grupo</li> <li>• Coesão/cooperação do grupo</li> <li>• Papel funcional da relação</li> <li>• Lamentação</li> </ul>

Citado por Light & Cox (2001, p.120)

A fase de “lamentação” é descrita em relação a um número de possíveis reacções do grupo: retrocesso, negação e fuga. Nem todos os grupos passam por estas fases. As fases de Tempestade, Rebelião e Hostilidade intra/inter grupos, muitas vezes não chegam a ser presenciadas. Apesar de nem todos os grupos passarem por todas as fases, certamente todos passaram pela fase de formação do grupo. É necessária a especial atenção nesta fase porque os estudantes demonstram grande dependência, ansiedade e insegurança.

Dos cinco principais métodos de aprendizagem em grupo descritos por Slavin (1995), os chamados “grupos de investigação” são os que mais se aproximam do que foi realizado nos mini-projectos. Segundo Slavin (1995), num “grupo de investigação” os estudantes progridem em seis estádios: *i*) identificação do tópico e organização dos estudantes em grupo, *ii*) planeamento das tarefas de aprendizagem, *iii*) execução da investigação, *iv*) preparação de relatório final, *v*) apresentação do relatório final e *vi*) avaliação. No segundo estádio, que corresponde ao planeamento da investigação, Slavin (1995) comenta que muitos grupos encontram em algumas perguntas relevantes – tais como: O que desejamos investigar? Quais são as nossas fontes? Como dividiremos o trabalho? – uma ferramenta útil para esta fase.

No desenvolvimento do mini-projecto sobre “termoquímica” podemos identificar pelo menos sete fases:

**1ª Fase: Formação do grupo**

- Formação por afinidade pessoal
- Encaminhamento de temas sugeridos para os mini-projecto
- Reagrupamento e inserção de um novo elemento (Patrícia)

**2ª Fase: Tempestade de ideias**

- Liderança de ideias por uma das estudantes (Ivete)
- Envolvimento e ampliação das ideias pelas colegas

**3ª Fase: Divergência de ideias**

- Busca na Internet
- Confusão de vários sub-temas
- Conflito e divergências de interesses
- Primeiras perguntas sobre as leituras dos sub-temas.

**4ª Fase: Estruturação e Produção**

- Estruturação, organização e reflexão das ideias através de perguntas
- Criação de uma personagem que “formula” perguntas
- Convergência e produção sistematizada.

**5ª Fase: Construção Escrita**

- Construção do texto
- Uso de perguntas para resolver problemas de organização e reflexão sobre o tema
- Aprendizagem do uso de softwares

**6ª Fase: Apresentação oral**

- Uso de perguntas para a organização e unificação da apresentação
- Divisão de tarefas na apresentação
- Integração e colaboração das colegas entre si.

**7ª Fase: Exposição dos cartazes e avaliação**

- Valorização positiva do professor
- Reconhecimento dos colegas

As fronteiras temporais destas fases não são rigidamente marcadas pela ordem dos encontros de trabalho e pelas reuniões <Q/Q> (ver Tabela 6.3), mas por um conjunto de atitudes e acontecimentos que estavam presentes em sucessivos encontros e reuniões.



### Primeira Fase

Na fase de formação de um grupo de trabalho pode ser necessário que o professor utilize um tratamento mais directivo, possibilitando um conjunto de opções que contribuam para estímulo inicial do grupo. Contudo, é importante que esta primeira fase de dependência não seja prolongada. Sobre a fase em que os estudantes demonstram insegurança Light & Cox (2001) advertem: “Esperar que os alunos se tornem independentes quando têm incertezas tanto sobre si próprios como sobre o grupo pode criar sérias dificuldades” (p.121). Por isso, foram sugeridos vários temas para que os estudantes pudessem escolher ou ter ideias sobre que “tipo” de projectos era esperado que eles desenvolvessem. Por outro lado, quando o professor é muito directivo no começo, pode interferir numa fase da aprendizagem do grupo de grande motivação e criatividade. Por isso, indicar papéis, temas e regras rígidas pode significar que os estudantes passem muito tempo sentados a escutar de forma passiva ou que estejam a desenvolver um tema sem interesse pessoal. Um pequeno conjunto de regras básicas para o grupo, no começo, pode ser particularmente importante quanto existe o perigo de os estudantes desenvolverem uma expectativa errada sobre como eles deveriam proceder e comportar-se. O equilíbrio na fase inicial do projecto pode, até certo ponto, definir o sucesso do envolvimento activo dos estudantes nos seus projectos.

Como já foi discutido anteriormente, a formação deste grupo deu-se de forma espontânea e por afinidade das estudantes entre si. O aspecto emocional e relacional na formação dos grupos não pode ser desconsiderado. Na primeira fase, a falta de afinidade foi um dos factores responsáveis pela não integração imediata e total da terceira componente do grupo. A Patrícia não fazia parte da “turma de amigas” que estavam juntas deste o primeiro semestre. Ela juntou-se a este grupo porque estava sem grupo e porque o grupo formado somente pela Ivete e pela Carla foi considerado insuficiente. Este foi um dos factores que causou problemas de envolvimento e integração não somente na fase de formação do grupo, mas prolongando-se por todas as outras fases. O problema do envolvimento e integração de Patrícia só pôde ser superado nas últimas fases do mini-projecto.

## Segunda fase

Na segunda fase do projecto, surgiu uma grande quantidade de ideias trazidas principalmente pela Ivete. Estas ideias foram plenamente acatadas pelas colegas, que as ampliaram com novas ideias. A liderança natural de Ivete nesta fase, caracterizada pela sua iniciativa de sugerir sub-temas, foi seguida nas demais fases de desenvolvimento do projecto. Embora esta liderança não tenha sido explicitamente assumida pelas colegas e pela própria Ivete, ela existiu em todas as fases, como ela própria admite na entrevista:

**Ivete:** As coisas poderiam ter corrido de maneira diferente, se eu tivesse querido. Eu também não estou para... quer dizer, era mensagem para aqui (no telemóvel), olha vamos nos encontrar no sei aonde, faz no sei o quê! Quer dizer eu não sou, eu não tenho que *mandar* em nada, não é? As coisas até podia, podiam todas ter participado da mesma maneira, mas eu não tenho que *mandar* em ninguém. Elas já são crescidas, cada um sabe o que tem que fazer, não é? Têm que ter auto iniciativa senão!

Nesta entrevista, a Ivete fala de acontecimentos que ocorreram em diversas fases do projecto que estavam relacionados com a sua iniciativa e com a dependência das colegas, por exemplo, para que marcassem as reuniões. Neste caso a Ivete não reconhece uma liderança saudável por parte dela, mas uma dependência das colegas no planeamento e realização do projecto. É importante lembrar que esta entrevista só foi concedida no final do mini-projecto e que, na altura da segunda fase, a sua liderança e iniciativa foram espontâneas e não conflituosas. A liderança feita pela Ivete, só foi levada em conta como um “peso” depois desta fase. Ou seja, o esforço feito por Ivete em liderar e desenvolver o mini-projecto foi apreciado no decorrer do processo.

Neste sentido, quando Dewey (2002) comenta sobre o desenvolvimento da atenção acrescenta:

“A criança está simplesmente absorvida por aquilo que está a fazer; a ocupação na qual está envolvida prende-a completamente. Ela entrega-se sem reservas. Ainda assim, apesar de toda a energia despendida, não há um **esforço consciente**; apesar de a criança estar completamente envolvida, não há intenção consciente” (p.126).

No caso da Ivete, existe um esforço inconsciente não somente nesta fase mas nas outras fases, que faz mover não somente o seu envolvimento no projecto, como também o comprometimento das colegas.

### Terceira fase

A terceira fase do desenvolvimento do mini-projecto foi marcada pela busca de informações em diversas fontes, mas principalmente na Internet. Esta busca de informações trouxe uma quantidade de ideias e sub-temas que, apesar de estarem ligados ao tema principal não pareciam poderem ser tratados no mesmo projecto. Foi também nesta fase que surgiu um conflito a nível do que poderia ou não ser tratado no mini-projecto. Por exemplo, as estudantes descobrem, através do professor, que fazer uma medida calorimétrica num calorímetro real não é algo rotineiro. Iniciam-se aqui as leituras das informações que as estudantes conseguem recolher, resultando naturalmente nas primeiras perguntas relacionadas com dificuldades de compreensão dos textos. Estas perguntas são formuladas principalmente pela Ivete nas reuniões <Q/Q> e dirigidas ao professor. Faz parte desta fase, por exemplo, o segundo encontro de trabalho onde a Carla diz que está a sentir-se perdida com a diversidade de sub-temas e de ideias a desenvolver.

### Quarta Fase

Estes sentimentos da Carla, no início do segundo encontro de trabalho, levou a que procurassem estruturar e organizar todo o trabalho com vista à sua apresentação futura. A Carla sugeriu então a criação de uma personagem, preocupada com sua forma física, que percorria, através das suas perguntas, todos os sub-temas que as estudantes gostariam de abordar.

Como pode a atitude e a habilidade de pensamento crítico ser incorporada num grupo de aprendizagem cooperativa? Wlederhold & Kagan (1992) consideram que é através da formulação de perguntas. Algumas vantagens atribuídas por estes autores são resumidas do seguinte modo:

“Using a model such as the student question generations model can make student questions the focus of cooperative lessons, allowing students time to think critically: first in constructing questions, second in asking them, third in responding, and again in paraphrasing, praising, and augmenting them” (p.206).

Todas estas vantagens apontadas pelos investigadores numa metodologia mais sistemática e estruturada, foram atingidas pelas estudantes do mini-projecto, através de um processo mais espontâneo e naturalista onde as perguntas foram incentivadas e usadas na maioria das suas fases. O uso das perguntas nesta quarta fase, permitiu uma

maior convergência e uma produção mais sistematizada. Foi nesta fase, por exemplo, que ocorreu a discussão e realização da experiência com o calorímetro rudimentar no laboratório.

### **Quinta fase**

A quinta fase, também chamada de fase da construção escrita do texto que comporia o cartaz e os slides da apresentação, foi realizada com a ausência de Patrícia, que só voltou a integrar-se no processo nas fases seguintes. Nesta fase, o trabalho escrito foi facilitado pelo uso das perguntas utilizadas na organização da sequência e na reflexão do texto. A aprendizagem nesta fase foi mais intensa para a Ivete e para a Carla, que conseguiram desenvolver as mais diferenciadas competências. Por exemplo, uma das competências desenvolvida, mais tarde expressa pela Ivete numa entrevista, foi a de trabalhar com os softwares usados para a realização do cartaz e dos slides da apresentação. Outras aprendizagens, para além das académicas, foram também conseguidas. O sentimento de pertença a um grupo e de compromisso para com os colegas pôde ser observado principalmente na Ivete, mas a Carla também declarou na sua entrevista que aprendeu a lidar com problemas pessoais e académicos de forma equilibrada, tornando-se mais comprometida com o desenvolvimento do mini-projecto.

A aprendizagem social e relacional certamente esteve presente noutras fases do mini-projecto. Contudo, é nesta fase que podemos notar um maior envolvimento da Carla nas actividades do grupo, decorrente da percepção da importância do seu papel perante a colega. Após a mudança de atitude, Carla envolve-se mais efectivamente na construção do texto. Esta fase começou antes do sétimo encontro de trabalho, prolongando-se por outros encontros na ausência do investigador.

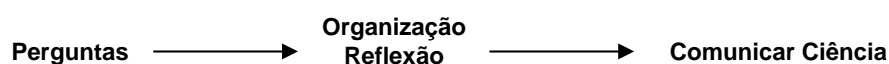
### **Sexta fase**

Na fase da apresentação oral do mini-projecto, a aprendizagem, na sua dimensão social, esteve novamente presente através da cooperação entre os três elementos do grupo. A integração da Patrícia deu-se quando as colegas dividiram as tarefas para a apresentação oral, fornecendo-lhe um guia sobre o que ela deveria dizer e, ainda, ajudando-a a conhecer melhor o conteúdo.

Considerando que o ensino e a aprendizagem se desenvolvem através da linguagem, e que ler, escrever, ouvir, reflectir e falar em ciência é o que a maioria dos professores e

cientistas fazem, aprender ciência consiste fundamentalmente em aprender a “comunicar ciência”. Segundo Lemke (1993), aprender ciência significa aprender a “falar ciência”, isto é, a usar a linguagem científica na leitura, na escrita, no raciocínio, na resolução de problemas, na acção prática no laboratório e no dia a dia. Significa ainda aprender a comunicar em linguagem científica e a agir como membro da comunidade científica. Sem dúvida, a apresentação oral constitui um importante factor do desenvolvimento da linguagem científica também, e muito mais no estudante universitário. Neste sentido, podemos considerar que a Patrícia desempenhou o seu papel de maneira eficiente nesta fase, como reconheceu posteriormente a Ivete.

As perguntas que desempenharam funções relevantes na organização do trabalho, na reflexão sobre o tema, na organização de ideias, na delimitação do tema e na identificação e reflexão sobre as dificuldades encontradas nas diversas fontes de informação, foram usadas como guias da comunicação oral dos conteúdos científicos.



Nesta fase, as perguntas foram usadas não porque as estudantes não soubessem a resposta, mas porque queriam comunicar ao professor e aos colegas um caminho percorrido e as possíveis respostas encontradas. Assim, a mesma pergunta que fora utilizada para organizar e reflectir é usada agora para comunicar ciência de forma estruturada, criativa e de fácil acompanhamento.

### **Sétima fase**

A maioria dos estudantes que participou dos mini-projectos estava envolvida com o projecto “Questões em Química” desde o início do ano. Após a apresentação oral do mini-projecto, os cartazes foram recolhidos pelo professor para uma avaliação mais detalhada, de acordo com alguns critérios, nomeadamente se o cartaz era sintético e de fácil compreensão. A avaliação da participação no mini-projecto foi adicionada à média da componente teórica, uma vez que a classificação final era a média da componente prática com a teórica.

O reconhecimento dos colegas, nesta última fase do projecto, pôde ser sentido pelas perguntas formuladas no final da apresentação e de algum “arrependimento” expresso por alguns dos que não participaram dos mini-projectos.

Em resumo, o resultado da análise de cada uma destas fases foi caracterizado por diferentes aspectos do desenvolvimento da competência do questionamento, da organização e reflexão do trabalho em grupo. Por exemplo, na fase da “divergência de ideias” houve uma busca de informação muito intensa que causou a confusão entre vários sub-temas, conflito e divergências de interesses; no entanto, na fase seguinte houve uma estruturação, organização e reflexão das ideias através de perguntas. Na fase da “construção escrita”, durante a qual as competências da escrita e construção de texto estava mais em evidência do que nas outras fases, novamente as perguntas foram usadas como apoio na resolução de problemas da escrita. Na sexta fase a competência que estava mais em evidência era a da comunicação oral, sendo as perguntas neste momento usadas para organizar a sequência da apresentação. Outras competências como a integração e colaboração dos colegas no trabalho em grupos também estavam presentes nas fases do mini-projecto. As perguntas formuladas nas diversas fases foram chamadas de “perguntas organizadoras” (Pedrosa de Jesus et al., 2005).

### 6.6.3 – Perfil de envolvimento dos estudantes

Outros indicadores do nível de envolvimento das estudantes que desenvolveram o mini-projecto “termodinâmica do estar-em-forma” podem ser obtidos, por exemplo, pelas classificações finais de cada semestre lectivo. Estes valores mantêm uma hierarquização no primeiro e no segundo semestre, mostrando que a Ivete, seguida da Carla, obteve sempre as melhores classificações. A Patrícia, que obteve sempre as menores classificações do grupo, teve uma melhoria quantitativa do primeiro para o segundo semestre. Esta melhoria quantitativa foi acompanhada por melhorias qualitativas, no que se refere ao envolvimento activo na disciplina de Química.

Na Tabela 6.14, mostramos o número de perguntas formuladas pelas estudantes ao longo do ano lectivo em diferentes contextos.

**Tabela 6.14** Número de perguntas formuladas ao longo do ano lectivo

<i>Estudantes</i>	<i>Nº de perguntas no 1º Semestre</i>	<i>Nº de perguntas no 2º semestre</i>	<i>Nº de Perguntas formuladas nas reuniões &lt;Q/Q&gt; e encontros</i>	<i>Nº de Perguntas formuladas nas entrevistas</i>	<i>Total</i>
Ivete	3	10	26	2	41
Carla	0	1	8	5	14
Patrícia	0	3	1	4	8

Percebemos que a Ivete foi quem mais formulou perguntas ao longo do ano, seguida da Carla e da Patrícia. As três perguntas formuladas no segundo semestre por Patrícia foram formuladas oralmente numa única aula teórico-prática preparatória para o teste. Estas perguntas foram pedidos de informação, como por exemplo: *“Por que é que o 2-fenilpropano não é um fenol?”*, mas que revelam, mesmo assim, um envolvimento e uma preocupação com a disciplina, não observado antes. A única pergunta formulada pela Patrícia numa reunião com o professor é uma solicitação de confirmação se no departamento de biologia poderia existir um calorímetro para os alimentos. As perguntas formuladas no contexto das entrevistas estavam ligadas às dificuldades apresentadas pelas estudantes no momento em que foram discutidas algumas das situações problema sobre Termodinâmica Química. A seguir, citamos alguns exemplos:

- É possível um processo ser endotérmico e exotérmico ao mesmo tempo?
- Os músculos rompem sempre, aí não conseguem se recuperar, não é?
- Por que é que as baterias "viciam" (se não deixarmos descarregar completamente, carregam cada vez menos)?
- Qual a diferença entre decaimento radioactivo e transmutação nuclear?
- O 'iso' só se usa quando o carbono está ligado a dois grupos metil, mais nada, não é?

No geral, todas estas perguntas correspondem a momentos diferentes de reflexão dúvidas e necessidades no contexto dos mini-projectos ou fora deste contexto. No sentido do trabalho em pequenos grupos de investigação, van Zee (2000) leva em consideração alguns indicadores de aprendizagem por investigação<sup>40</sup>. Alguns dos

<sup>40</sup> Tradução livre da palavra inglesa “Inquiry”, usada pela autora como uma actividade multi-facetada que envolve fazer observações, formular perguntas, examinar livros e outras fontes de informação, planeamento da investigação, análise, comunicação dos resultados e uso do pensamento crítico e lógico... etc.

indicadores identificados são: formular perguntas; planejar a investigação; usar ferramenta para reunir, analisar e interpretar os dados; propor uma explicação; prever; interpretar; identificar hipóteses; considerar interpretações alternativas.

Outro indicador que devemos ter em conta para construirmos o perfil de envolvimento das três estudantes é a qualidade relativa das perguntas. Na Tabela 6.15, apresentamos a classificação bipolar confirmação – transformação.

**Tabela 6.15** Classificação bipolar para as perguntas das estudantes do mini-projecto

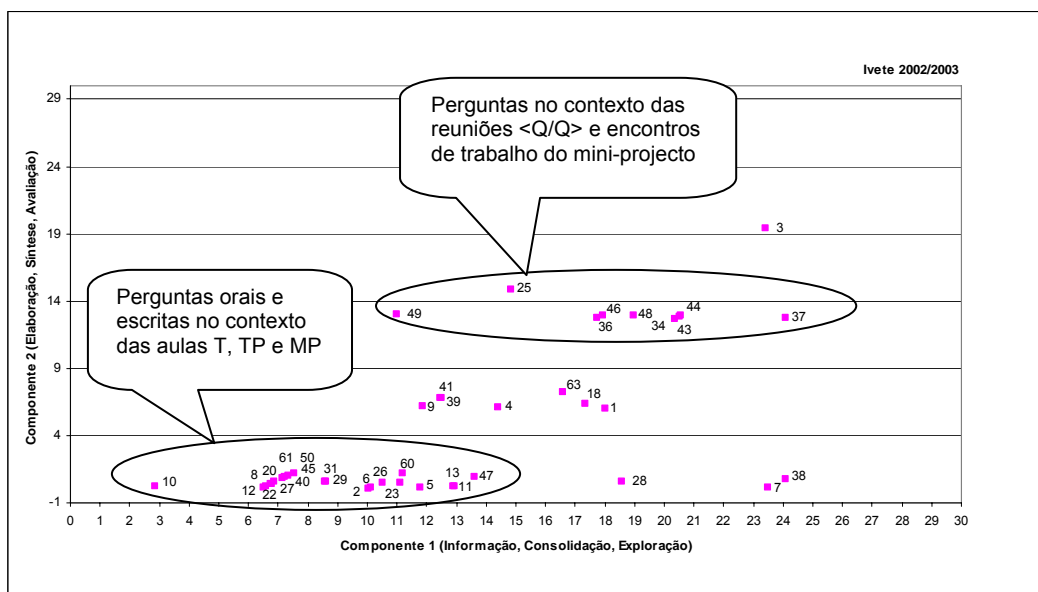
	Confirmação	Transformação	Total
Ivete	24	17 (41%)	41
Carla	9	5 (36%)	14
Patrícia	6	1 (14%)	7
Total	39	23 (37%)	62

Percebemos que a mesma hierarquia existente entre as estudantes em relação ao número de perguntas e às notas em ambas as disciplinas de Química, existe nesta classificação bipolar. Ivete é quem tem a maior percentagem de perguntas de “transformação” (41%), seguida da Carla (36%) e finalmente pela Patrícia (14%). No geral, 37% das perguntas são de “transformação”, e 63% de “confirmação”.

Como entre todas as perguntas do terceiro estudo (2002/2003), 48% são de transformação, isto equivale a dizer que apenas a Ivete tem uma percentagem de perguntas de transformação próxima da média da turma 1.

Na Figura 6.24, apresentamos todas as perguntas de Ivete, através dos “indicadores de qualidade” relativa.





**Figura 6.24** Perguntas escritas e orais de Ivete

Nesta figura existem duas regiões que representam perguntas de qualidade relativa diferente. As perguntas formuladas no contexto das reuniões <Q/Q> e encontros de trabalho estão numa região de maior qualidade relativa do que as perguntas formuladas no contexto das aulas teóricas (T), teórico-práticas (TP) e também do mini-projecto (MP). A seguir, apresentamos exemplos de perguntas, distribuídas pelas regiões da Figura 6.24.

- 3. Se a variação de entropia do universo é sempre maior que zero, ou seja, “caminha-se” no sentido da desordem, como é que se formam estruturas como são os planetas, os sistemas planetários e as galáxias?
- 4. Por que é que as baterias "viciam" (se não deixarmos descarregar completamente, carregam cada vez menos)?
- 37. Um impulso eléctrico. É assim, há duas medidas que se pode fazer, num circuito a resistência e a reactância. Não percebo muito bem o que é reactância e qual a diferença? Mas pronto na reactância tem a ver com a diferença de potencial e depois é assim... Eu não sei explicar isso muito bem, temos uma célula e o potencial dentro e fora da célula é diferente, então há uma diferença de potencial...
- 10. É uma pilha? [o professor havia referido numa aula teórico que  $^{238}\text{Pu}$  servia para pace-maker, emitia energia eléctrica]

Nas Figuras 6.25 e 6.26, apresentamos o posicionamento de qualidade relativa para as perguntas da Carla e da Patrícia.

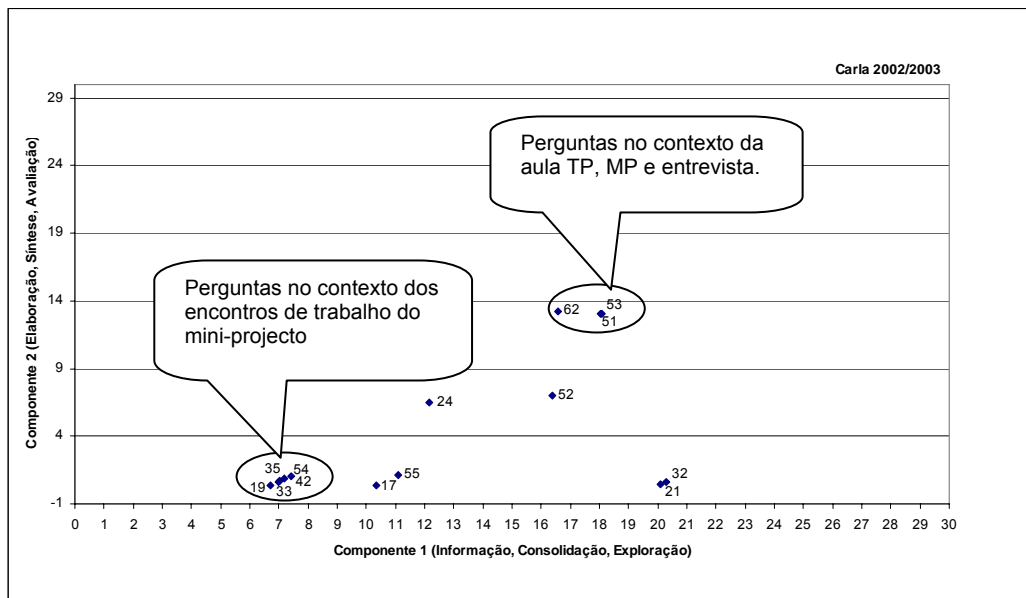


Figura 6.25 Perguntas de Carla

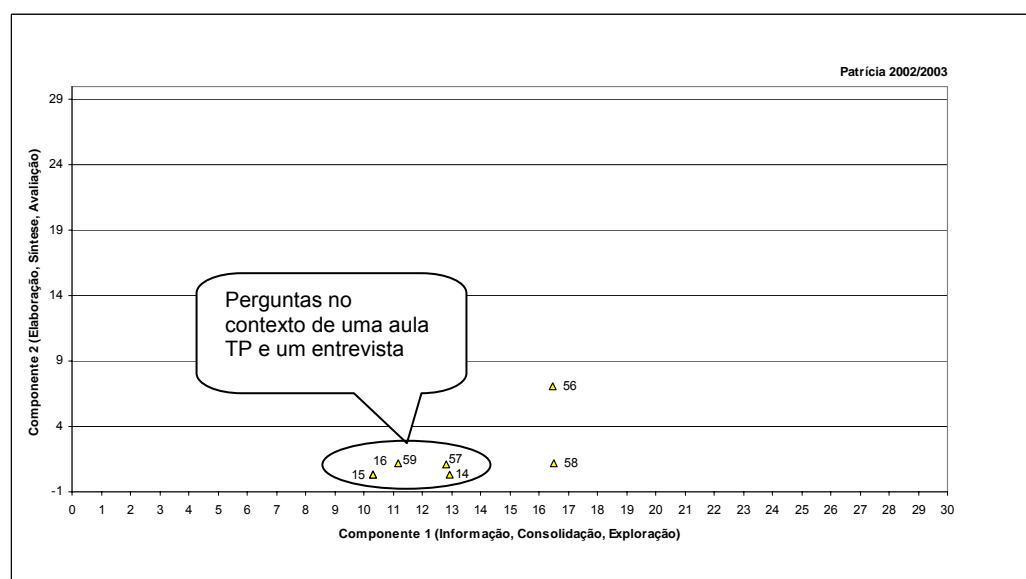
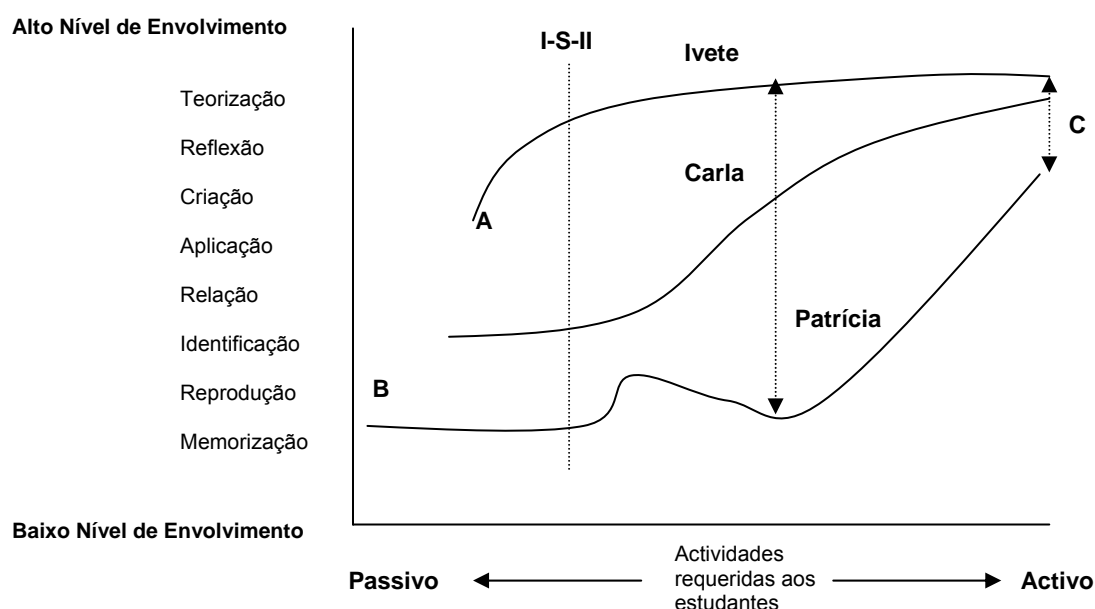


Figura 6.26 Perguntas de Patrícia

Nas perguntas da Carla podemos verificar dois pólos de qualidade: um onde a maioria das perguntas foi formulada no contexto dos encontros de trabalho dos mini-projectos e um outro constituído pelas três perguntas formuladas na aula teórico-prática, mini-projecto e entrevista. Todas as perguntas da Patrícia foram formuladas no contexto de uma aula teórico-prática e em entrevista. As perguntas da Patrícia são em menor quantidade do que as das colegas e situa-se numa região de menor qualidade relativa.

Em resumo, muitas das perguntas formuladas no contexto das reuniões <Q/Q> e encontros de trabalho são de qualidade superior às perguntas feitas noutros contextos. Estas perguntas poderiam não ser formuladas se não fosse o envolvimento destas estudantes no mini-projecto. Assim, o nível de envolvimento activo pode ser verificado não somente pela quantidade de perguntas formuladas mas também pela sua qualidade.

Levando em consideração os dados expostos sobre o envolvimento destas estudantes, e usando o gráfico hipotético de Biggs (1999) para “concretizar” a evolução e o nível de envolvimento destas estudantes, construímos a Figura 6.27 na tentativa de os representar.



**Figure 6.27** Nível de envolvimento de três estudantes durante um ano lectivo

Os pontos A e B sugerem a diferença existente entre Patrícia e Carla em relação à Ivete, no começo do ano lectivo. A linha tracejada (I-S-II) representa uma linha divisória entre o primeiro e segundo semestre. Biggs (1999) chama a uma estudante como a Ivete de “académica”, e como a Patrícia de “não-académica”, e acrescenta que o desafio para o professor é ensinar tanto para Patrícia como para a Ivete. Este autor argumenta ainda que, nos últimos anos, cada vez mais estudantes como a Patrícia entram na universidade.

Existem três importantes factores na Figura 6.16, também apontados por Biggs na sua figura hipotética: o nível de envolvimento dos estudantes, o grau de actividade orientada

para um ambiente de aprendizagem activa e o método de ensino utilizado para estimular e orientar academicamente o estudante.

Depois do início do segundo semestre, a Patrícia melhorou seu nível de envolvimento, ao participar do mini-projecto. No entanto, durante metade do semestre apresenta um baixo envolvimento, recuperando nas últimas fases do mini-projecto.

O ponto C da Figura 6.27 aponta para um maior nível de envolvimento activo no final do semestre que no início, sendo que a distância entre as três estudantes não é tão grande. Para Biggs (1999), “good teaching is getting most students to use the cognitive level processes that the more “academic student” use spontaneously. Good teaching narrows the gap” (p.4).

Em síntese, a análise do perfil de envolvimento ao longo do mini-projecto mostra que as estudantes partiram, no início do semestre, de níveis de envolvimento diferentes, mas que, no final, estavam com níveis de envolvimento proporcionalmente maiores. Uma característica importante deste crescimento é que a diferença nos níveis de envolvimento entre as estudantes no início do semestre foi considerada grande tendo, no entanto, diminuído no final do processo, facto que indica que todas cresceram proporcionalmente em envolvimento activo.

## **CAPÍTULO 7 - PERGUNTAS E DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM**

“Learners’ questions can be diagnostic of their understanding. Even when questions are poorly formed they indicate ‘an active, interrogative attitude that not only seeks appropriate information and opinion but also allows some determination of the worth of what is read or heard” (Watts & Pedrosa de Jesus, 2001, p.78)



## 7.1 - Introdução

Uma meta frequentemente citada para o ensino da Química consiste na resolução de novos problemas pelos alunos. Contudo, diversas investigações têm revelado que um dos impedimentos para a resolução de problemas é a deficiente compreensão de conceitos. Segundo Herron (1996) quando os alunos têm dificuldade na resolução de problemas, a primeira coisa a verificar é o grau de compreensão dos conceitos envolvidos.

A linha de investigação sobre “concepções alternativas” tem produzido um *corpus* com as dificuldades dos alunos nas mais diversas áreas do ensino das ciências. Como acreditamos que as perguntas formuladas no contexto do projecto <Q/Q> podem revelar dificuldades diversas sobre conceitos de Química, apresentamos a análise das dificuldades identificadas, quer estas indiquem pré-concepções, concepções alternativas ou simplesmente revelem falta de conhecimentos.

## 7.2 - O que pode tornar um conceito difícil de aprender?

Ao definir um “conceito”, devemos considerar a interpretação dos seus atributos. Claramente, um conceito envolve a identificação dos atributos que devem estar presentes para que uma entidade seja considerada membro de uma classe de conceitos. Ao identificar atributos de uma classe podemos encontrar vários, apenas um ou nenhum, que é o caso de grande parte dos conceitos abstractos. Por exemplo, para Herron (1996) o conceito de gás ideal tem atributos que não são facilmente identificáveis. Alguns conceitos dão margem a uma interpretação subjectiva, ao declarar: “People holding the same concept may make different classifications as a result of different interpretation of attributes” (p. 106).

Segundo este autor, um conceito tem atributos *críticos* e atributos *variáveis*. Todos os conceitos têm atributos críticos. Por exemplo, todos têm um nome ou um símbolo e dividem características comuns a um grupo de conceitos. Os atributos variáveis nem sempre existem; os membros de um conceito podem ser reais ou imaginários, e cada conjunto de conceitos pode ter dois ou mais membros.

Muitos professores de Química admitem a existência de conceitos de difícil compreensão; procurar saber por que razão certos conceitos são de difícil compreensão é de grande valia para a contextualização e fundamentação dos instrumentos e estratégias para o ensino e aprendizagem da Química, servindo igualmente para orientar as diversas linhas de investigação em Educação em Química.

Muitos investigadores apontam a natureza teórica e abstracta de alguns tópicos do currículo de Química como fonte das dificuldades dos alunos. Por exemplo, na investigação sobre a compreensão do conceito de mole, Larson (1997) afirma que, devido à sua natureza teórica e abstracta, este conceito tem sido reconhecido como um dos mais difíceis tópicos do ensino e aprendizagem no currículo de Química.

Outro conceito de Química que é motivo de muitos estudos devido ao seu alto grau de abstracção é o conceito de orbital. Concordamos com Mackinnon (1999), quando afirma que este é um dos principais problemas numa disciplina de introdução à Química:

“O estudo da Química inclui muitos conceitos abstractos em que os alunos podem encontrar dificuldades de compreensão. Uma parte fundamental e preocupante num curso introdutório de Química é o tópico da configuração electrónica e especificamente a mecânica quântica de orbitais” (p. 1).

Encontramos na literatura outras razões que indicam por que é que certos conceitos de Química são de difícil aprendizagem. São difíceis por:

- i)* não serem observáveis;
- ii)* serem necessárias deduções;
- iii)* terem relações com a matemática;
- iv)* existir uma relação com outro conceito;
- v)* terem uma linguagem química difícil;
- vi)* não haver nenhuma associação prévia com o conceito.

Investigadores como Guthrie (1991) e Smith (1987) reconheceram muitas destas dificuldades nos seus trabalhos:

“The concept of the mole and its relationship to chemical algebra is difficult for many high school chemistry students to master” (Guthrie, 1991).

“Because density is unobservable and must be inferred from knowledge about weight and size, it is a difficult concept to teach and learn” (Smith, 1987).



Todo o aluno tem o seu próprio “conceito” de calor, trabalho e energia antes de lidar com eles num ambiente académico. Existe, portanto, uma diferença importante entre os esquemas conceptuais que os estudantes trazem e os conceitos que os químicos aceitam como correctos. Os esquemas conceptuais dos alunos desenvolvem-se naturalmente como resultado das suas experiências informais (espontâneas). Uma das funções do professor de química consiste em ajudar os alunos a modificar estes esquemas informais caso seja necessário, conduzindo-os a um esquema conceptual formal, cientificamente aceite.

Dizer que muitos dos conceitos de Química são aprendidos informalmente não implica que estes tenham sido aprendidos sem instrução ou mediação. Mesmo os conceitos informais foram construídos pelos alunos enquanto agentes de interacção. Para Herron (1996), a formação de conceitos implica uma permanente organização de percepções:

“A formação de conceitos é uma característica envolvente da percepção. Somos bombardeados por estímulos. Ignoramos a maioria; o resto, organizamos para trazer significado à experiência. Organizamos os estímulos em classes com características comuns; formamos conceitos” (p. 108).

Muitos investigadores designam os “conceitos informais” como “conceitos alternativos”, ou como lhes chamava Vigotsky (1998b), “conceitos espontâneos”. Outros evitam expressões como “conceitos errados”, afirmando que têm uma conotação negativa que deveria ser evitada. Também Herron (1996) considera que tal argumento tem o seu mérito, mas ignora a razão da expressão “conceitos errados”, com uma conotação negativa para alguns.

Aprender é impossível sem a discrepância (conflito) entre o entendimento informal e os conceitos científicos. Os conceitos errados são uma parte necessária do crescimento intelectual. Por isso, não deveriam ser ignorados como agentes que podem revelar dificuldades de aprendizagem dos alunos. Se as dificuldades de aprendizagem fossem tão diversas quanto o número de alunos existentes numa sala de aula, não teria sentido investigar as dificuldades que estes têm em comum. É por se saber que existem dificuldades e erros conceptuais comuns a vários alunos que procuramos identificar tais dificuldades, para tratá-las de forma apropriada.

### 7.3 - O que pode revelar a análise das dificuldades de aprendizagem dos conceitos?

A análise das dificuldades conceptuais permite clarificar a natureza do conceito que desejamos ensinar, sugerir algumas razões para as dificuldades de aprendizagem do conceito, fornecendo indícios para uma bem sucedida estratégia de ensino. Sabe-se que alguns conceitos são mais difíceis de compreender que outros. Esta dificuldade é frequentemente relacionada com a possibilidade destes serem aprendidos por incrementos, por mudanças ou por algum tipo de reestruturação do conhecimento. Baseado nas dificuldades que os alunos têm em aprender conceitos, Herron (1996) considera diversas categorias de conceitos, não mutuamente exclusivas, entre as quais destacamos:

- i) *conceitos concretos*, como os de pássaro, planta, homem, corpo;
- ii) *conceitos duplos*, como os de elemento e composto;
- iii) *conceitos simbólicos*, como os de frase, fórmula, símbolo químico, parágrafo, equação, palavra;
- iv) *conceitos-princípio*, como os de mole e de mistura;
- v) *conceitos-processo*, como os de fusão, de oxidação, de destilação, de dissociação, de electrólise.

Para este autor, os *conceitos concretos* representam uma classe com numerosos exemplos e atributos facilmente perceptíveis e com reduzida dificuldade de aprendizagem. Note-se a não existência de uma categoria que poderíamos designar por *conceitos abstractos*. Esta surge dispersa noutras, nos seus aspectos mais específicos, que tantas dificuldades de aprendizagem causam. As principais categorias que representam os conceitos abstractos são designadas pelo autor como *exemplos invisíveis* e *atributos invisíveis*. Alguns conceitos químicos, tais como átomo, iões e moléculas nomeiam objectos a nível microfísico, ou seja, constituem exemplos *invisíveis*. Para Herron (1996), vários *pseudo-exemplos* podem ser colocados no lugar dos exemplos, como acontece com as animações de computador e os modelos físicos, mas é necessário algum cuidado para que não surja confusão entre características do modelo (por exemplo, cor e/ou solidez dos modelos moleculares) e características do conceito.

Outros conceitos químicos têm exemplos perceptíveis, mas *atributos invisíveis*: uma lâmina de zinco constitui um exemplo perceptível de um elemento químico, mas a sua observação à vista desarmada não permite reconhecer que é constituída por um único

tipo de átomo. Segundo Herron (1996), este tipo de conceito causa dificuldade porque é necessário aplicar testes indirectos para distinguir *exemplos* de *não-exemplos*. Tais testes podem ser difíceis de fazer, usar e entender.

Os *conceitos duplos* requerem efectivamente que os alunos compreendam a diferença entre dois conceitos e a relação entre eles. “Conceito como o de elemento é mais complicado pelo facto de exigir que os alunos entendam os níveis macroscópico e microscópico” (Herron, 1996, p. 135). Muitos conceitos químicos são difíceis porque requerem dois ou mais níveis de abstracção. Muitas das vezes estes níveis têm de ser tratados simultaneamente e representados por símbolos.

A mole – quantidade de substância com o mesmo número de unidades estruturais que o número de átomos de carbono em 12g de carbono-12 ( $6,0221 \times 10^{23}$ ) – é a unidade de quantidade de substância do Sistema Internacional. Como se vê, este conceito pressupõe outros conceitos: o de quantidade de substância, de unidade estrutural (*building block*), de átomo e de isótopo. Talvez por estes conceitos serem relativamente fundamentais, o autor tenha classificado o conceito de mole na categoria dos *conceitos-princípio*. Só podemos discordar desta classificação na medida em que, em nosso entender, confere excessiva importância e relevo a uma unidade cuja compreensão e aplicação não requer especiais qualidades intelectuais.

Conceitos tais como peso, massa, carga eléctrica, frequência, número de oxidação e combustão nomeiam *atributos e propriedades* de objectos. Para que o aluno possa entender estes conceitos, as propriedades devem ser identificadas no objecto que as possui.

*Conceitos simbólicos* tais como equações e fórmulas químicas são provavelmente tão fáceis de aprender com os conceitos concretos.

Muitos conceitos importantes em química nomeiam *processos* tais como fusão, ebulição e combustão. Para Herron (1996), estes conceitos não apresentam nenhum problema especial: os estudantes facilmente distinguem processos químicos e físicos como os que aqui citamos.

#### 7.4 - Como determinar as dificuldades conceptuais dos estudantes?

Poderíamos admitir a possibilidade de identificar as dificuldades de aprendizagem dos alunos exclusivamente através de testes de avaliação. No entanto, nem sempre é possível estabelecer uma relação directa entre erros e/ou acertos detectados nos testes e dificuldades conceptuais, nem tão pouco se compreendem adequadamente os conceitos apresentados pelos alunos nos testes. Herron (1996) sugere que uma das formas de identificar as dificuldades de compreensão dos alunos de Química consiste em estar atento ao que eles expressam. Expressões incorrectas como “considerar 2 átomos de água” devem ser questionadas. Para este autor (ibidem), outros meios podem ser usados para indicar as dificuldades de compreensão dos estudantes: “A cuidadosa leitura dos relatórios de laboratório, das tarefas de casa e dos testes escritos fornece bons indicadores de deficiente compreensão conceptual e permite descortinar a compreensão errada dos conceitos” (p. 143).

Frequentemente, temos a percepção de não conseguirmos definir algo que entendemos. Também sabemos que uma definição que tenha pouco significado para o aluno corre o risco de ser memorizada, tendo um valor limitado na avaliação do entendimento conceptual. Concordamos com Herron quando afirma que, seja qual for o método de perscrutação do entendimento conceptual do aluno, terá sempre limitações. “Todos os esforços para examinar o entendimento conceptual – incluindo o desempenho em testes, portfolios e outros procedimentos normalmente defendidos como alternativa aos formatos dos tradicionais testes – têm limitações” (p. 144).

A articulação de um conjunto de instrumentos e métodos para indagar as dificuldades dos alunos pode ser sempre mais eficiente que qualquer método isolado ou conjunto sem articulação. Muitos investigadores articulam entrevistas, questionários, portfolios para obter informações sobre dificuldades de aprendizagem dos alunos com relativo sucesso. Contudo, poucas investigações recorrem às perguntas dos estudantes universitários para descortinar as suas dificuldades.

Maskill & Pedrosa de Jesus (1997b) desenvolveram um método para identificar as dificuldades de aprendizagem dos alunos do ensino básico usando perguntas que estes formulam: “O acto de formular perguntas estimula o processo de pensamento de quem questiona e revela as ideias e concepções por detrás das perguntas” (p. 782).

Numa visão construtivista da aprendizagem, estes autores afirmam que é essencial o conhecimento das ideias prévias dos alunos e que estas podem constituir uma fonte de dificuldades na aprendizagem. Argumentam também que as perguntas dos alunos podem constituir uma maneira mais adequada de obter informações sobre as ideias que causam problemas na aprendizagem do que outros métodos tradicionalmente usados.

Maskill & Pedrosa de Jesus (1997b) conduziram esta investigação com 6 turmas de alunos do ensino básico em Portugal, com idades entre 15 e 16 anos, nas aulas que abordavam os conceitos de calor, temperatura e energia. Era pedido aos alunos que escrevessem as perguntas que quisessem após pausas introduzidas pelo professor durante a aula. Após análise de 558 perguntas formuladas por 183 alunos em 10 aulas, estes autores chegaram à conclusão que a grande maioria das perguntas (85%) se enraizava na necessidade de melhores explicações e de inter-relação de assuntos. A análise das perguntas também mostrou que muitas das dificuldades dos alunos não são oriundas de concepções alternativas, ao contrário do que tem sido descrito na literatura. Ou seja, somente 15% das perguntas revelaram, segundo os autores, estruturas explicitamente alternativas.

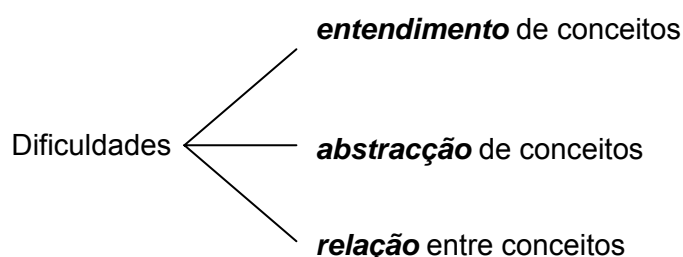
Neste trabalho, 60% das perguntas foram feitas sobre o conceito de temperatura, 20% sobre energia e 13% sobre calor. Para os autores, a maioria das perguntas reflecte dificuldades relacionadas com falta de conhecimentos básicos e com ausência de conceitos complexos e abstractos. Outra fonte de dificuldade reside nas relações entre conceitos, principalmente na distinção entre conceitos de temperatura, calor e energia. As perguntas dos alunos podem revelar dificuldades e concepções alternativas que frequentemente não são reveladas pelos métodos tradicionalmente utilizados. Do ponto de vista da investigação, o cruzamento de diversos métodos pode ser mais profícuo que a adopção de um único método.

### **7.5 – Análise dos dados: categorias de análise**

Como já foi referido em capítulos anteriores, o nosso estudo analisou as perguntas formuladas pelos estudantes do 1º ano universitário na perspectiva da qualidade (nível cognitivo). Neste capítulo, iremos analisar 531 perguntas escritas (135 do primeiro estudo, 226 do segundo e 170 do terceiro) tendo em vista descortinar as barreiras ou dificuldades de aprendizagem dos estudantes nos diversos conteúdos de Química.

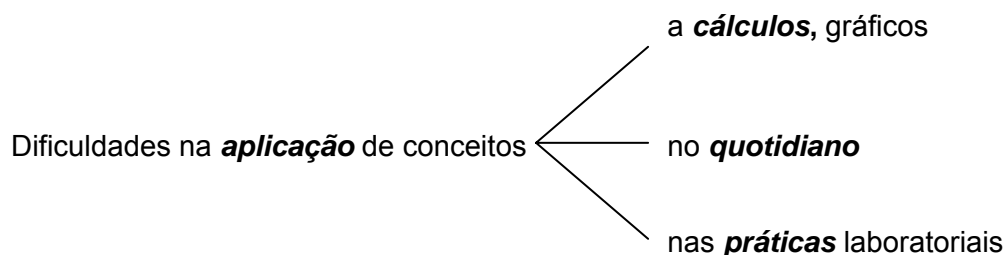
Considerando que nos três estudos em análise os conteúdos das disciplinas Química I e Química II permaneceram praticamente inalterados, tomamos tais conteúdos como organizadores na nossa análise (ver Anexo 4.1).

As dificuldades dos estudantes reveladas através das suas perguntas foram classificadas em três categorias principais: *conceitos*, *linguagem* e *aplicação*. Por sua vez, as dificuldades conceptuais foram subdivididas em dificuldades de *entendimento*, de *abstracção* e de *relação*. Foi frequente encontrarmos dificuldades de *entendimento* de conceitos e de procedimentos, sobretudo com novos conceitos com os quais os alunos não tiveram contacto no ensino secundário ou que suscitavam conflito com os conceitos apreendidos na Universidade. Nas dificuldades decorrentes da *abstracção*, foram classificadas as perguntas que mostraram dificuldades com conceitos abstractos, por exemplo, conceitos ao nível atómico-molecular. A dificuldade na relação entre conceitos também foi observada na subcategoria *relação*.



As perguntas que revelaram dificuldades com a linguagem científica em relação à linguagem do dia-a-dia foram classificadas na categoria *linguagem*. Na categoria *aplicação*, consideramos três subcategorias: a dos *cálculos*, a *do quotidiano* e a *das práticas* laboratoriais. Nestas subcategorias, foram identificadas dificuldades dos estudantes:

- i) na aplicação de determinados conhecimentos ou conceitos em operações de cálculos, com gráficos e/ou exercícios;
- ii) na aplicação ou na relação dos seus conhecimentos com fenómenos do quotidiano, ou seja, na aplicação do conhecimento a situações do dia-a-dia, ou na transposição para situações do quotidiano ou experimentais;
- iii) na aplicação dos conhecimentos e dos conceitos nas aulas práticas, isto é, na execução e na compreensão teórica dos trabalhos laboratoriais.



Depois procurámos conjugar os vários conteúdos de química onde foram enviadas perguntas com os tipos de dificuldades encontradas, e que poderiam de alguma forma revelar um sentido mais generalizado e transversal. Para a análise destas categorias usámos o programa de análise qualitativa N6 (Richards & Richards, 2002). A seguir, apresentaremos uma visão geral dos números de perguntas enviadas sobre cada conteúdo nos três estudos, para depois analisarmos em maior profundidade o tipo de dificuldade encontrada em cada conteúdo.

### 7.6 – Análise de algumas dificuldades em Química

Na Tabela 7.1, apresentamos a totalidade das perguntas escritas, distribuídas pelas duas disciplinas de Química, e respectivo estudo.

**Tabela 7.1** Globalidade das perguntas por estudo

<i>estudo</i>	<i>Química I</i>	<i>Química II</i>	<i>Total</i>
Primeiro	51	55	106
Segundo	3	221	4
Terceiro	86	79	165

Apesar do segundo estudo (2001/2002) ter sido realizado somente no segundo semestre, existem algumas perguntas relacionadas com os conteúdos de Química I. O mesmo ocorre nos outros estudos onde temos perguntas no primeiro semestre relativas a conteúdos que iriam ser discutidos no segundo semestre na disciplina de Química II. Mais adiante veremos casos concretos deste facto. No início do primeiro estudo surgiram algumas perguntas que não estavam directamente ligadas com os conteúdos leccionados na disciplina. Tais perguntas não foram consideradas nesta análise.

**Tabela 7.2** Perguntas por capítulos de Química I

<i>estudo</i>	<i>Água e Soluções</i>	<i>Arquitectura Molecular</i>	<i>Termodinâmica Química</i>	<i>Total/estudo</i>
Primeiro	12	27	12	51
Segundo	0	1	2	3
Terceiro	49	6	33	88
<i>Total /capítulo</i>	<b>61</b>	<b>34</b>	<b>47</b>	<b>142</b>

Na Tabela 7.2, apresentamos a totalidade das perguntas distribuídas pelos conteúdos da disciplina de Química I. No terceiro estudo (2002/2003), houve necessidade de classificar algumas perguntas simultaneamente nos capítulos “Água e Soluções” e “Termodinâmica Química”. Por isso, o número total de perguntas na Tabela 7.2 é maior do que o número efectivo de perguntas. Nos três estudos, o número total de perguntas para cada conteúdo lectivo é 61 para “Água e Soluções”, 47 para “Termodinâmica Química” e 34 para “Arquitectura Molecular”.

Na Tabela 7.3, apresentamos o número de perguntas distribuídas por conteúdos lectivos de Química II. Aqui também existem algumas perguntas incluídas em mais do que um capítulo.

**Tabela 7.3** Perguntas por capítulos de Química II

<i>Estudo</i>	<i>Ácidos e Bases</i>	<i>Electroquímica</i>	<i>Cinética</i>	<i>Q.Nuclear</i>	<i>Q.Carbono</i>	<i>Total</i>
Primeiro	8	12	1	21	13	55
Segundo	98	64	41	3	16	222
Terceiro	17	20	4	13	26	80
<i>Total/capítulo</i>	<b>123</b>	<b>96</b>	<b>46</b>	<b>37</b>	<b>55</b>	<b>357</b>

No global, os capítulos que tiveram menor número de perguntas foram: “Arquitectura Molecular” (N=34) em Química I, e “Química Nuclear” (N=37) em Química II. As perguntas sobre “Ácidos e Bases” surgiram em maior número (N=123) nos três estudos.

Em relação às dificuldades reveladas pelas perguntas, apresentamos na Tabela 7.4 o número global para as três categorias (*Conceitos, Linguagem e Aplicação*) e respectivas subcategorias.



**Tabela 7.4** Perguntas classificadas de acordo com as dificuldades encontradas

<i>Estudo</i>	<i>Conceitos</i>			<i>Linguagem</i>	<i>Aplicação</i>		
	<i>Entendimento</i>	<i>Abstracção</i>	<i>Relação</i>		<i>Cálculos</i>	<i>Quotidiano</i>	<i>Práticas</i>
Primeiro	46	19	21	7	4	37	6
Segundo	92	13	16	2	3	69	63
Terceiro	53	29	18	13	5	57	25

As dificuldades com os vários *conceitos* tratados durante o ano lectivo estão presentes, em média, em mais de 55% das perguntas nos três estudos. As dificuldades com a aplicação dos conteúdos nas aulas práticas, no *quotidiano* e nos *cálculos* estão presentes, em média, em 47% das perguntas. Por último, as dificuldades com a *linguagem* estão presentes em aproximadamente 4% das perguntas. Mesmo considerando que algumas perguntas apresentaram mais de uma dificuldade e foram, portanto, classificadas em mais de uma subcategoria, dificuldades com o *entendimento* dos conceitos foram as que se apresentaram em maior número (N=191), seguida pela *aplicação* dos conteúdos ao *quotidiano* (N=163) e das *práticas laboratoriais* (N=94). Embora dificuldades com a *abstracção* dos conceitos (N=61) e com as *relações* entre conceitos (N=55) estejam presentes num número relevante de perguntas, é sem dúvida no *entendimento* e na *aplicação* que os estudantes revelaram maiores dificuldades conceptuais.

Após esta visão geral sobre a distribuição das dificuldades reveladas pelas perguntas nos três estudos, passaremos a discutir, com maior detalhe, as principais dificuldades identificadas em cada um dos conteúdos de Química I e II.

### **Perguntas sobre *Água e Soluções***

As perguntas ligadas a este tema correspondem a 9% das perguntas do estudo piloto e a 29% do terceiro estudo. No segundo estudo, não houve perguntas ligadas a estes conteúdos pelo facto de ter sido realizado apenas no segundo semestre. Isto corresponde a uma média de 12% de todas as perguntas feitas pelos estudantes ao longo dos três estudos. Na Tabela 7.5 apresentamos as dificuldades identificadas pelas perguntas sobre estes temas.

**Tabela 7.5** Dificuldades encontradas nas perguntas sobre o tema *Água e Soluções*

	<i>Conceitos</i>			<i>Linguagem</i>	<i>Aplicação</i>		
	<i>Entendimento</i>	<i>Abstracção</i>	<i>Relação</i>		<i>Cálculos</i>	<i>Quotidiano</i>	<i>Práticas</i>
<i>Água e soluções</i>	17	8	9	1	2	16	18
Aula <Q/Q> <i>Água</i>	5	1	1	0	0	2	0

Algumas perguntas foram classificadas em mais de uma categoria por apresentarem mais do que um tipo de dificuldade. Por exemplo, perguntas houve que visaram obter um melhor entendimento do conceito de “hidratos de gás” e, particularmente, “hidratos de metano”, na secção intitulada “Gelo Inflamável”, do capítulo “Água e Soluções Aquosas”. Talvez por ser um tema novo, não abordado no ensino secundário, o tema “hidratos de metano” suscitou dificuldades de compreensão, de abstracção e de aplicação prática:

- “Duas ou mais moléculas de metano têm tendência a entrarem numa mesma “gaiola” de moléculas de água ou a permanecer isoladas em “gaiolas” distintas?”
- “Como retirar o hidrogénio do hidrato de metano ou de outros hidrocarbonetos sem libertar o carbono na forma de CO<sub>2</sub> ou de outros gases de efeito de estufa? O que fazer com o carbono que resta?”
- “Querias mais informações sobre os hidratos de carbono, “gelo inflamável”, tais como, onde foram encontrados e quais os benefícios para a sociedade.”

As perguntas formuladas no contexto da aula <Q/Q> sobre “Água e Soluções Aquosas” têm os seus conteúdos ligados a aplicações no quotidiano e, principalmente, no entendimento dos conceitos, de que as perguntas anteriormente citadas também são exemplos.

Um aspecto interessante com respeito à última pergunta citada, é que esta foi enviada muito depois do professor apresentar o assunto na aula. O professor falou sobre os Hidratos de Metano numa aula teórica do dia 9 de Outubro (estudo piloto), e somente um mês depois do assunto ter sido apresentado é que o estudante enviou esta pergunta. É importante lembrar que o Projecto <Q/Q> teve o seu início no dia 2 de Novembro. Este facto pode indicar que o projecto representou para este estudante uma forma de

interagir com o professor através de um questionamento que, de outra forma, não teria acontecido.

A aplicação no quotidiano dos conteúdos dos temas “Água e Soluções Aquosas” também revelou dificuldades manifestadas de um grande número de perguntas (ver Tabela 7.5) que incidiram sobre gelo, tensão superficial e fase supercrítica da água. Tais perguntas procuravam sobretudo aplicar os conhecimentos adquiridos na sala de aula ao entendimento do mundo que nos rodeia. A seguir apresentamos alguns exemplos:

- “Como é que o fenómeno da fusão superficial influencia a patinagem no gelo?”
- “Gostaria que explicasse o motivo pelo qual as libelinhas conseguem manter-se à superfície da água de um lago? Deve-se à tensão superficial? Ou ao facto de dividirem o seu peso de forma equilibrada pelas patas?”

Alguns estudantes mostraram dificuldades em compreender determinados trabalhos práticos, tanto do ponto de vista teórico como da sua execução. Em especial, os trabalhos práticos ligados ao tema *Água e Soluções* foram bastante questionados (ver Tabela 7.5). Dois dos trabalhos mais questionados foram sobre transmitância/absorvência, um deles, e viscosidade, o outro. Apresentamos alguns exemplos de perguntas mostrando dificuldades ligadas com as práticas laboratoriais:

- “Após a realização do trabalho, surgiu-me uma dúvida que, por mais ou menos vã que pareça, vou colocar: será que a água tem 100% de transmitância, isto é, tem uma absorvência totalmente nula?”
- “Considere-se uma experimentação de que resulta um gráfico (tipo “massa em função do volume”): “em que situação experimental é importante considerar barras de erro nas abcissas?”
- “Por que razão a água tem uma viscosidade inferior à do etanol, quando deveria ser o contrário?”
- “A dúvida surgiu no trabalho prático “Detecção de iões”, em que a solução aquosa de NaCl conduz a corrente eléctrica e o NaCl no estado sólido não conduz, pois não há movimento de iões  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . Logo, o cobre não devia conduzir, mas conduz! Porquê?”

### **Perguntas sobre *Arquitectura Molecular***

As dificuldades sobre o tema *Arquitectura Molecular* estão presentes em 20% (N=27) das perguntas do estudo piloto e em apenas 3% (N=6) no terceiro estudo. No segundo estudo

surgiu apenas uma pergunta ligado a este conteúdo. Ou seja, a maioria das perguntas foi formulada no estudo piloto (2000/2001). Como já foi referido num capítulo anterior, o dia com maior número de perguntas formuladas, no estudo piloto, foi o dia 16 de Novembro 2000, onde a maioria das perguntas foi sobre hibridação e estrutura molecular. Este número talvez se deva ao facto de no dia 13 de Novembro, ter havido uma aula teórica sobre hibridação e configuração electrónica, e no mesmo dia ter também havido uma aula suplementar sobre estes temas. A aula teórica do dia 16 de Novembro versou ainda sobre este tema. Isto significa que, apesar do tema ter sido bastante discutido nas aulas, os estudantes mostraram muitas dificuldades com ele. As dificuldades estão ligadas principalmente ao alto nível de abstracção requerido por este conteúdo.

Admite-se que algumas das dificuldades podem ser remanescentes do ensino secundário. Por exemplo, a pergunta “*De onde provêm as forças que mantêm os átomos e as moléculas unidas?*” exprime essencialmente as mesmas dificuldades que perguntas feitas por alunos do ensino básico, relatadas por Maskill & Pedrosa de Jesus (1997b) na sua investigação: “Quem fornece a energia para que as partículas permaneçam em movimento?” (p. 796) Outras perguntas revelam dificuldades mais operacionais, tais como a pergunta que a Marília anotou no seu caderno de anotações, na aula do dia 13 de Novembro: “*Qual será a configuração electrónica do átomo C na molécula de metano?*”

Na Tabela 7.6, apresentamos a classificação das perguntas segundo as suas dificuldades no tema *Arquitectura Molecular*.

**Tabela 7.6** Dificuldades sobre o tema *Arquitectura Molecular*

Conceitos		Linguagem		Aplicação		
Entendimento	Abstracção	Relação		Cálculos	Quotidiano	Práticas
8	18	6	2	0	3	0

Através desta tabela, podemos perceber que as dificuldades que os estudantes mais expressaram estão de alguma forma relacionadas com a natureza abstracta deste conteúdo. Note-se que a maioria das perguntas (N=18) foi classificada como revelando dificuldades em conceitos abstractos. No entanto, existem perguntas que expressam dificuldades de entendimento de conceitos e nas relações entre conceitos. Por exemplo,

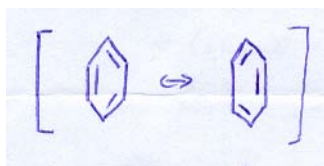
as perguntas que citamos a seguir mostram que o estudante procurava entender a relação entre configuração electrónica e energia do sistema:

- “Por que razão os átomos cuja configuração electrónica apresenta menor energia são mais estáveis?”
- “Porquê a diferença de energias entre as configurações electrónicas  $E([\text{Ar}] 4s^1 3d^5) < E([\text{Ar}]4s^2 3d^4)$ ?”

Na primeira pergunta, o estudante mostra que não entende a relação entre estabilidade do sistema e energia. Para este estudante parece ser uma incoerência um sistema com menor energia ser mais estável. Na segunda pergunta, a dificuldade parece estar em compreender a relação entre configuração electrónica e energia do sistema.

Outras perguntas revelaram dificuldades com a compreensão de conceitos abstractos em termos do comportamento microscópico e estrutural e, de certa forma, dificuldades no relacionamento da linguagem que a química utiliza com fenómenos e conceitos propriamente ditos:

- “Na estrutura da molécula de benzeno como híbrido de ressonância,



a seta significa que as ligações nesta molécula estão entre ligações duplas e simples? ou apresenta a molécula estados em que as *ligações alternam* entre simples e duplas?”

Nesta pergunta, o estudante tenta questionar o *significado da seta*, numa clara alusão à linguagem utilizada na representação da estrutura de ressonância e na sua relação com o comportamento real (*ligações alternam*) da molécula de benzeno.

Outra dificuldade dos estudantes reside na tentativa de compreenderem de forma mais concreta os conteúdos, principalmente os aspectos experimentais e práticos. As perguntas a seguir ilustram este tipo de perguntas:

- “Tendo um átomo dimensões ínfimas e não sendo possível vê-lo, como foi possível criar uma ponta do tamanho de um átomo para a microscopia de efeito de túnel?”
- “Nas ligações  $\sigma$ , existe algum método experimental que confirme que a densidade electrónica se situa ao longo do eixo internuclear?”

## Perguntas sobre *Termodinâmica Química*

Muitos dos conceitos em *Termodinâmica Química* são transversais a outros de Química Geral. Por isso, esperávamos que as perguntas dos estudantes estivessem de alguma forma relacionadas com estes conteúdos durante todo o ano lectivo e em todos os estudos. Na Tabela 7.7, apresentamos as perguntas formuladas sobre termodinâmica e organizadas em Entalpia e Entropia. Contudo, as que foram classificadas em Entalpia tiveram que ser integradas também noutros sub-temas relacionados.

**Tabela 7.7** Perguntas sobre *termodinâmica*

<i>Estudo</i>	<i>Entalpia</i>	<i>Calor e Temperatura</i>	<i>Exotérmico e Endotérmico</i>	<i>Entropia</i>
Primeiro	9	5	0	3
Segundo	2	1	0	0
Terceiro	25	12	5	8

Os diversos conteúdos de termodinâmica estão presentes em aproximadamente 9% das perguntas formuladas nos três estudos. Na Tabela 7.7 podemos observar que as perguntas sobre os conceitos de calor e/ou temperatura, constituem um número relevante em relação ao número total de perguntas sobre entalpia.

As perguntas relacionadas com a primeira lei da termodinâmica estão em maior número que as perguntas sobre a segunda lei da termodinâmica. No entanto, é na chamada lei zero da termodinâmica, ou seja, o conceito de temperatura e no conceito de calor que os estudantes formularam o maior número de perguntas.

Se considerarmos todos os assuntos onde estes conceitos foram utilizados, a percentagem de perguntas que usam os conceitos de calor e/ou temperatura cresce para mais de 7% das perguntas formuladas em todos os estudos. Por exemplo, nas perguntas que a seguir apresentamos, os conteúdos principais não são em termoquímica; no entanto, existe uma relação com o conceito de calor e/ou temperatura:

- “Qual a influência da *temperatura* na condutividade dos polímeros condutores?”
- “São estes polímeros [condutores] resistentes ao *calor*, à variação de pressão e de humidade?”

As perguntas sobre *Termodinâmica Química* revelaram dificuldades

i) no entendimento da relação entre conceitos;

- ii) na aplicação dos conceitos, tanto a nível dos cálculos como a nível das relações com diversos assuntos do dia-a-dia;
- iii) com os trabalhos práticos;
- iv) no entendimento de conceitos e fenómenos a nível microscópico (molecular),
- v) na compreensão dos conceitos. Para uma visão mais ampla das dificuldades reveladas pelas perguntas, apresentamos a sua classificação na Tabela 7.8.

As relações entre conceitos e a aplicação ao quotidiano são as principais fontes de dificuldade relacionadas com o conceito de Entalpia. A maioria destas perguntas, está relacionada, de alguma forma, com os conceitos de calor e de temperatura.

**Tabela 7.8** Dificuldades encontradas nas perguntas sobre o tema *Termodinâmica*

	<i>Conceitos</i>			<i>Linguagem</i>	<i>Aplicação</i>		
	<i>Entendimento</i>	<i>Abstracção</i>	<i>Relação</i>		<i>Cálculos</i>	<i>Quotidiano</i>	<i>Práticas</i>
Entalpia	7	4	11	1	4	11	4
Entropia	3	6	3	0	0	2	0

Contudo, nenhuma destas dificuldades parece revelar claramente concepções prévias, nem dificuldades com os conceitos em si, embora não tenha sido nossa pretensão neste estudo identificar as concepções alternativas. Mostram, sim, erros e dificuldades sobretudo na **relação** destes conceitos com outros e na sua **aplicação** ao quotidiano. Mostramos, em seguida, alguns exemplos onde calor e temperatura são usados na relação com outros conceitos:

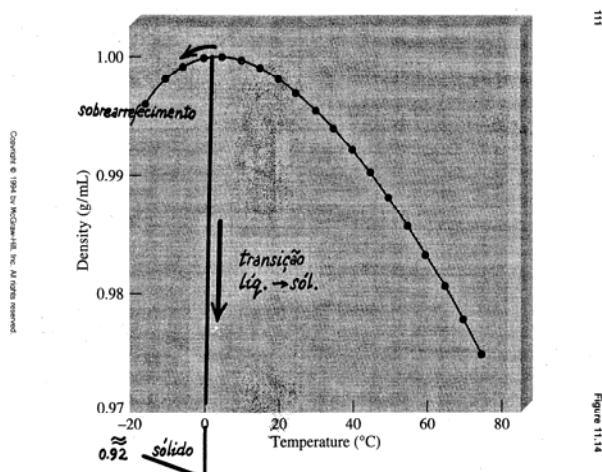
#### *Calor e equilíbrio térmico*

“Não compreendo como o calor cedido pela água quente ao gelo pode ser **decomposto em calor** usado na fusão do gelo **e em calor usado** para aquecer a água líquida resultante da fusão do gelo, uma vez que o calor transferido "aquece" o gelo, este transforma-se em água líquida, dá-se a fusão, deixa de ser gelo pois está a uma temperatura superior como foi provado. Quais são as bases que justificam que o calor da água quente não é somente usado na fusão e serve para aquecer água da fusão?”

### Densidade da água líquida em função da temperatura

“Não será contraditório a uma diminuição da temperatura e conseqüentemente da agitação molecular durante a congelação da água corresponder um aumento do espaço ocupado (maior volume)?”

Para entendermos melhor a pergunta do estudante teremos que observar a Figura 7.1, reprodução da transparência usada pelo professor que motivou a pergunta escrita pelo estudante.



**Figura 7.1** Figura mencionada pelo estudante na sua pergunta

O raciocínio do estudante está correcto no geral, mas não leva em conta o comportamento anormal da água e a estrutura cristalina do gelo. A resposta enviada pelo professor ao estudante, procura esclarecer porque é que no caso da água mostrado na Figura 7.1 a densidade pode diminuir com a diminuição da temperatura.

“Basta reparar na estrutura do gelo, com muitos espaços livres devido à formação de estruturas tetraédricas à volta do átomo O de cada molécula  $H_2O$ . Estas estruturas são relativamente abertas (deixam muito espaço livre originando baixa densidade) porque resultam do estabelecimento de ligações de hidrogénio. Pelo contrário, na estrutura da água líquida alguns destes espaços livres no gelo passam a ser ocupados por moléculas de água que estabelecem menor número de ligações de hidrogénio (3, 2, 1, ou 0). A ocupação de alguns espaços livres na estrutura do gelo por moléculas de água corresponde, naturalmente, a um aumento da densidade. Assim se explica o aumento de densidade da água líquida entre 0°C e 4°C”



### Relação da temperatura com volume e a pressão

A pergunta seguinte requer um esclarecimento sobre a Fig.7.2:

“Por que é que à mesma temperatura e pressão, há uma diferença de volume entre as situações c) e d)?”

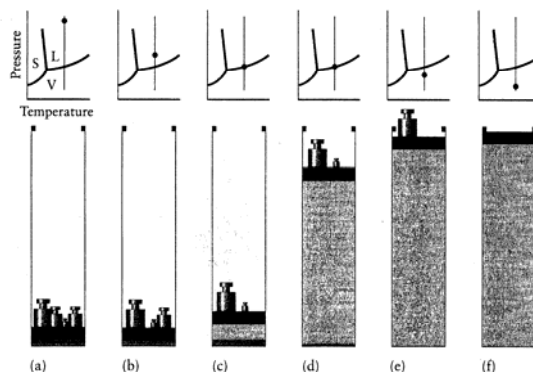


Figure 10.46  
Loetta Jones and Peter Atkins, CHEMISTRY: MOLECULES, MATTER, AND CHANGE, Fourth Edition

T1

**Figura 7.2** Figura mencionada pelo estudante na pergunta

Esta pergunta revela uma falta de compreensão da transparência usada pelo professor na aula teórica (Fig.7.2). Nos sistemas (c) e (d), podemos perceber a dificuldade do estudante. Qualquer destes sistemas tem duas fases ( $f=2$ , a fase líquida e a fase gasosa). De facto, são os únicos que têm duas fases. Como todos os sistemas desta figura têm um componente independente ( $c_i=1$ , água), o número de graus de liberdade é, para (d) e (c), igual a um (lei das fases,  $f+g=c_i+2$ , portanto,  $g=1$ ). Das duas variáveis existentes (pressão e temperatura), uma, a temperatura, é mantida constante. Então, o número de graus de liberdade reduz-se a zero, ou seja, a pressão de equilíbrio é constante. A passagem de (d) a (c) implica um aumento instantâneo da pressão, findado o qual foi retomado o valor anterior. Esse aumento instantâneo da pressão provocou a conversão de algum gás em líquido. Como o líquido tem uma densidade superior à do gás, o volume total diminuiu, mas a quantidade de água manteve-se constante (sistema fechado).

Alguns estudantes expressaram as suas curiosidades e/ou dificuldades em compreender os fenómenos a nível macroscópico como, por exemplo, na pergunta sobre combustão da madeira:

### *Combustão - Constituição da madeira (nível molecular)*

“Em minha casa já se queimaram quilos e quilos de madeira no fogão de sala e, no final, fica sempre um resto de cinza, que comparado com a quantidade de lenha queimada, é quase insignificante. A reacção entre o fogo e a madeira origina **calor (energia térmica)** e cinzas. O que são ao certo as cinzas? O que acontece à madeira ao ser-lhe pegado fogo, mais precisamente às suas **moléculas (estrutura interna)**? Qual é a constituição da madeira (ex: carvalho) e a das suas respectivas cinzas? **Como é que tanta madeira, pode originar tão pouca cinza?**”

### *Relação da Temperatura vs. Pressão de vapor (nível molecular)*

“Na aula teórico-prática de hoje (31 Outubro), a explicação transmitida no referente ao facto de a temperatura de ebulição da solução aquosa ser superior à do solvente puro é, "grosso modo", que existe uma concentração de água (solvente), no entanto não consigo assimilar este facto como causa da variação da **temperatura** de ebulição. Expondo: Estando os dois líquidos (água pura e solução) à mesma **temperatura** (100°C), tem-se que a energia cinética das moléculas nos dois líquidos é igual, **visto que é isso que a temperatura mede**, a pressão, (os choques das partículas) deveria ser na mesma de 1atm (igual a Pressão exterior) permitindo que se forme o vapor, visto que isto não se verifica tento compreender a **nível inter-molecular** o que se passa, **Supus** que as partículas do soluto pudessem ter um efeito "absorvente" dos choques, visto que são mais "inertes" a esta temperatura do que a água pois são não voláteis, e funcionem assim como estabilizadores, sendo então preciso mais energia cinética para criar a mesma pressão. **Outra hipótese**, é o facto de existir um soluto no meio da água, o que, causa uma maior dispersão das moléculas de H<sub>2</sub>O, fazendo assim com que a área ocupada pela solução seja maior, causando a água(solvente) a mesma "tensão" total nas paredes não se atinge a pressão suficiente para se evaporar a água (pois a área é menor), sendo assim necessário um **aumento da temperatura**. É muito provável que **as minhas hipóteses** se afastem bastante da realidade, por isso gostaria de ter conhecimento de uma explicação mais "real" e aprofundada se possível sobre esta questão. Obrigado”

Dada a extensão da pergunta, a existência de vários elementos de erro na pergunta do aluno, e o levantamento de várias hipóteses por parte do estudante, o professor reformulou a pergunta e respondeu-lhe do seguinte modo:

“Reformulo a pergunta de modo correcto e sucinto:

*Por que razão a pressão de vapor de uma solução é inferior à pressão de vapor do solvente puro, à mesma temperatura?*

A explicação deste facto é simples: a concentração da água na solução é inferior à concentração da água quando pura. Para compreender esta afirmação, basta reconhecer que a concentração de uma substância, se for expressa em molaridade, corresponde à quantidade dessa substância por dm<sup>3</sup> de solução. Ora, se tivermos uma solução, então 1 dm<sup>3</sup> de solução tem menor quantidade de

solvente que  $1 \text{ dm}^3$  do solvente puro. Logo, a concentração do solvente na solução é inferior à concentração do solvente quando puro. Tendo a água concentração inferior na solução precisa de atingir temperatura superior para que a sua pressão de vapor iguale a pressão exterior (1atm)”

A reformulação pelo professor de muitas das perguntas dos alunos acrescenta uma dimensão de formação e interacção entre professor e estudante. Neste caso, o estudante tem a oportunidade de repensar o seu questionamento e o professor de reanalisar as dificuldades do estudante. Este facto contribui para um dos objectivos do nosso trabalho, ou seja, a promoção das perguntas como ferramenta de reflexão tanto para o professor como para o aluno.

As dificuldades surgidas com a compreensão das reacções endotérmicas e exotérmicas são também bem conhecidas na literatura (Cachapuz & Martins, 1987). Apresentamos, a seguir, alguns exemplos onde os conceitos de reacções endotérmicas e exotérmicas são relacionados com diversos assuntos e situações. Como sempre, algumas perguntas encontram-se defeituosamente formuladas em termos científicos e possuem elementos de erro evidentes. Por sua vez, nem sempre é possível contextualizar devidamente as perguntas dos alunos.

Algumas das perguntas até aqui citadas, foram também classificadas em “quotidiano” por suscitarem alguma relação com o quotidiano. As perguntas que citaremos a seguir, procuram compreender um fenómeno que o estudante deve ter observado no seu quotidiano.

#### *Aplicação ao Quotidiano*

“Como é que se conseguem, dentro do foguete, as altas temperaturas necessárias para fazer reagir os compostos?”

“É possível fazer fogo de artifício sem que as reacções que nele se realizam sejam de oxidação-redução? Se sim, será essa a resposta para uma mistura que nos dê o azul escuro que procuramos.”

As perguntas sobre Entropia mostram a dificuldade dos estudantes em harmonizar a segunda lei da termodinâmica com a ordem existente no universo e nos sistemas vivos. Em alguns casos, as perguntas podem suscitar discussões filosóficas, onde o aspecto mais abstracto do conceito parece constituir a principal dificuldade. A seguir, apresentamos alguns exemplos dessas perguntas:

**Entropia**

“Se a variação de **entropia do universo** é sempre maior que zero, ou seja, "caminha-se" no sentido da desordem, como é que se formam estruturas como os planetas, os sistemas planetários e as galáxias?”

“A minha questão é a seguinte: Big Bang foi uma reacção espontânea? Se foi, envolveu um aumento de **entropia** que acho deva ter sido notório. Agora surgem teorias de que a matéria se vai voltar a juntar. Como interpretar tudo isto em termos da 2ª lei? a reacção também é espontânea? se for espontânea, como interpretar tudo isto?”

“Gostaria que me explicasse uma importante dúvida sobre **Entropia!** Segundo a Termodinâmica, a variação de **Entropia no Universo** tem que aumentar sempre! Como é que isso é possível? Se falarmos no Planeta Terra, este é um sistema dinâmico, mas aparentemente tudo tem a sua ordem... a Entropia tem tendência a descer! Por exemplo: os seres vivos têm tendência para que as suas células estejam todas devidamente "arrumadinhas"! Os processos bioquímicos que nas células ocorrem não as alteram, nem deformam! Há portanto, uma tendência para a organização e ordem do universo (considerando o ser o universo)!!! Não sei se me compreende...”

**Perguntas sobre Ácidos e Bases**

De todos os conteúdos de Química I e Química II, as perguntas sobre *Ácidos e Bases* foram as que ocorreram em maior número. Tais perguntas representam mais de 23% de todas as perguntas dos três estudos. Na Tabela 7.9 apresentamos estas perguntas distribuídas pelos três estudos desta investigação.

**Tabela 7.9** Perguntas sobre *Ácidos e Bases*

<i>Estudo</i>	<i>Ácidos e Bases</i>	<i>Práticas Laboratoriais</i>	<i>Chuvvas Ácidas</i>
Primeiro	8	3	0
Segundo	98	52	32
Terceiro	17	4	0

Os conteúdos sobre *ácidos e bases* foram discutidos sempre no segundo semestre de cada estudo, na disciplina Química II. Ao observarmos a Tabela 7.9, percebemos que foi no segundo estudo (2001/2002) onde ocorreu o maior número de perguntas. É importante lembrar que foi durante o segundo estudo que ocorreram modificações da estrutura das aulas práticas e a inclusão de uma aula <Q/Q> sobre “Chuvvas Ácidas”.

Estas estratégias justificam o elevado número de perguntas que surgiram sobre este assunto, chegando a constituir aproximadamente 43% das perguntas do segundo estudo.

Se considerarmos a totalidade das perguntas sobre *ácidos e bases* (N=123), percebemos que 43% revelam alguma dificuldade com os conceitos, 55% com a “aplicação” dos conceitos em cálculos, tanto nas aulas práticas como no quotidiano. Apenas 2% das perguntas apresentaram dificuldades relacionadas com a linguagem. Na Tabela 7.10 podemos ver o número de perguntas distribuídas pelas categorias das dificuldades encontradas.

O entendimento dos procedimentos e conceitos presentes nas aulas práticas é a maior fonte de dificuldade entre as que identificámos através das perguntas dos estudantes sobre *ácidos e bases*. Algumas estavam claramente ligadas, em primeira instância, a procedimentos: “*Por que razão na mistura de água com ácido se deve colocar primeiro a água e só depois o ácido?*”.

**Tabela 7.10** Dificuldades encontradas nas perguntas sobre *Ácidos e Bases*

	<i>Conceitos</i>			<i>Linguagem</i>	<i>Aplicação</i>		
	<i>Entendimento</i>	<i>Abstracção</i>	<i>Relação</i>		<i>Cálculos</i>	<i>Quotidiano</i>	<i>Práticas</i>
<i>Práticas Laboratoriais</i>	25	9	2	4	1	2	49
<i>Chuvas Ácidas</i>	14	0	1	0	0	17	0

Um dos conceitos mais questionados foi o de pH, principalmente porque existiam alguns trabalhos práticos que envolviam a compreensão deste conceito e a sua aplicação. O conceito de pH e as suas relações com diversos outros conceitos mostrou ser uma das principais dificuldades dos estudantes no estudo do tópico de *Ácidos e Bases*. Por exemplo,

- Por que razão o ácido clorídrico e o ácido fórmico com as mesmas concentrações têm pH diferentes?

Outra dificuldade relaciona-se com a escala de pH e o facto de existirem indicadores com mais do que uma zona de viragem. Estas perguntas revelam dificuldades com a expansão ou a falta de compreensão destes conceitos. Por exemplo:

- No terceiro trabalho prático de Química considera-se uma solução inicial de ácido sulfúrico muito concentrada com pH inferior a zero (-1,1)! Como pode isso ser possível se a escala deve estar compreendida entre 0 e 14?

A circunstância de terem surgido várias perguntas equivalentes a esta revela também a dificuldade de lidar com conhecimento deficiente previamente instalado no estudante, substituindo-o por conhecimento cientificamente correcto e fundamentado. A dificuldade em compreender a utilização da *notação-p*, de que o pH é um simples exemplo, foi observada tanto no primeiro estudo (2000/2001) como no segundo (2001/2002), embora tenha sido neste último que os estudantes exprimiram mais enfaticamente surpresa ao lidarem com pH negativo (por exemplo,  $\text{pH} \approx -1,1$  de uma solução 12 M em ácido sulfúrico). A invulgaridade desta situação (solução de elevada concentração em ácido sulfúrico) e os cuidados de segurança que exige talvez justifiquem que poucos livros admitam a possibilidade de ocorrer valores de pH inferiores a zero ou, equivalentemente para soluções alcalinas muito concentradas, valores de pH superiores a 14 (Figura 7.3, adaptada de Bhagavan (2002, p. 4)

**Escala de pH**

[H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ]/M	pH		[OH <sup>-</sup> ]/M
(10.0) 10 <sup>1</sup>	-1		10 <sup>-15</sup>
(1.0) 10 <sup>0</sup>	0	↑	10 <sup>-14</sup>
(0.1) 10 <sup>-1</sup>	1	↓	10 <sup>-13</sup>
(0.01) 10 <sup>-2</sup>	2		10 <sup>-12</sup>
10 <sup>-3</sup>	3	Ácido	10 <sup>-11</sup>
10 <sup>-4</sup>	4	↑	10 <sup>-10</sup>
10 <sup>-5</sup>	5	↓	10 <sup>-9</sup>
10 <sup>-6</sup>	6		10 <sup>-8</sup>
10 <sup>-7</sup> ←	7	← Neutro →	10 <sup>-7</sup>
10 <sup>-8</sup>	8	↑	10 <sup>-6</sup>
10 <sup>-9</sup>	9	↓	10 <sup>-5</sup>
10 <sup>-10</sup>	10		10 <sup>-4</sup>
10 <sup>-11</sup>	11	Básico	10 <sup>-3</sup>
10 <sup>-12</sup>	12	↑	10 <sup>-2</sup>
10 <sup>-13</sup>	13	↓	10 <sup>-1</sup>
10 <sup>-14</sup>	14		10 <sup>0</sup>
10 <sup>-15</sup>	15		10

**Figura 7.3** Escala de pH

Tanto no primeiro, como no terceiro trabalho prático, são mencionadas as várias zonas de “viragem” da fenolftaleína e de outros indicadores. Este facto suscitou várias perguntas dos estudantes, provavelmente porque no ensino secundário aprendem a titular ácidos e bases usando a fenolftaleína como indicador, em que é utilizada a zona de viragem compreendida entre pH 8,6 e 10. Por exemplo:

- “Por que é que um único indicador tem duas zonas de viragem de pH distintos?”
- “Porque existem indicadores como o vermelho de cresol e a fenolftaleína que apresentam mais que uma zona de viragem e como se podem encontrar essas diferentes zonas de viragem? (resposta a esta questão agradecia que fosse por mensagem de computador)”
- “Se os indicadores ácido-base são substâncias cuja cor varia apreciavelmente numa região estreita de pH, designada por zona de viragem, qual a razão para alguns indicadores possuírem mais do que uma zona de viragem, como por exemplo, a fenolftaleína? Será devido ao número de átomos cromóforos? Ou a propriedades particulares deste grupo especial de átomo?”

Nesta última pergunta, o estudante lança algumas hipóteses de resposta à sua pergunta. Estas hipóteses mostram que este procura compreender o problema a nível atómico, embora envolva pressupostos incorrectos (a molécula como uma simples “soma” de átomos, a existência de dois tipos de átomos, cromóforos e não cromóforos). Algumas perguntas revelam ainda dificuldades com aspectos microscópicos e abstractos (ver Tabela 7.10). Por exemplo, a propósito das estruturas da fenolftaleínas que absorvem ou não na região do visível,

- “Por que razão uma geometria trigonal com átomo de carbono central confere cor a um composto orgânico e uma geometria tetraédrica o torna incolor?”

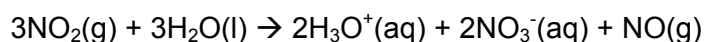
A aula <Q/Q> sobre *Chuvas Ácidas* foi fonte de muitas perguntas, como podemos observar novamente na Tabela 7.10. Percebemos que essas perguntas estão sobretudo ligadas ao entendimento dos conceitos (14 perguntas) e à aplicação destes ao quotidiano (17 perguntas). Por exemplo:

- “Como apareceram e como foram descobertas “essas” chuvas ácidas?”
- “Quais são os poluentes e constituintes que constituem a chuva ácida?”
- “Como podemos lutar contra a chuva ácida? Quais são os meios utilizados?”
- “A chuva ácida é tóxica? Assim como causa estragos nos edifícios, estátuas, florestas... também é prejudicial à saúde?”
- “Esta pergunta li no Atkins, sobre chuva ácida. Todos sabemos que as erupções dos vulcões são determinantes na vida ecológica do planeta. Depois de tantos anos a tentar reduzir as

emissões de enxofre por parte dos veículos automóveis, como nos poderemos "defender" duma eventual catástrofe natural? (agradeço confidencialidade)"

- “Sabemos que os óxidos de azoto emanados para a atmosfera pelas instalações industriais dissolvem-se nas águas das chuvas. Como se escreve a equação química que traduz a dissolução do dióxido de azoto em água? Terá alguma consequência positiva ou negativa no ambiente? O que provoca nos seres humanos?”

As duas últimas perguntas mostram uma relação mais directa com o texto indicado pelo professor. No entanto, a maioria das perguntas parece mostrar que os estudantes não leram o texto indicado para a aula <Q/Q>, restringindo-se ao seu desconhecimento sobre o assunto. Muitas das perguntas têm resposta directa no próprio texto. Por exemplo, na última pergunta, o estudante pretende uma equação que está escrita no texto sobre chuvas ácidas (Jones & Atkins, 1999, p. 691):



Apesar das perguntas terem respostas no texto indicado para leitura, a aula <Q/Q> deu oportunidade de os estudantes questionarem aspectos de compreensão básica e serviram como treino para formular perguntas mais elaboradas em futuras aulas <Q/Q>.

### **Perguntas sobre *Oxidação-Redução***

Alguns trabalhos práticos estavam relacionados com oxidação-redução. Por exemplo, o trabalho nº4, “ordenação de potenciais de redução” e o nº5, “concentração de ião metálico”. A seguir, apresentamos alguns exemplos de perguntas relacionados com estes trabalhos práticos:

- “De acordo com o trabalho prático a nº5, gostaria de saber, de que potenciais depende uma célula galvânica?”
- “Confesso que fiquei de certa forma impressionado com o modo como o cobre se comportava mediante certas condições, nomeadamente quando realizava o trabalho nº 4, referente aos potenciais de redução. Não percebo como o cobre conduz tão bem electricidade, se, na última experiência era o elemento com maior poder de redução, apresentando um potencial altíssimo e não se dissolveu em HCl!! Como é possível o cobre ser dos melhores condutores de electrões, se este exerce uma força altíssima sobre eles?”
- “Durante a preparação do trabalho nº4 deparei-me com a questão que passo a descrever: Qual o termo de comparação a utilizar para poder ordenar os pares oxidação / redução por poder redutor do ião metálico? Obrigado pelo tempo dispensado.”



- “No trabalho prático nº 4 é de verificar que o metal cobre não reage, nem com a solução de  $Mg^{2+}$  (aq), nem com a solução de  $Zn^{2+}$  (aq), nem sequer com o ácido. Será que há algum ácido com o qual o cobre reagiria? Assim sendo, o cobre não seria uma boa alternativa de revestimento de estátuas, monumentos, para proteger das chuvas ácidas?”

O estudante que enviou a última pergunta citada, tinha enviado duas semanas antes as seguintes perguntas: “A chuva ácida é tóxica? Assim como causa estragos nos edifícios, estátuas, florestas... também é prejudicial à saúde?” De notar que, nesta pergunta, é apresentado o problema do ataque aos monumentos pelas chuvas ácidas, que posteriormente é relacionado com as aulas práticas sobre oxidação-redução. Isto mostra que este estudante podia estar a procurar estabelecer relação entre a aula prática sobre “potenciais de redução” e o problema das chuvas ácidas, ou simplesmente procurar uma aplicação prática para o que observou no caso do cobre que não reage com os ácidos. O facto de ter formulado perguntas deve ter despertado no estudante a relação entre áreas de conhecimento distintas.

### Perguntas sobre *Electroquímica*

Considerando que a *electroquímica* é um tema que encontra representação imediata no quotidiano, por exemplo, nas pilhas e baterias, seria de esperar que houvesse muitas perguntas envolvendo esta temática. Realmente, em todos os estudos desta investigação houve um número relevante de perguntas sobre as pilhas e baterias. Na Tabela 7.11, apresentamos o número de perguntas relacionadas com pilhas, com células de combustíveis (aulas <Q/Q>) e com aulas laboratoriais em *electroquímica*.

**Tabela 7.11** Perguntas sobre *electroquímica* nos três estudos

<i>Estudos</i>	<b><i>Electroquímica:</i></b>	<i>Pilhas</i>	<i>Células de Combustível</i>	<i>Práticas Laboratoriais</i>
Primeiro	<b>12</b>	8	0	0
Segundo	<b>64</b>	15	26	19
Terceiro	<b>20</b>	8	5	0

No primeiro estudo, das 12 perguntas formuladas, 8 relacionavam-se com o sub-tema pilhas (2/3 das perguntas sobre *Electroquímica*). No segundo e terceiro estudos, estas percentagens são respectivamente, 23% e 40%. No entanto, as maiores percentagens

para o segundo estudo estão nas aulas práticas (30%) e na aula <Q/Q> sobre células de combustível (41%). Estas perguntas mostraram diversas dificuldades, embora exista alguma especificidade para cada uma destas subcategorias. Na Tabela 7.12, apresentamos as principais dificuldades encontradas nas perguntas sobre *Electroquímica*.

**Tabela 7.12** Dificuldades encontradas nas perguntas sobre *Electroquímica*

	<i>Conceitos</i>			<i>Linguagem</i>	<i>Aplicação</i>		
	<i>Entendimento</i>	<i>Abstracção</i>	<i>Relação</i>		<i>Cálculos</i>	<i>Quotidiano</i>	<i>Práticas</i>
<b><i>Electroquímica</i></b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>50</b>	<b>15</b>
<i>Pilhas</i>	4	0	2	1	0	26	0
<i>Células de Combustível</i>	15	0	1	0	0	17	0
<i>Práticas Laboratoriais</i>	3	0	2	0	0	2	14

Como podemos observar, a maioria das perguntas sobre pilhas revela dificuldades na aplicação ao quotidiano. Estas perguntas são marcadas por uma visão prática, ligada ao quotidiano. Muitos estudantes procuram uma compreensão mais aplicada dos assuntos apresentados no contexto académico, por exemplo:

- "Por que é que com o tempo de uso, as baterias recarregáveis perdem capacidade?"
- "Como funcionam as comuns pilhas que compramos nos supermercados? Que material funciona como cátodo e ânodo?"
- Por que razão algumas dessas pilhas são denominadas "alcalinas"? Obrigado"
- "Por que é que as baterias, por exemplo dos automóveis, passado algum tempo (alguns meses) estão descarregadas, sem que tivessem sido usadas? E por que é que as baterias dos telemóveis, com o passar do tempo, ficam "viciadas"?"
- "Qual a diferença entre uma bateria de níquel e uma bateria de lítio, uma vez que a de níquel "vicia" mais facilmente que a bateria de lítio? exemplo: telemóveis."
- "Por que é que as baterias viciam?"
- "Por que é que quando exposta "ao sol" as pilhas adquirem uma maior energia? Que transformação ocorre no interior da pilha para tal facto?"

Quando se compra um telemóvel, nem o fabricante, através dos manuais, nem os vendedores e técnicos explicam as razões da necessidade de haver certos cuidados para

conservação das baterias em perfeito uso, evitando que se tornem “viciadas”. Alguns estudantes sentiram a oportunidade de discutir o funcionamento das pilhas num ambiente de confiança gerado nas aulas <Q/Q>, através da apresentação de perguntas como as que acima se indicam. A última pergunta é interessante na medida em que visa relacionar duas áreas do conhecimento, a *Electroquímica* e a *Termoquímica*, embora não resulte claro que o aluno tenha compreendido este aspecto. Este facto leva o professor a propor a reformulação da pergunta ao dar “feedback” ao estudante:

“Qualquer sistema que esteja exposto a uma fonte de calor ou que receba calor adquire energia. Por outro lado, a reacção global de uma pilha terá, como qualquer outra reacção, uma variação de entalpia-padrão e uma variação de entropia-padrão. A partir daqui e conhecida a temperatura, pode calcular-se a energia de Gibbs da reacção, concluindo em que sentido deverá a reacção ser favorecida pela absorção de calor? Não há qualquer mistério, nem transformação misteriosa!

Apesar da maioria das perguntas sobre pilhas e baterias estar na categoria “quotidiano”, nem todas as perguntas sobre *Electroquímica* estão nesta categoria. As perguntas sobre “células de combustível”, por exemplo, resultam de dificuldades no entendimento do conceito e na sua aplicação ao quotidiano. Conclui-se que as dificuldades reveladas pelas perguntas manifestam alguma dependência do tipo de assunto e da estratégia usada para as estimular. No caso das pilhas e baterias, assunto sobre o qual os estudantes já dispõem de conhecimento prévio, seja escolar, seja do dia-a-dia, as perguntas mostram uma incidência diferente em relação a um assunto relativamente novo e discutido no contexto de aula <Q/Q>.

Nas perguntas sobre “célula de combustível”, 50% das perguntas, aproximadamente, estão associadas à compreensão do conceito; as restantes, à aplicação ao quotidiano. A seguir, apresentamos algumas perguntas sobre “células de combustível” formuladas pela mesma estudante e enviada numa mesma ocasião para a aula <Q/Q> do segundo estudo:

1. “Como funcionam as células de combustíveis?”
2. Quais as diferentes famílias destas células (de combustível)?
3. As células de combustível, apesar do nome, não envolvem combustão?
4. A energia produzida pelas células combustíveis é economicamente rentável?
5. Qual o impacto no meio ambiente do uso destas células (de combustíveis)?
6. É verdade que se poderão utilizar células de combustível em carros, computadores e em telemóveis?
7. Por que ainda não são utilizadas actualmente células de combustível em carros, computadores e telemóveis?”

Podemos perceber que estas perguntas seguem uma sequência que começa com a solicitação de conhecimento sobre o conceito, e depois procuram estabelecer relações entre o conceito e o quotidiano (ambiente, carros, computadores ...etc.), mostrando uma evolução positiva na qualidade das perguntas. Muitas das perguntas que procuram entender o conceito de “células de combustível” poderiam ser respondidas pelo texto recomendado pelo professor para a aula <Q/Q>. Por exemplo, as perguntas: “*Como se pode armazenar energia das células de combustível?*” “*Como funciona o processo de retirar a molécula de hidrogénio da água do mar?*”, estão relacionadas e podem ser respondidas, em parte, em Jones & Atkins (1999):

"The hydrogen fuel cells are the most attractive, because of their use of a renewable fuel. Hydrogen can be obtained from the water in the oceans. The challenge is to extract it from seawater by a process using less energy than that given off in the fuel cell and to find safe means of transportation and storage" (p. 821).

Outras perguntas manifestam influência indirecta do texto recomendado. Por exemplo, a pergunta: “*Não haverá alguma forma de evitar que a energia produzida através da queima de combustível não seja desperdiçada em calor sem recorrer as células de combustível?*” parece ser influenciada pela parte do texto que diz:

"Most of our engines and power plants that burn fossil fuels such as natural gas or coal to generate electricity are so inefficient that no more than about 30% of the energy released by combustion is actually used to do work. The development of the fuel cell has led to an entirely new kind of technology for making use of redox reactions electrochemically and hence more efficiently. Fuel cells can make efficient use of resources because little waste heat is produced." (p. 820)

Outra pergunta que parece ter sofrido alguma influência do texto acima e também relaciona conteúdos de *Electroquímica* e de *Termoquímica*:

- “Olá professor. Relativamente às células de combustível, estas necessitam de fornecimento contínuo de energia para trabalhar. Por que é que não se utiliza essa tecnologia para, por exemplo, alimentar automóveis, uma vez que é também necessário fornecer ao motor combustível de forma contínua para que este continue a trabalhar com um rendimento muito inferior ao das células de combustível?”

Como afirmamos anteriormente, uma percentagem relevante das perguntas em *Electroquímica* estão relacionadas com as aulas práticas. Houve vários trabalhos práticos

em *Electroquímica*. As perguntas revelaram dificuldades na execução e na compreensão de conceitos usados nas aulas práticas. Por exemplo:

- “Sobre o trabalho prático “Corrosão do Ferro”: Há alguma razão especial para ter sido escolhido como electrólito forte NaCl? Que outro electrólito forte poderia ter sido escolhido? “

Esta pergunta revela que o aluno não sabe o que é um electrólito forte. Este conceito elementar em Química é mencionado nos objectivos da aula prática sobre a corrosão do ferro. Outros estudantes demonstraram pretender aplicar os conhecimentos adquiridos com este trabalho prático na compreensão do fenómeno da corrosão e da protecção exercida pelas tintas, contra a corrosão, por exemplo:

- “No caso de uma amostra de ferro revestida na íntegra por uma tinta, qual o componente ou característica dessa mesma tinta que faz dela um importante meio de protecção contra a corrosão?”
- “Por que razão é que a tinta é um importante protector contra a corrosão?”

### Perguntas sobre *Cinética Química*

Apesar de poucos estudantes identificarem este assunto como uma fonte de dificuldade, aproximadamente 9% (46) das perguntas dos três estudos têm o seu conteúdo ligado à *Cinética Química*. Na Tabela 7.13 mostramos o número de perguntas sobre *Cinética Química* em cada estudo desta investigação, distribuídas também pela aula <Q/Q> sobre ozono e na aula-conferência sobre reacções oscilantes. O estudo onde ocorreu maior número de perguntas (N=41) é, também, aquele onde ocorre um grande número de perguntas ligadas à aula <Q/Q>, sobre a protecção da camada de ozono (N=24). Neste caso, se não tivesse existido esta aula <Q/Q>, as perguntas sobre *Cinética Química* reduzir-se-iam a 20, ou seja, a apenas 4% das perguntas. A aula-conferência sobre “reacções oscilantes” também motivou um número relevante de perguntas no primeiro estudo. Estas perguntas revelam diversas dificuldades. Na Tabela 7.14, apresentamos as dificuldades encontradas em todas as perguntas sobre *Cinética Química*.

**Tabela 7.13** Perguntas sobre *Cinética Química* nos três estudos

<i>Estudos</i>	<i>Cinética</i>	<i>Ozono</i>	<i>Reacção Oscilante</i>
Primeiro	1	0	0
Segundo	41	24	13
Terceiro	4	2	1

**Tabela 7.14** Dificuldades encontradas nas perguntas sobre *Cinética Química*

	Conceitos			Linguagem	Aplicação		
	Entendimento	Abstracção	Relação		Cálculos	Quotidiano	Práticas
<i>Cinética</i>	20	2	6	2	2	15	0
<i>Ozono</i>	12	2	2	0	0	10	0
<i>Reacção Oscilante</i>	7	0	2	0	1	4	0

Como podemos observar pela Tabela 7.14, a dificuldade com o entendimento dos conceitos está presente num grande número de perguntas (N=20), embora muitas destas apresentem outras dificuldades em simultâneo. Por exemplo, na primeira pergunta citada a seguir, o estudante parece procurar entender o conceito de “velocidade da reacção” e a relação que possa existir entre pressão e velocidade da reacção:

- “Sabemos que a velocidade de uma reacção depende da concentração dos reagentes, da área da superfície de contacto e da temperatura. E a pressão não influencia a velocidade de uma reacção?”
- “Sabemos determinar a ordem de uma reacção se fizermos a linearização da lei da velocidade dessa reacção. Mas em termos químicos qual o seu significado?”
- “Olá professor, gostaria de lhe colocar uma dúvida relativamente à aula teórico-prática do dia 15/4/02. Se a velocidade de uma reacção de ordem 1 se “resume” a uma recta, então como podemos interpretar uma reacção de ordem 0? Se tanto a reacção de ordem 1 como a de ordem 0 originam gráficos com rectas, então como podemos distinguir uma da outra.”
- “Por que é que na reacção,  $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $v=k[\text{NO}]^2[\text{H}_2]$  e não  $v=k[\text{NO}]^2[\text{H}_2]^2$ ?”

Na penúltima pergunta, o aluno não reconhece que as linearizações dos gráficos para reacções de ordem 0 e 1, como aliás de outras, exigem substituições de variáveis distintas. Esta pergunta levou o professor a prestar atenção a este aspecto durante a leccionação da *Cinética Química*. A última pergunta tem igual mérito: o de permitir que o professor saliente aspectos ou pormenores da leccionação onde os alunos revelam dificuldades conceptuais e de compreensão da linguagem científica.

A aula <Q/Q> sobre a camada de ozono é baseada numa caixa de texto de Jones & Atkins (1999, p. 202-203) intitulada “*The ozone hole*”. Algumas perguntas dos alunos revelaram uma influência directa deste texto. Por exemplo, no conjunto de perguntas que abaixo são apresentadas, a aluna procura inicialmente entender as diferenças do ozono

na estratosfera e na troposfera, depois mostra preocupação com as consequências reais da diminuição da camada de ozono e com a resolução do problema:

- 1- Dizem-nos que o ozono é formado na estratosfera, e que aí a sua acção é benéfica. No entanto, a sua presença na troposfera torna-se nociva. As moléculas de ozono presentes na troposfera de onde é que vêm? Onde se formam, na própria troposfera ou "descem" da estratosfera?
- 2- É possível "restaurar" a camada de ozono de uma forma rápida (mais rápida!) ou será preciso esperar os milhões de anos que esta demorou a ser formada?
- 3- Se uma molécula de CFC pode demorar mais de 10 anos a atingir a estratosfera, isto quer dizer que, em grande parte, só agora estamos a sofrer as "asneiras" feitas há 10 anos atrás?
- 4- Mesmo que sejam diminuídas as emissões de CFCs agora, corremos o risco de ser tarde demais?

A preocupação com o meio ambiente está presente em muitas destas perguntas, consideradas aqui na categoria "aplicação ao quotidiano" (ver Tabela 7.14). Por exemplo, a diminuição da camada de ozono suscita uma preocupação real na pergunta seguinte:

- "Existe alguma possibilidade de fazer diminuir a vida dos CFCs, isto é, de tendo uma vida útil de 75 anos, impedir que as moléculas, ou parte delas, que já foram lançadas para a atmosfera, cheguem à estratosfera em tão grandes quantidades?"

O texto não chega a discutir possíveis soluções para o problema, terminando simplesmente com a frase: "Currently, we are losing about 2% of ozone in the stratosphere every 10 years" (Jones & Atkins, 1999, p. 203).

Talvez isso tenha despertado na estudante o desejo de saber quais os possíveis caminhos para resolução do problema. O mesmo texto também não fala da "vida útil" do CFC como sendo 75 anos. Isto parece sugerir que a estudante tenha recorrido a outras fontes, ou simplesmente dispusesse desse conhecimento prévio.

Outra pergunta que aparentemente não está ligada ao tema, mas que foi influenciada pelo texto indicado, é a seguinte:

- "Se colocasse uma barreira entre todas as plantas, os seres fotossintéticos e a radiação solar, de modo a não haver realização de fotossíntese, poderia haver outro método tão eficaz como é o da fotossíntese a produzir oxigénio?"

Esta pergunta tem relação com o início do texto, onde é introduzido o mecanismo de formação do O<sub>3</sub>, começando com a explicação da produção de oxigénio e a sua importância para a vida.

Outras perguntas sobre esta aula <Q/Q> revelaram dificuldades a nível mais abstracto como, por exemplo, sobre o mecanismo de formação e de destruição do ozono:

- “Quando há rotura de uma ligação na molécula de ozono ( $O_3$ ), pela radiação, esta é feita indiscriminadamente, ou seja, se tivermos a seguinte molécula de ozono:



A radiação *u.v.* atinge preferencialmente a ligação 1, a 2, ou o seu alvo é aleatório?”

- “As radiações *uv.* incidem sobre moléculas de  $O_3$  dando-se a seguinte reacção:  $O_3 \rightarrow uv \rightarrow O + O_2$ . Posteriormente o  $O$  e o  $O_2$  formam novamente  $O_3$ ; assim, neste processo, não há gasto da quantidade de ozono existente? O efeito das radiações *uv* na presença do ozono limita-se apenas ao aquecimento da atmosfera?”

Na primeira pergunta, a estudante quer saber sobre o mecanismo da reacção. Parece querer compreender o fenómeno a nível molecular, e faz um desenho para esclarecer a sua pergunta. A estudante demonstra não compreender a equivalência das duas ligações na molécula de ozono (simetria molecular) e atribuir realismo a formas canónicas individuais do híbrido de ressonância que representa a estrutura da molécula  $O_3$ .

Na segunda pergunta, outro estudante integra a simbologia da radiação ultravioleta (*uv*) como “intermediário” numa equação química (possivelmente não entende o significado da representação *uv* no contexto da equação química que escreveu), e questiona os efeitos da radiação ultravioleta adicionais ao aquecimento. O primeiro aspecto revela uma dificuldade com a linguagem química: se compreendesse o significado da inscrição *uv*, saberia que um dos efeitos da radiação *uv* consiste em quebrar uma das ligações  $OO$  na molécula  $O_3$ , originando  $O_2$ .

Jones & Atkins (1999) mostram a evolução da camada de ozono de 1979 a 1993, com mapas da concentração do ozono estratosférico no pólo norte. Isto pode ter motivado a primeira das seguintes perguntas. Este mesmo estudante mostra preocupação com as consequências da “falta de ozono” estratosférico e com a solução do problema, seja no âmbito técnico como na política ambiental:

- 1- “Por que é que o buraco de ozono tem tendência a formar-se nos pólos?”
- 2- Quantos anos levará até que seja insuportável para nós a falta de ozono; que consequências directas vão envolver?”
- 3- Em que medida o protocolo de Quioto vai ajudar na “recuperação” da camada de ozono?”



- 4- Será que não há uma forma de reconstruir a camada por processos químicos de uma forma viável?”

A aula-conferência sobre *Reacções Oscilantes* suscitou perguntas sobre o entendimento deste assunto e a sua aplicação no quotidiano (ver Tabela 7.14). Exemplos:

- “Se a reacção (oscilante) que estivemos a observar começa inicialmente por escurecer gradualmente até um determinado ponto e a partir de um determinado instante a variação de cor é muito brusca. Porquê?”
- “Existem exemplos de reacções oscilantes no nosso dia-a-dia? Por exemplo, quais?”
- “Existe algum tipo de explicação para que se formem diferentes padrões que se observam nas reacções oscilantes? É possível explicá-los matematicamente?”

Em resumo, o desenvolvimento das aulas <Q/Q> e das aulas-conferência levaram os estudantes a interagirem mais com os conteúdos ensinados, revelando suas dificuldades e propiciando um ambiente de aprendizagem mais activo.

### **Perguntas sobre *Química Nuclear***

Muitos educadores e investigadores em educação em ciência reconhecem a existência de muitas dificuldades na compreensão da estrutura da matéria (Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 1994; Gilbert, De Jong et al., 2002; Harrison & Treagust, 2000; Johnson, Crawford, & Fletcher, 1998). No entanto, quando se fala de *Química Nuclear*, a inacessibilidade de fenómenos a nível subatómico e até mesmo subnuclear e a sua inerente complexidade conduzem às principais dificuldades de aprendizagem deste assunto. Por exemplo, na pergunta seguinte, a aluna confessa não conseguir identificar exactamente a raiz das suas dificuldades, atribuindo-as à falta de estudo e de conhecimento sobre o assunto:

“Em Química II, custou-me mais estudar *Química Nuclear*, por uma razão simples, gostaria de ter mais conhecimentos sobre este assunto. Apesar de achar que é complicado para o grau de aprendizagem em que me encontro, gostava de perceber melhor as reacções nucleares e por que é que existem.”

As mesmas dificuldades devem estar na origem de um reduzido número de perguntas formuladas através do projecto <Q/Q> (apenas 7%). Este facto pode indiciar falta de qualquer conhecimento prévio dos alunos nesta matéria, uma vez que para formular

perguntas é necessário identificar o que não se sabe, reconhecer o que se sabe e dispor de conhecimentos mínimos sobre o assunto. Assim, quanto mais complexo, abstracto e distante este estiver, tanto mais difícil será formular perguntas. Na Tabela 7.15, apresentamos os números de perguntas sobre *Química Nuclear* em todos os estudos desta investigação.

**Tabela 7.15** Perguntas sobre *Química Nuclear* nos três estudos

<i>Estudos</i>	<i>Química Nuclear</i>
Primeiro	21
Segundo	3
Terceiro	13

Das 21 perguntas do estudo piloto, 10 foram formuladas por uma aluna e 4 por outra. Ambas as estudantes deram a entender, em contactos não formais, que tinham particular interesse por este tema. Das 10 perguntas da primeira aluna, 9 foram formuladas no primeiro semestre, quando este tema ainda não tinha sido discutido na aula. As suas perguntas foram sobre fermiões, bosões e datação de fósseis. As demais perguntas do estudo piloto e dos restantes estudos foram formuladas por diferentes estudantes. Todas as perguntas sobre *Química Nuclear* revelam diferentes dificuldades como podemos ver pela Tabela 7.16.

A maioria das perguntas (N=19) foi classificada em dificuldades de entendimento. No entanto, outras dificuldades foram registadas nas mesmas perguntas sobre *Química Nuclear*. Os exemplos que citamos a seguir procuram ilustrar o que acabamos de afirmar:

**Tabela 7.16** Dificuldades encontradas nas perguntas sobre *Química Nuclear*

<i>Conceitos</i>			<i>Linguagem</i>	<i>Aplicação</i>		
<i>Entendimento</i>	<i>Abstracção</i>	<i>Relação</i>		<i>Cálculos</i>	<i>Quotidiano</i>	<i>Práticas</i>
19	3	4	5	0	8	0

- “Os neutrinos referidos na aula conferência são apenas muito importantes para o estudo do universo?”

- “Como, em  $10\text{m}^3$ , foram apenas detectados 7 neutrinos, é plausível afirmar que estamos constantemente a “sofrer radiações de neutrinos”, serão estes prejudiciais à saúde? Serão benéficos à vida na Terra? Em que interferem?”
- “Quais os processos naturais de manutenção da percentagem relativa do isótopo  $^{14}\text{C}$  na natureza, quando se sabe que este decai continuamente noutros isótopos do C (gostava de ter uma resposta mais precisa do que a que está no livro).”

As duas primeiras perguntas, onde o aluno pretendia perceber o que é o neutrino, foram as únicas relacionadas com a aula-conferência “Síntese dos elementos químicos”. A última pergunta pode ser interpretada como um desejo do estudante em aprofundar a compreensão para além do que o livro oferece.

A pergunta que iremos citar a seguir está relacionada com uma notícia que foi veiculada nos meios de comunicação em Portugal, na semana em que o estudante a formulou (contaminação por urânio empobrecido das tropas nacionais em missão de paz no Kosovo):

"A missão científica do ITN que esteve no Kosovo e na Bósnia confirmou esta tarde, em conferência de imprensa, que não há indícios de contaminação generalizada por urânio empobrecido, nos Balcãs. A equipa de cientistas chegou a esta conclusão através dos testes à urina, de amostras recolhidas no terreno e de análises post-mortem efectuadas a um dos militares que morreu depois de regressar a Portugal." [www.publico.pt](http://www.publico.pt) (14 Janeiro 2001)

Pergunta:

- “Tendo em conta a recente polémica sobre os efeitos possivelmente nocivos do urânio enriquecido, surgiu-me uma questão: existe alguma forma de baixar os níveis de radioactividade? Ou a única forma de a evitar é apenas evitar produzi-la?”

Esta pergunta mostra que os conteúdos académicos ganham importância se se relacionarem com o que de mais relevante estiver a ocorrer na Sociedade, especialmente se for objecto de polémica. Neste caso, a pergunta foi formulada antes do assunto ter sido discutido em sala de aula. Mesmo assim, o estudante percebeu no projecto <Q/Q> uma oportunidade de contextualizar academicamente as notícias dos meios de comunicação.

A relação da radioactividade e da sua aplicação no quotidiano, bem como a tentativa de entender o mundo subatómico, foi também expressas na seguinte pergunta:

- “Sendo o plutônio-238 tão nefasto para o meio ambiente, por que é utilizado em pace-makers? Não prejudicará igualmente o seu portador?”

### Perguntas sobre *Química do Carbono*

Muitos estudantes associam a Química Orgânica com a necessidade de memorizar estruturas moleculares e reações químicas de mecanismos desconhecidos. Por exemplo, uma aluna que mais uso fez da possibilidade de fazer perguntas ao professor achou que a maior dificuldade sentida em química orgânica foi “*provavelmente por ser o assunto que mais exige capacidade de memorização*”. Na Tabela 7.17, apresentamos o número de perguntas sobre *Química do Carbono* nos três estudos desta investigação, e na aula <Q/Q> sobre polímeros condutores.

**Tabela 7.17** Perguntas sobre *Química do Carbono* nos três estudos

<i>Estudos</i>	<i>Química do Carbono</i>	<i>Polímeros Condutores</i>
Primeiro	13	0
Segundo	16	12
Terceiro	26	16

**Tabela 7.18** Dificuldades encontradas nas perguntas sobre *Química do Carbono*

	<i>Conceitos</i>			<i>Linguagem</i>	<i>Aplicação</i>		
	<i>Entendimento</i>	<i>Abstracção</i>	<i>Relação</i>		<i>Cálculos</i>	<i>Quotidiano</i>	<i>Práticas</i>
<i>Química do Carbono</i>	26	12	2	2	0	16	0
<i>Polímeros Condutores</i>	14	4	1	0	0	10	0

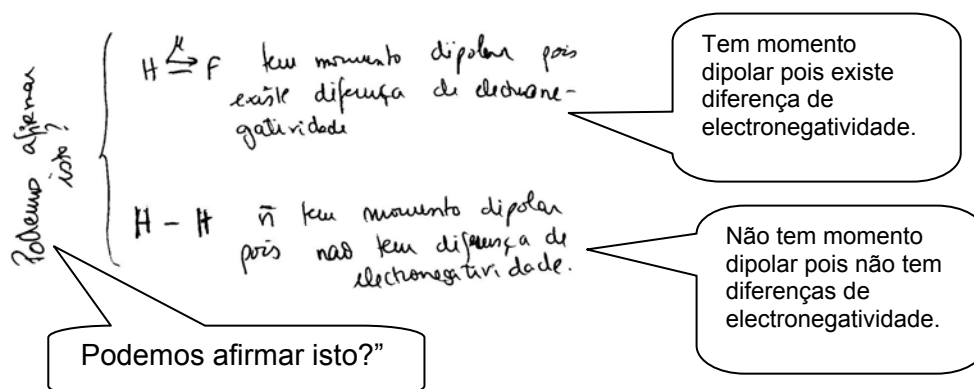
As perguntas sobre *Química do Carbono* representam 10% de todas as perguntas nos três estudos, sendo que no segundo e terceiro estudos houve sobretudo perguntas versando os polímeros condutores. As dificuldades encontradas nestas perguntas foram associadas à compreensão e abstracção dos conceitos e à sua aplicação ao quotidiano (Tabela 7.18).

As perguntas que citaremos como exemplos foram enviadas quando este assunto estava a ser discutido nas aulas. Com tais perguntas os estudantes procuram compreender alguns conceitos, nomeadamente os de oxidação, de estrutura molecular e de energia de activação, mostrando dificuldades nas relações e abstrações de alguns deles:

- “Um álcool terciário não experimenta oxidação porque para que tal acontecesse teria que se quebrar o esqueleto da molécula e para isso é necessário uma grande energia de activação”. Mas se fornecer essa energia de activação a oxidação torna-se possível, ou não? Agradeço resposta via computador Obrigado”
- “O que torna certas substâncias tão sensíveis a choques e ao calor, por exemplo, a nitroglicerina. O que acontece a nível molecular quando se dá uma explosão? Agradeço resposta via computador Obrigado”
- “Por que razão é que, estando o ponto de ebulição relacionado com interacções intermoleculares, no caso de isómeros, por exemplo, sendo moléculas semelhantes (diferem apenas na estrutura), o ponto de ebulição é diferente, apenas porque um é mais (ou menos) ramificado que o outro?”

Nesta última pergunta, o estudante procura entender as relações existentes entre estrutura molecular, interacções intermoleculares e isomeria. Talvez pense que as interacções inter-moleculares sejam o único factor estruturalmente determinante do ponto de ebulição. A interrelação dos conceitos é aqui evidenciada como um ponto de dificuldade na aprendizagem, principalmente pela diversidade e quantidade de conceitos envolvidos. Outras perguntas foram influenciadas pelas aulas teórico-práticas, por exemplo:

- “Na aula de hoje falou-se da temperatura de ebulição nos hidrocarbonetos saturados. A minha dúvida é se, para além da temperatura ser influenciada pelo número de carbonos existentes num hidrocarboneto, o tipo de forças intramoleculares exercidas na ligação CC influencia de alguma maneira a temperatura de ebulição. Além disso, quais as forças que existem nos hidrocarbonetos? (tanto inter- como intramoleculares) ”
- “Podemos afirmar que há momento dipolar numa molécula linear se houver diferença de electronegatividade entre os átomos constituintes da molécula? Por exemplo:



Estas perguntas foram motivadas por um caso-para-estudo das aulas teórico-práticas. A primeira alínea pedia aos estudantes que construíssem um gráfico para "estudar a variação do ponto de ebulição dos hidrocarbonetos saturados não-cíclicos"; a segunda alínea considerava o estudo "da variação do ponto de ebulição dos alcanos lineares". Os estudantes consultavam um livro de dados (Harrison, 1985) fornecido pelo professor na aula. Estas aulas, em que o professor incentivava perguntas dos alunos e estimulava as interacções aluno-professor e aluno-aluno, permitiam visitar temas da matéria leccionada (interacções intermoleculares), descortinar interrelações entre conceitos (interacções intermoleculares envolvendo hidrocarbonetos saturados, energia de dispersão, massa molecular, ponto de ebulição, forma do alcano, grau de ramificação, ciclização) e desvendar aplicações práticas (destilação fraccionada do petróleo bruto). Compreendemos, por isso, que estas aulas tenham estimulado várias perguntas e a interacção do aluno com o professor.

Compreender as relações entre conceitos também esteve presente na aula <Q/Q> sobre **polímeros condutores**, por exemplo, através da pergunta:

*"Qual a influência da temperatura na condutividade dos polímeros?"*

onde o aluno pretende estabelecer a dependência entre condutividade de substâncias condutoras e temperatura, aplicando aos polímeros condutores.

No geral, as perguntas sobre polímeros condutores reflectiam a novidade do tema para os alunos e procuravam estabelecer relações entre propriedades físicas e estrutura ou explorar aplicações práticas (ver Tabela 7.18).

- "Quais são os polímeros condutores mais conhecidos?"
- "A nível molecular quais são as alterações decorrentes da formação de polímeros?"
- "Para além da possível utilização dos polímeros condutores no fabrico de computadores, qual a sua utilização a nível da medicina, tecnologias, e outras áreas, etc...?"

- “O polipirrol é um polímero condutor eficiente que contém átomos de nitrogénio e que não reflecte microondas. Será que poderá ser usado em roupas de camuflagem para evitar a detecção por radares?”
- “É este tipo de condutores eficiente só em correntes eléctricas de baixa intensidade, ou poderão também ser usados em correntes de alta voltagem?”
- “Os polímeros condutores mudam de condutividade e de aparência com a temperatura? Sendo tantas as vantagens dos polímeros condutores em relação a outros metais, por que é que ainda não são utilizados no dia-a-dia?”

Esta última pergunta pode ter sido influenciada pela caixa de texto em Jones & Atkins (1999) onde se afirma: "They can be made to glow with almost any color and to change conductivity with conditions" (p.501).

## 7.7 – Conclusão

Em resumo, a análise das perguntas dos estudantes constitui um valioso instrumento de reconhecimento e diagnóstico das dificuldades conceptuais dos alunos, fornecendo ao professor pistas importantes para constante adequação de conteúdos lectivos e métodos de ensino-aprendizagem. As perguntas revelaram dificuldades sobretudo na compreensão dos conceitos ao nível da abstracção e das suas interrelações (mobilização de conhecimentos pelo estudante), e na aplicação dos conteúdos ao quotidiano. O processo de formulação de perguntas contribuiu para que os alunos procurassem estabelecer relações entre conceitos que de outro modo poderia não ter ocorrido. Na busca de estabelecer estas relações, revelaram dificuldades na compreensão dos conceitos e nas relações entre conceitos.

Algumas das perguntas das aulas <Q/Q> relacionavam-se com o tema proposto pelo professor, embora a maioria tenha sido formulada com base em conhecimentos prévios. Nalguns casos, tais perguntas correspondiam a simples pedidos de informação sobre os temas menos conhecidos. Em geral, a dinâmica imposta pelas aulas <Q/Q> e pelas aulas-conferência ajudaram aos estudantes a interagir mais com as matérias leccionadas, revelando naturalmente dificuldades dos alunos e propiciando um ambiente de aprendizagem mais activo.

O acto do professor reformular muitas das perguntas enviadas atribui ao *acto de perguntar* uma dimensão nova de formação e interacção entre o professor e o estudante. Neste caso, o estudante tem a oportunidade de repensar o seu questionamento e o professor a oportunidade de reanalisar e objectivar as dificuldades do estudante. Este facto contribuiu significativamente para um dos objectivos do nosso trabalho que é a promoção das perguntas como ferramenta de reflexão tanto para professores como para alunos.



## **CAPÍTULO 8 - EXPLICAÇÕES DOS ESTUDANTES PARA SITUAÇÕES-PROBLEMA EM TERMOQUÍMICA**

*“The relationships between types of questions and type of explanations should be remembered in the evaluation of explanatory responses” (Zuzovsky & Tamir, 1999, p. 1104).*



## 8.1 – Introdução

A comunicação, na forma narrativa, é extensamente utilizada pelos professores, em especial, para introduzir a maioria dos fenômenos de ciências. Por isso, a qualidade das explicações tem uma importância vital para o ensino e a aprendizagem das ciências.

Muitos investigadores (Driver, Leach, Millar, & Scott, 1996; Erduran & Scerri, 2002; Gilbert, Boulter, & Rutherford, 1998a; Gilbert, Boulter, & Rutherford, 1998b; Ogborn, Kress, Martins, & McGillicuddy, 1996; Zuzovsky & Tamir, 1999) consideram que um dos principais objetivos da ciência consiste em descortinar explicações para os fenômenos observados. Por isso, incentivar os estudantes a formular explicações sobre os fenômenos naturais é uma das metas perseguidas pela educação em ciência. Investigações em crescente número têm vindo a explorar a natureza das explicações em diversos contextos do ensino das ciências (Carvalho, 2004; Gilbert, Taber, & Watts, 2001; Taber & Watts, 2000; Unsworth, 2001). A maioria destes trabalhos destaca o papel do professor como facilitador da aprendizagem, isto é, aquele que explica os fenômenos científicos, com uma ênfase na necessidade de explicações significativas, esclarecedoras e intimamente relacionadas com as necessidades e habilidades do público receptor (Ogborn et al., 1996).

A propósito da questão: *O que é uma boa explicação em ciências?* Gilbert, Boulter, & Rutherford (1998a) questionam: *Boa para quê?* Admitindo que uma explicação é somente uma resposta a uma pergunta específica, nem todas as explicações são apropriadas para todas as circunstâncias e/ou para todos os tipos de questionadores. Para estes autores (ibidem), uma explicação apropriada é função das experiências relevantes e das expectativas do indivíduo que formula a pergunta. Na realidade, existe uma relação complexa entre perguntas formuladas e explicações para estas perguntas. Esta complexidade é ilustrada por Gilbert, Boulter, & Rutherford (1998a) ao afirmarem: “An illustration of the complexity of the field is revealed by the range of types of relationships which are possible between a question asked and an explanation produced” (p. 84).

Neste capítulo, pretendemos discutir as possíveis relações entre perguntas e explicações escritas dos estudantes sobre algumas situações-problema de Termodinâmica Química.

## 8.2 - As explicações dos alunos de Ciências

Segundo Driver et al. (1996), uma explicação é simplesmente o que é aceite pela pessoa a que dá e pela pessoa que a recebe (p. 26). Para Kerry (2002), quando explicamos estamos transmitindo compreensão a outra pessoa. Para este autor, tal não significa fornecer apenas uma informação, implica necessariamente um elemento cognitivo, a compreensão. Também para Zuzovsky & Tamir (1999), uma explicação é uma demonstração de compreensão e fornece uma janela para o pensamento do indivíduo.

Produzir uma “boa” explicação é um trabalho árduo porque requer padrões e critérios exigentes. Para Gilbert, Taber, & Watts (2001), produzir uma explicação ou falar sobre ela requer das pessoas, sejam filósofos de ciência, cientistas ou pessoas comuns, o uso de vários conceitos gerais: *fenómeno* (objecto da percepção), *teoria* (sistemas de ideias), *modelo* (representação simplificada), *conceito* (grupos de objectos) e *relação* (formas de associação). Segundo estes autores (ibidem), as explicações são fundamentadas em modelos e podem ser organizadas em três tipos:

- i) *causal*,
- ii) *interpretativa*,
- iii) *descritiva*.

As explicações causais são mais valiosas, não só porque indicam o comportamento dos fenómenos, mas também porque estabelecem previsões em diferentes circunstâncias. Explicações de base interpretativa desprovidas de elementos causais são precursores de explicações causais. Segundo os mesmos autores, as explicações descritivas são precursores das explicações interpretativas e baseiam-se em modelos onde apenas se encontram representados os comportamentos dos fenómenos.

Segundo Kerry (2002), uma explicação envolve três elementos: alguém para explicar, alguém para receber e um assunto para ser explicado. Em muitas das investigações em educação isto implica um professor, um ou mais alunos e um conceito para ser explicado. No contexto de sala de aula, Kerry (2002) considera que as explicações são frequentemente usadas para economizar tempo e energia, através da comunicação de um conhecimento básico a um grupo de estudantes. Quando um professor fornece uma explicação a um grupo de alunos *está, na realidade, a lidar com perguntas implícitas dos alunos* ou com o próprio tema a ser explicado. Baseado neste facto, este autor classifica as explicações em três categorias, associando a cada uma delas uma pergunta que suscita diferentes tipos de explicações:

i) “O quê?” pede uma *explicação interpretativa*.

ii) “Como?” pede uma *explicação descritiva*

iii) “Porquê?” pede uma *explicação justificativa*<sup>41</sup>

Explicações interpretativas estão associadas a perguntas implícitas e, muitas vezes, explícitas, tais como: *O que é a entalpia? O que é o pH?* Explicações descritivas abordam estruturas, processos ou procedimentos. Neste caso, as perguntas incidem sobre o mecanismo do funcionamento das coisas. Por exemplo: *Como é que se mede a entalpia de uma reacção? Como é que a mudança brusca do pH do sangue afecta a saúde de uma pessoa?*

A explicação para responder à pergunta implícita “porquê?” é, para Kerry (2002), especialmente significativa. Este tipo de explicação abre a porta à compreensão, identificando causas, razões, motivos e justificação para ideias e comportamentos. Exemplos de perguntas que requerem este tipo de explicação: *Por que é que a entalpia dos isómeros é diferente? Por que é que o pH não varia numa solução-tampão?*

Relações entre explicações e perguntas são também reconhecidas por Zuzovsky & Tamir (1999) ao afirmarem que as explicações não dependem apenas da área científica questionada, mas também do tipo de pergunta que suscita a explicação. Por isso, advertem: “As relações entre tipos de questões e tipos de explicações devem ser relembradas na avaliação de respostas explicativas” (p. 1104).

Para Taber & Watts (2000, p.330), uma explicação científica pode ser resumida em três critérios: *estrutura*, *coerência lógica* e *aceitabilidade científica*. Ou seja, uma explicação deve ter uma estrutura correcta, coerência lógica e ser cientificamente correcta.

Estes autores afirmam que produzir uma explicação boa é intelectualmente exigente e desempenha um papel social importante. Factores como o tempo disponível, o que é exactamente esperado e as informações inicialmente fornecidas influenciam apreciavelmente a natureza da explicação produzida. Afirmam ainda que boas explicações escritas devem ser avaliadas tendo em consideração:

i) a presença dos componentes necessários;

ii) inter-relacionamentos explícitos e relevantes entre componentes;

---

<sup>41</sup> Tradução livre do termo em inglês “Reason-giving” (p. 13).

- iii) a estruturação lógica dos componentes;
- iv) a eliminação de princípios abstractos através do relacionamento dos componentes;
- v) a apresentação global da explicação levando em consideração o público;
- vi) outras explicações relacionadas.

Bruner (1996) discute as diferenças entre explicar e interpretar como factores cruciais, não só para a filosofia do conhecimento, mas também para o ensino e a aprendizagem na sala de aula. E acrescenta: "...podemos examinar a difícil distinção que nos preocupa – designadamente, como aprendem as crianças a interpretar o que os outros pensam, sentem, pretendem, em suma, o que elas próprias querem dizer com aquilo que dizem" (p. 137).

Ao procurar fundamentação para questões relacionadas com explicações e interpretações científicas, Bruner (1996) sustenta que existe um elo de ligação entre ambas, embora "os dois modos de formar sentido" não possam ser reduzidos um ao outro, por serem fundamentalmente diferentes.

Millar & Osborne (1998) também enfatizam o papel das explicações no contexto dos objectivos da educação em ciências e do seu currículo.

Unsworth (2001) estudou diferentes tipos de explicações nos textos para o ensino das ciências tendo concluído que a análise funcional da linguagem pode diferenciar tipos de explicações e que características específicas da linguagem são relevantes para a eficácia do texto na aprendizagem da linguagem científica.

Na visão de Treagust, Chittleborough, & Mamiala (2003), o ensino eficaz de química depende da habilidade de comunicação dos professores que explicam conceitos químicos complexos e abstractos, mas também da capacidade dos estudantes entenderem as explicações. Estes autores investigaram como estes professores usam as representações sub-microscópicas e simbólicas nas suas explicações. Identificaram cinco tipos de explicações (dos professores):

- i) *analógicas* – recorrem a fenómenos ou experiências familiares;
- ii) *antropomórficas* – são atribuídas ao fenómeno características humanas para o tornar mais familiar;
- iii) *relacionais* – explicações relevantes para a experiência pessoal;

*iv) fundamentadas em problemas* – explicações demonstradas através da resolução de problemas;

*v) fundamentadas em modelos* – explicações usam modelos científicos.

Estes diferentes tipos de explicações foram usados para explicar fenómenos químicos em diferentes níveis de representação. Estes autores realizaram dois estudos, um sobre explicações dos professores na introdução à Química-Física, outro na introdução à Química Orgânica tendo concluindo: "... a familiaridade com o propósito de cada nível de representação permite aumentar a compreensão e capacidades dos estudantes na explicação de conceitos" (Treagust, Chittleborough, & Mamiala, 2003, p.1367).

Apesar de existir um número razoável de trabalhos que investigam as explicações dos professores, poucos exploram a qualidade das explicações dos alunos para os fenómenos científicos. Taber & Watts (2000) tentam colmatar um pouco este desequilíbrio, considerando a relação entre a explicação do aluno (a resposta do aluno a uma pergunta do professor) e a sua concepção. O ponto de partida destes autores consiste em explorar as diferenças entre a forma e as intenções das concepções alternativas dos alunos, e as suas explicações sobre os fenómenos em ciências. Usam exemplos de explicações de alunos de química para explorar a natureza e a qualidade das explicações dos alunos em química.

A Química e a Física usam uma grande variedade de modelos e teorias para explicar diversos fenómenos. Esperamos, por isso, que os estudantes sejam capazes de se familiarizar com as estruturas teóricas destas áreas, desenvolvendo algum nível de proficiência na aplicação do seu conhecimento para produzir explicações. Por exemplo, Carvalho (2004) estudou o modo como os alunos do ensino básico (7-10 anos) construía explicações para fenómenos físicos através da resolução de problemas. O professor abria a discussão incentivando os alunos a responder às seguintes perguntas:

*i) Por que é que este fenómeno ocorre?*

*ii) Como é que o problema fica resolvido?*

A autora conclui que os alunos são capazes de construir uma explicação causal para os fenómenos, seguindo uma sequência de etapas que incluem aspectos de descoberta e de conceptualização. Sobre estes aspectos, Carvalho (2004) considera que é importante reafirmar que a conceptualização é um processo que começa com a reconstrução das

próprias acções, e mais tarde se desenvolve para ocorrências externas, permitindo uma elaboração gradual da percepção necessária para explicar um fenómeno (p. 234).

Partindo da aplicação dos três critérios de Taber & Watts (2000) para uma explicação científica (*estrutura, coerência lógica e aceitabilidade científica*), Gilbert, Taber, & Watts (2001) identificam quatro tipos de explicações dos alunos através dos seus processos de aprendizagem.

*i) explicação científica* - tem estrutura e coerência lógica correctas e é cientificamente aceite.

*ii) explicação alternativa* - tem estrutura e coerência lógica correctas, mas não é cientificamente aceite.

*iii) explicação não-lógica* - tem uma estrutura correcta, mas usa argumentos logicamente inconsistentes, não sendo possível afirmar que é cientificamente aceite.

*iv) pseudo-explicação* - não tem nem estrutura, nem coerência lógica correctas e é cientificamente inaceitável.

Na educação em ciências, existe uma vasta e tradicional área de investigação sobre explicações dos alunos, tratando dos vários aspectos da compreensão desde as “*concepções alternativas*” às “*concepções erradas*” (misconception), passando pela aprendizagem para a “*mudança conceptual*”. Nestas áreas, as explicações dos alunos são largamente consideradas como dados para evidenciar as suas conceptualizações nos diversos tópicos de ciências. Investigadores como, por exemplo, Driver et al. (1994), utilizam explicações dos alunos como evidências para a sua epistemologia das ciências. Estas investigações mostram que os alunos adquirem uma ampla variedade de ideias alternativas. Contudo, não devemos esquecer que, por exemplo, a ideia do “calórico”, usada por muitos alunos (Driver et al., 1994) seria considerada uma boa explicação científica na época de Lavoisier (1789).

A relação entre uma explicação científica e uma explicação alternativa é discutida por Taber & Watts (2000) quando questionam, por exemplo, a diferença entre as respostas dos alunos a uma pergunta, as suas concepções alternativas e a suas explicações. Todas as perguntas convidam a uma resposta, contudo nem todas convidam a uma explicação. Para estes autores os tipos de perguntas que convidam a explicações e não só a respostas, podem ser representadas pela palavra “porquê ...?”, embora reconheçam que há outras estruturas que podem também solicitar uma explicação.



A resposta simples a uma pergunta que pede uma explicação pode não ser considerada como explicação adequada. Por exemplo, se o aluno responde “não sei”, esta pode ser considerada uma resposta válida, mas não pode ser aceite como explicação. É também relativamente comum escutar por parte dos alunos: “Eu sei, mas não sei explicar”. Neste caso, o professor pode insistir, pedindo ao aluno que explique pelas suas próprias palavras. Este diálogo, relativamente vulgar, ilustra que a construção de uma explicação vai para além do conhecimento da resposta certa. O facto de o professor insistir com o aluno para que este explique pelas suas próprias palavras pode ser interpretado como sendo o reconhecimento de que a linguagem científica é uma ferramenta usada na explicação apropriada, podendo constituir, em si mesma, uma barreira a ultrapassar.

A resposta é considerada como imperativo social a uma pergunta formulada. Em determinadas circunstâncias, o acto de um indivíduo não responder poderá ser entendido como indelicado, desrespeitoso ou mesmo arrogante. Segundo Lemke (1993), tal imperativo social que exige a resposta transforma a aula num tipo de actividade estruturada onde os participantes criam e manipulam situações sociais. A função social de uma explicação é também reconhecida por Bruner (1990) ao afirmar: “Como tentarei mostrar, esta capacidade não é simplesmente uma realização mental, mas uma realização de prática social que confere estabilidade à vida social da criança” (p. 76).

Para além do imperativo social, Taber & Watts (2000) levam em consideração o imperativo metafísico, que impele não somente para a construção de uma resposta, mas para uma articulação entre explicações, na construção de um discurso que contribua para a estruturação da compreensão.

Procurando a relação entre compreensão e explicações, Driver et al. (1996) caracterizam os alunos em três níveis de compreensão, baseados nas suas explicações. Os que usam o raciocínio baseado

- i) em fenómenos* não distinguem entre descrição e explicação;
- ii) em relações*: as explicações são vistas em termos de correlações que parecem causais, seguidas de sequências lineares simples sem levar em consideração as causas múltiplas; estas explicações são consideradas de nível mais elevado;
- iii) em modelos*: estes são usados para representar e visualizar conceitos teóricos; mais de um modelo pode ser útil em determinado contexto particular. Este raciocínio, baseado em modelos, é semelhante às explicações científicas (Driver et al., 1996, p.113-114).

### 8.3 – Algumas situações-problema em termoquímica

Como já foi referido, no terceiro estudo (2002/2003) desta investigação recorreremos a uma variedade de técnicas na recolha de dados, com vista a um estudo mais aprofundado sobre alguns aspectos da Termodinâmica Química.

Foram utilizados dois questionários com algumas situações-problema sobre Termoquímica. Estes questionários foram aplicados, no início e fim do ano lectivo. Um dos objectivos do primeiro estudo consistiu em sondar se aquele grupo de estudantes revelava, através das suas explicações, algumas das dificuldades apontadas na literatura sobre Termoquímica. O outro objectivo consistiu em identificar a existência de possíveis relações entre dificuldades reveladas pelas explicações e demonstradas através das perguntas. Enquanto o primeiro questionário continha seis situações-problema<sup>42</sup>, o segundo continha apenas duas. No entanto, este último teve outro objectivo adicional, o de verificar eventuais diferenças de compreensão de alguns conceitos, já explicados por escrito no primeiro questionário. Na Tabela 8.1, apresentamos os objectivos para as situações-problema que aqui consideramos.

**Tabela 8.1** Situações-problema. Terceiro Estudo (2002/2003)

<i>1º questionário</i>	<i>2º questionário</i>	<i>objectivos</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blocos de metal e de madeira</li> <li>• “Entrada do frio”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porta de madeira e maçaneta de metal</li> <li>• “Casaco quentinho”</li> </ul>	Explicações dos estudantes no uso dos conceitos de calor, de temperatura, de energia térmica e de condutividade térmica

A ordem pela qual apresentamos as situações-problema na Tabela 8.1 corresponde à que irá ser mais tarde discutida. As explicações para estas situações-problema foram fornecidas pelos estudantes (209) de duas turmas teóricas, sempre nos 15 minutos finais ou iniciais de uma aula teórico-prática. As condições foram semelhantes para ambas as turmas, incluindo o número de aulas sobre termoquímica.

Nos questionários tratamos de vários temas em termodinâmica química, mas aqui iremos analisar apenas aqueles apresentados na Tabela 8.1, ou seja, as situações-problema que pede explicações ao aluno quando este tem que usar os conceitos de calor, temperatura e condutividade térmica. A seguir, analisaremos estes assuntos e as respectivas explicações dos estudantes para as situações-problema.

<sup>42</sup> Ver apêndices 8.1 e 8.2 para uma apreciação dos questionários completos

#### 8.4 - Explicações que envolvem os conceitos de calor, de temperatura e de condutividade térmica

Ao seleccionarmos estas situações-problema pretendíamos identificar as dificuldades conceptuais deste grupo de estudantes através das suas explicações, usando os conceitos de calor, temperatura e energia térmica. Há vários estudos que identificam as dificuldades de aprendizagem destes mesmos conceitos com alunos do ensino secundário (Driver et al., 1994; Erickson, 1979). No entanto, são mais raros os estudos sobre as dificuldades dos estudantes universitários (Carson & Watson, 2002; Thomaz, Malaquias, Valente, & Antunes, 1993).

Ao contrário do que possa parecer, os conceitos de calor e de temperatura são de difícil compreensão. Por exemplo, Erickson (1979; 1980) refere que a distinção entre os conceitos de calor e de temperatura é uma das mais difíceis tarefas dos alunos. Para as dificuldades que estes conceitos suscitam, alguns autores apontam pelo menos uma das seguintes razões:

- i)* uso frequente da linguagem do quotidiano,
- ii)* imprecisões no ensino e na aprendizagem,
- iii)* complexa evolução histórica dos conceitos.

Na linguagem do quotidiano, os estudantes usam a palavra calor, quente, frio e temperatura sem a preocupação do significado científico que estes termos possam ter. É frequente ouvirmos falar, por exemplo, “estou cheio de calor” ou “estou com calor”. Contudo, do ponto de vista científico um corpo não possui calor. Na realidade, um corpo possui energia térmica que pode ser transferida sob a forma de calor para outro corpo com temperatura menor. Jones & Atkins (1999) afirmam: “Heat is a transfer of energy that occurs as a result of a temperature difference” (p.223).

Não é raro encontrarmos na literatura especializada de Química e de Física a expressão “fluxo de calor”. No entanto, muitos autores (Besson, 2003; van Roon, van Sprang, & Verdonk, 1994) referem-se a esta expressão como uma das mais comuns imprecisões de linguagem no ensino do conceito de calor. Os argumentos mais citados são os de Zemansky (1970): ao contrário da água ou da corrente eléctrica que são matéria e que, desprezando os efeitos relativísticos, se conservam, o calor não é conservado quando transita de um corpo para outro, pois não tem existência real (o calor não é uma função de estado; é uma quantidade dependente do processo).

Apesar de imprecisa, a expressão “fluxo de calor” é usada pelos cientistas de maneira mais ou menos sistemática. Por essa razão, talvez seja preferível, mostrar, no discurso didáctico, a sua imprecisão, do que simplesmente evitar radicalmente o seu uso. O próprio exercício de esclarecer o uso do termo pode, de alguma forma, ajudar os estudantes a entender o conceito de calor.

Uma das definições mais repetidas para o conceito de temperatura é a de que a “temperatura é o que medimos num termómetro”. Esta é uma definição operacional que pouco diz sobre o que verdadeiramente a ciência entende por temperatura.

Segundo Zemansky (1968), “temperature is a property that determines whether or not a system is in thermal equilibrium with another” (p. 7). Segundo Jones & Atkins (1999) “a temperature difference corresponds to a certain length of a column of liquid (or some other physical property) in a thermometer, ...” (p.58)

#### **8.4.1 - O problema dos blocos de metal e de madeira**

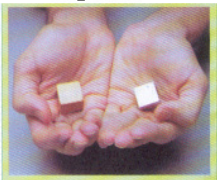
Uma das dificuldades na aprendizagem de vários conceitos científicos reside no facto de estarem em “contra-mão” relativamente às indicações dos nossos sentidos. Historicamente, os conceitos científicos também tiveram que transpor a barreira das sensações e do senso comum para evoluírem até a conceitos objectivos e rigorosos. Pensando no modo como os estudantes poderiam lidar com os conceitos de calor, de temperatura e de condutividade térmica, em relação ao tacto, propusémos uma situação-problema inspirada numa das actividades de Mortimer & Machado (2003, p. 236). No Quadro 8.1, apresentamos esta situação.

**Quadro 8.1** O problema dos blocos de metal e de madeira

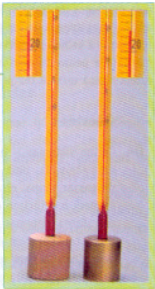
1. A temperatura de um bloco de madeira é maior, menor ou igual à temperatura do bloco de metal?

Ao pegarmos num bloco de madeira e noutra de metal em cada mão temos a sensação que o bloco de metal está mais frio do que o bloco de madeira (ver Figura 1). Entretanto, ao colocarmos um termómetro sobre os blocos (ver Figura 2) lemos a mesma temperatura para ambos. Como explica este facto?

**Figura 1**



**Figura 2**



---

---

---

---

---

---

---

A dificuldade desta questão reside no facto de a sensação ao tacto ser diferente para dois blocos (de madeira e de metal) que apresentam a mesma temperatura. Prigogine & Kondepudi (1999) comentam:

“Esta ideia [no equilíbrio térmico, as temperaturas de todas as substâncias são iguais] levou algum tempo a percorrer o seu caminho, pois parecia contradizer a experiência quotidiana do tacto, que apresenta um bloco de metal como sendo mais frio do que um bloco de madeira” (p. 27).

Numa primeira abordagem, começemos por perguntar: Qual a explicação *apropriada* para esta situação-problema? Antes de mais, como distinguir uma explicação *apropriada* da explicação *esperada*?

Segundo Martins (1989), a análise das explicações dos alunos deve ter em conta o seu nível de escolaridade. Assim, respostas *adequadas* para alunos do 9º e 11º anos devem ser necessariamente diferentes. Segundo a mesma autora, “a análise das respostas dos alunos deve ter em conta o **nível esperado** de elaboração do conteúdo, no pressuposto de que houve aprendizagem”<sup>43</sup> (p. 150). Esta autora (ibidem), atribui o “nível de compreensão esperado” (p. 153) para cada uma das tarefas explicadas com base no nível das respostas adequadas, chegando à conclusão que nenhum dos seus alunos atingiu o nível de compreensão adequado.

<sup>43</sup> Grifo em negrito acrescentado ao texto original

Por sua vez, Redfors (2001) estudou as explicações de estudantes do terceiro ano universitário para cinco fenómenos que envolviam interacção entre um metal e a radiação electromagnética. Para uma visão preliminar dos dados, este autor classificou as explicações dos estudantes em: *apropriadas, com detalhes insuficientes, inapropriadas e sem resposta*. Uma explicação *apropriada* é definida, pelo autor, como a que usa todos os modelos discutidos ao longo do curso, nomeadamente, os da física clássica, da física quântica e da astrofísica. Ou seja, para Redfors (2001) uma explicação apropriada é a que recorre aos modelos científicos actuais, embora reconheça que muitos professores de física esperavam explicações mais sofisticadas do que as formuladas pelos estudantes do terceiro ano. Também Boo & Watson (2001) definem uma tabela com elementos-chave para uma “explicação cientificamente aceitável”, relativamente às explicações dadas pelos seus alunos em entrevistas semi-estruturadas.

Levando em consideração os autores acima referidos, entendemos que uma explicação “adequada” ou “apropriada” é a que é aceite pela comunidade científica actual, ou seja, é apropriada aos conhecimentos e às interpretações de que os cientistas dispõem como especialistas das respectivas áreas de estudo. Uma *explicação apropriada* deve levar em conta as condições de fronteira do problema e outros factores geralmente ignorados pelos estudantes. Assim, deve ser entendida e aceite por professores e cientistas especializados na área. Por essa razão, a explicação considerada como apropriada para cada problema aqui apresentado foi elaborada pelo investigador e discutida com o professor da disciplina.

Para o Quadro 8.1, consideramos a seguinte explicação como apropriada:

“Nesta situação-problema, a madeira e o metal estão em equilíbrio térmico com o ar circundante, ou seja, encontram-se à temperatura da sala. Por sua vez, a nossa mão está à temperatura do corpo humano, 36-37°C, superior à da sala e, conseqüentemente, superior às temperaturas iguais dos blocos de madeira e de metal. Se admitirmos que as áreas de contacto entre as nossas mãos e os blocos de metal e madeira são iguais, estando as nossas mãos a temperatura superior, haverá a transferência de energia sob a forma de calor das nossas mãos para o metal e para a madeira. É aqui que surge a diferença entre metal e madeira: o metal é bom condutor térmico; pelo contrário, a madeira é isolador térmico (nos países frios, as paredes das casas usam isoladores térmicos como madeira, fibra de vidro e o ar das caixas de ar das paredes). Por isso (metal = condutor térmico; madeira = isolador térmico), no mesmo intervalo de tempo, é transferido mais calor da nossa mão para o metal que é condutor térmico, do que para o bloco de madeira

que é isolador térmico. É essa maior transferência de calor que nos dá, erradamente, a sensação de o metal “estar mais frio” do que a madeira.

Dado que os conceitos aqui tratados já foram investigados no ensino secundário e muitas dificuldades e concepções alternativas já foram devidamente identificadas, as explicações *esperadas* dos estudantes tentam levar em consideração todas as dificuldades identificadas. Assim, as explicações *esperadas* aproximam-se das explicações *apropriadas*, sem que lhes seja exigida uma linguagem cientificamente correcta, nem uma elaboração completa com o reconhecimento de todas as variáveis interdependentes. Contudo, numa explicação *esperada*, o estudante deve exprimir os fundamentos que explicam o problema. Por exemplo, neste problema é “esperado” que os estudantes reconheçam a importância das diferentes condutividades térmicas do metal e da madeira.

As explicações esperadas foram do tipo:

- *“O metal é melhor condutor de energia que a madeira, logo em contacto com as mãos da pessoa vai fornecer mais energia ao metal que à madeira.”*
- *“Provavelmente deve-se ao facto de ser melhor condutor de energia que a madeira.”*
- *“Temos a sensação do bloco de metal estar mais frio porque o metal é um melhor condutor térmico do que a madeira. Assim, e para atingir o equilíbrio térmico, o calor das nossas mãos é transferido para o bloco.”*

Inicialmente, todas as explicações para este problema (N=168) foram agrupadas nas seguintes categorias:

*i) explicações esperadas;*

*ii) explicações incorrectas* (não explicam da maneira esperada, evidenciam dificuldades conceptuais);

*iii) explicações incompletas* (têm alguma estrutura lógica, não apresentam nenhuma dificuldade conceptual de forma clara, focam apenas aspectos secundários, não recorrem ao conceito de condutividade térmica).

Na Tabela 8.2, para além de apresentarmos estas três categorias, apresentamos uma outra onde incluímos os estudantes que não responderam.

**Tabela 8.2** Explicações dos estudantes para o problema dos blocos

<b>Explicações</b>	<b>Turma 1</b>	<b>Turma 2</b>	<b>Total</b>
<i>esperadas</i>	37	18	55 (26%)
<i>incompletas</i>	12	15	27 (13%)
<i>incorrectas</i>	35	51	86 (41%)
<i>sem resposta</i>	15	26	41 (20%)
<b>Total</b>	<b>99</b>	<b>110</b>	<b>209 (100%)</b>

Os estudantes que deram explicações ( $168 = 209 - 15 - 26$ ) distribuíram-se igualmente pelas duas turmas (84 em cada). Do total de estudantes, apenas 26% explicaram da maneira esperada, 54% explicaram de forma incompleta (13%) ou incorrecta (41%), e 20% não formularam explicações. Na turma 1 foi registado um número superior de explicações esperadas e um número inferior de explicações incorrectas. Assim, a turma 1 teve melhor desempenho nas explicações que a turma 2. No geral, esta diferença entre as turmas 1 e 2 é corroborada por outras fontes de dados apresentados nesta investigação.

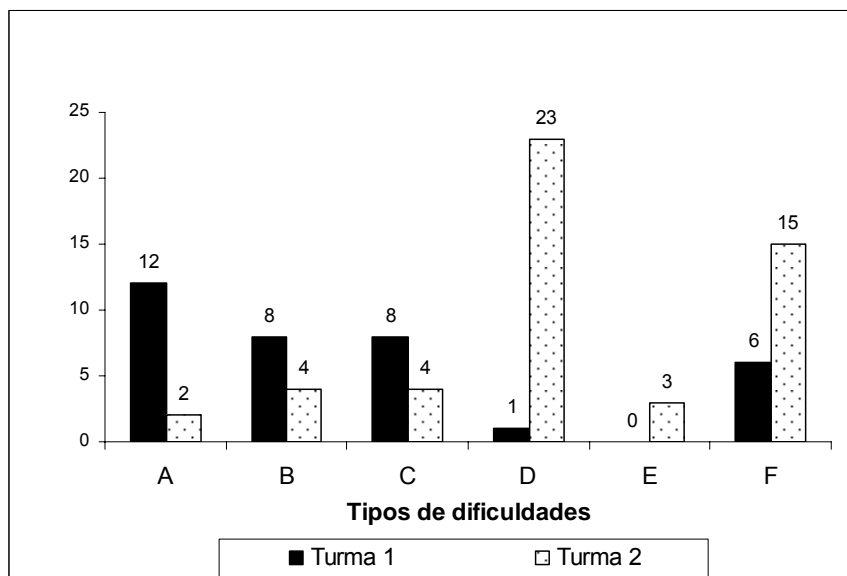
Na Tabela 8.3, mostramos algumas das “dificuldades” reveladas pelas explicações incorrectas dos estudantes.

**Tabela 8.3** Dificuldades reveladas nas explicações incorrectas do problema dos blocos

	<b>Dificuldade</b>	<b>nº de explicações (total=86)</b>
A	com os conceitos de calor e de temperatura	14
B	na identificação do sentido de transferência de energia térmica	12
C	na comparação das condutividades do metal e da madeira	12
D	no uso do conceito de densidade para explicar o problema	24
E	o “frio” é tratado como uma variável física!	3
F	recurso a outras propriedades diferentes da condutividade térmica: capacidade calorífica (3), textura (3), condução eléctrica, entalpia, energia interna, estrutura atómica (4), energia interna (2), materiais naturais (2), endotérmico e exotérmico	21

Observando a Tabela 8.3, podemos perceber que os estudantes, para além de evidenciarem dificuldades com alguns conceitos, recorrem a propriedades e conceitos pouco esperados para solucionar o problema. De modo geral, as duas turmas apresentaram as mesmas dificuldades conceptuais. Na Figura 8.1, mostramos as dificuldades encontradas nas explicações incorrectas para as turmas 1 e 2, com o objectivo de compararmos a distribuição destas dificuldades em ambas as turmas em relação aos valores totais.





**Figura 8.1** Dificuldades encontradas nas explicações dos estudantes sobre o problema dos blocos

A Figura 8.1 mostra que a turma 2 apresenta maior diversidade de dificuldades que a turma 1 (dificuldades do tipo D e E). Os estudantes da turma 1 apresentam maior número de dificuldades A, B e C que a turma 2, ocorrendo o oposto nas dificuldades do tipo D, E e F (turma 2 com maior número de dificuldades).

Se os estudantes têm essas dificuldades, por que razão não enviaram então perguntas sobre elas no âmbito do programa Questões em Química? Nem todas as dificuldades aqui encontradas foram provocadas durante as aulas, no sentido de fazer com que o estudante se deparasse com elas. Naturalmente, esperava-se que muitos dos correspondentes conceitos tivessem sido já adquiridos! Por isso, os estudantes dificilmente chegaram a ponderar a hipótese de, por exemplo, indagar a diferença entre calor e temperatura. Neste sentido, a situação-problema agora apresentada surge como provocadora, fazendo pensar sobre o que o estudante não compreende, e talvez desconheça que não compreende.

Em relação à dificuldade **A** (Tabela 8.3), aproximadamente 8% da globalidade das explicações revelaram dificuldades com os conceitos de calor e de temperatura. Alguns destes estudantes (N=9) usaram correctamente o conceito de condutividade térmica para explicar o problema. No entanto, evidenciaram dificuldades com os conceitos de calor e de temperatura. Alguns exemplos:

- “Este facto é explicado pelas características dos materiais: sabe-se que a madeira **não conduz tão bem a temperatura** como o metal.”
- “O bloco de metal **absorve** com maior facilidade **a temperatura**, ou seja, a **conductividade do metal para a temperatura** é maior do que a conductividade da madeira.”
- “O bloco de metal **conduz melhor a temperatura** e, por isso, ao tocar na mão, dissipa-se mais rapidamente para o bloco. Pelo contrário, o bloco de madeira é um **bom isolante de temperatura** e isso dá-nos a sensação de que está mais quente mas o que acontece é que **a temperatura demora mais tempo a passar** da mão para o bloco.”

Apesar de os estudantes invocarem as propriedades que solucionam o problema, fazem-no de modo incorrecto confundindo “calor” e “temperatura”. Esta dificuldade em lidar correctamente com estes conceitos é também confirmada por entrevista, como ilustra o excerto de entrevista que a seguir se apresenta:

1. Susana - (interrompendo) ... então a energia é transferida sob a forma de temperatura ...
2. Entrevistador - Sob a forma de temperatura ou sob a forma de calor, Susana?
3. Susana - Estou a pensar em temperatura porque ... se ... aquece a água
4. Patrícia - Calor! ... sob a forma de calor ... mas eu pensei que fosse trabalho ... realização de trabalho ... mas não pensei, lá está não pensei nesta fase ...
5. Susana - Trabalho eu pensei porque ... o volume manter-se constante, o calor, o calor a volume constante é igual a variação de energia interna ... foi ...
6. Entrevistador - Como é isso?
7. Susana - O calor a volume constante é igual à variação da energia interna ...:

Como podemos ver pelo parágrafo 5 da entrevista, a Susana consegue lidar operacionalmente com o conceito de calor, mas mostra no primeiro parágrafo que o confunde com o de temperatura. Frequentemente, os estudantes desenvolvem a capacidade de usar mecanicamente muitos conceitos que realmente não entendem.

Esta dificuldade é também revelada pelo modo como respondem a algumas perguntas de um dos testes de avaliação da disciplina de Química I (2002/2003). Por exemplo, as questões 1 e 3 do segundo teste, pertencentes a um grupo de questões do nível mais baixo, abordam essencialmente o mesmo assunto, ou seja, energia interna e a sua relação com calor e trabalho (ver Quadro 8.2, a seguir). A questão 3 pede aos estudantes o reconhecimento da expressão vulgarmente utilizada para a 1ª Lei da Termodinâmica. Neste caso, 92% dos estudantes reconhecem a fórmula  $\Delta U = Q + W$ . No entanto, quando na questão 1 do teste é solicitado a variação de energia interna quando o sistema liberta

calor sob a acção de trabalho exterior, a percentagem de respostas certas diminui para aproximadamente 68% dos estudantes da turma 1 (total=107).

**Quadro 8.2** Primeira e terceira questão do teste para a turma 1 (2002/2003)

1. Numa transformação, é realizado trabalho pelo exterior no sistema correspondente a 875 kJ e o sistema liberta 720 kJ de calor. A variação de energia interna do sistema é

- nula
- (-720 + 875) kJ
- (720 - 875) kJ
- (720 + 875) kJ
- 720 kJ

3. [ $\Delta U$  = variação de energia interna do sistema;  $Q$  (=calor) e  $W$  (=trabalho), trocados entre o sistema e o exterior] Segundo a 1ª Lei da Termodinâmica,

- $\Delta U = Q$
- $\Delta U = W$
- $\Delta U = Q + W$
- $\Delta U = Q/W$
- $\Delta U = Q.W$

A condutividade térmica, a densidade e o calor, entre outros, são conceitos que apelam facilmente para os sentidos. Por isso, fazer uma dissociação da “realidade” física e do que podemos perceber com os nossos sentidos, constitui um problema para o ser humano em geral, e especialmente para os estudantes que desejam aprender os conceitos científicos. Esta dificuldade está também enraizada na transição histórica das tentativas de “avaliar o calor”, usando inicialmente os sentidos e só depois se usaram instrumentos como o termómetro, como já discutimos.

Para reforçar a nossa argumentação com um exemplo, apresentamos um excerto de uma entrevista com o estudante Hélio, que mostra a dificuldade em dissociar o que sente ao pegar nos blocos do que podemos ler num termómetro:

1. Hélio - Essa pergunta que é muito interessante (apontando para a questão 1 do questionário)
2. Entrevistador - Como foi que você respondeu?
3. H - Não consegui responder ... (risos) eu poderia inventar, mas acho que não valia a pena, porque é assim na prática uma pessoa, é verdade, agarra num ferro e num pedaço de madeira, e o ferro está muito mais frio ... não estou a ver porquê, se eles estão à mesma temperatura, eu pensava que estava em temperatura inferior ...
4. E- A barra de metal?
5. H - A barra de metal estava mais fria, e não é verdade? ... e não é verdade? (a duvidar) está à mesma temperatura?
6. E- ... Por exemplo essa, essa ... e o pé da mesa (pegando na mesa de madeira com uma mão e no pés de ferro com a outra) estão à mesma temperatura.
7. H - Estão à mesma?? (a duvidar)

8. E- Estão, estão à mesma. Estão à temperatura ambiente
9. H - Pois não parece, ahhh ambiente ... (surpresa)
10. E- Estão à temperatura ambiente ...
11. H - Pois ... por exemplo, a substância, a matéria tá na numa temperatura ... esse está mais quente que este ... (pegando na mesa e no pé da mesa)
12. E- Porque este está mais quente? ... (pausa) se eu colocar um termómetro aqui?
13. H - Tá mais quente que o outro ... (pausa)
14. E- Olha que temos um laboratório bem pertinho aqui e podemos colocar um termómetro ... (risos) ... se encostarmos um termómetro aqui ... você acha que a gente vai ter que temperatura?
15. H - Vamos ter a temperatura ... da madeira é a ambiente ...
16. E- Vamos ao laboratório fazer essa experiência?
17. H - Podemos ir ...(risos)
18. E - Pegamos um termómetro e encostamos na mesa, assim .. conta um minuto e deixamos lá um pouco para medimos a temperatura da madeira e depois pegamos e colocamos no do ferro e vê o que acontece ...
19. H- E é igual? (surpresa, dúvida)

O estudante mostra-se incrédulo quando depara com o facto de tanto o bloco de madeira como o bloco de metal se encontrarem à mesma temperatura, a temperatura da sala. A sua surpresa é reforçada quando depara com a sensação de frio de uma das suas mãos ao pegar no pé de metal da mesa em contraste com a outra mão que simultaneamente toca a superfície de madeira. Este caso exemplifica o dilema dos estudantes em lidarem com conceitos científicos, os sentidos e a linguagem do dia-a-dia. Clark & Jorde (2004) também comentam a dificuldade dos alunos no entendimento do conceito de equilíbrio térmico numa experiência semelhante à que realizámos com uma colher de metal e uma tigela de madeira, à mesma temperatura (após várias horas no frigorífico).

Observando ainda a Tabela 8.3, a dificuldade **B** (dificuldade em reconhecer correctamente o sentido da transferência de energia) corresponde às explicações onde os estudantes declaram que são os blocos de madeira e/ou de metal que transferem energia para as mãos. Por exemplo:

- “Porque a **madeira transmite mais calor para a mão** do que o metal isto deve-se ao facto da capacidade calorífica da madeira ser maior do que a do metal e poder transmitir mais calor sem variar significativamente a temperatura.”
- “Porque a madeira transfere uma maior quantidade de calor para o exterior, ao contrário do metal”

- “Isto deve-se ao facto de a madeira transferir mais calor que o metal. Como o metal transfere menos calor, isto dá a sensação que tem uma temperatura inferior à da madeira.”

Nestas explicações, os estudantes procuram justificar a sensação do bloco de metal ser mais frio do que o bloco de madeira recorrendo a uma ideia errada segundo a qual os blocos transferem “calor para a mão” ou para o “exterior” de forma diferente: “a madeira transmite mais calor para a mão do que o metal”. O primeiro estudante citado justifica isto pelo facto da capacidade calorífica da madeira ser maior. Realmente, a capacidade calorífica dos blocos é diferente, mas não é essencial para explicar as diferentes sensações de “quente” e “frio”. No geral, para estes estudantes o bloco de madeira “tem mais calor” que o bloco de metal, “explicando” o facto de sentirmos este bloco mais quente. Embora o problema diga que os dois blocos se encontram à mesma temperatura, estes estudantes não levam em consideração tal informação e “atribuem diferentes capacidades de possuir calor” aos diversos materiais.

Muito semelhante à dificuldade **B**, a dificuldade **C** (dificuldade de comparação das condutividades térmicas do metal e da madeira; ver Tabela 8.3) mostra que os estudantes até compreendem que a capacidade de condução térmica está envolvida na explicação do problema, mas atribuem à madeira uma condutividade térmica superior à do metal. A seguir citamos algumas explicações desta categoria:

- “A sensação que nós dá de o bloco de madeira ser mais quente que o bloco de metal deve ser por a madeira ser um bom condutor de energia e o metal não.”
- “O facto referido anteriormente deve-se ao facto de a madeira ser um melhor transportador de calor do que o metal.”
- “Ao estarmos em contacto com a madeira esta absorve mais calor do que o metal.”
- “Este facto deve-se à capacidade que a madeira possui para transferir energia sob a forma de calor. Enquanto que o metal, absorve energia sob a forma de calor e não o transfere para o exterior.”

Nestas afirmações, reconhece-se facilmente a dificuldade do estudante lidar com termos como “calor” e “condutividade térmica”. Por exemplo, na última frase, um aluno afirmou que a madeira possui a capacidade de “transferir energia sob a forma de calor”. Esta explicação usa de forma apropriada as referências ao calor e à energia, atribuindo ao metal, contudo, a capacidade de “absorver energia” sem a transferir para o exterior! Esta afirmação leva-nos a supor que este estudante julga necessário que o metal “transfira energia” para a mão para que possamos ter a sensação de quente, como na madeira!

Ainda em relação aos sentidos e à sua interferência na construção dos conceitos, uma percentagem apreciável de estudantes (13%) recorreu à “densidade” (dificuldade **D**, ver Tabela 6.3) para explicar o problema dos blocos. É importante notar que, dos 24 estudantes que usam este conceito para explicar o problema, 23 são da turma 2. Passamos a citar algumas destas explicações:

- “Temos a sensação que o metal é mais frio na medida em que este é **mais maciço** e homogéneo do que a madeira, tem um maior número de partículas.”
- “Este facto explica-se devido às **densidades** dos materiais serem diferentes. Como  $\Delta H$  (variação da temperatura) depende da massa e **densidade =  $m/V$**  temos que o metal tem muito maior densidade logo  $\Delta H$  irá aumentar.”
- “Como o metal é mais **denso** que a madeira, este parece ser mais frio que a dita, mas este é um **melhor condutor** de calor. Ambos vão ter a mesma temperatura que a mão, apesar do metal parecer mais frio.”

Nesta última explicação, o estudante parece querer conjugar os conceitos de densidade e condutividade para explicar o problema. No entanto, a maioria dos que recorrem à “densidade” parece fundamentar a sua explicação na “sensação” do bloco de metal ser mais “pesado” que o bloco de madeira. O facto de o ar ser um bom isolador térmico pode estar na origem desta dificuldades apresentada por alguns alunos.

A dificuldade com a linguagem e os conceitos pode ser também evidenciada quando os estudantes consideram o “frio” como se fosse uma “entidade” física igual ou semelhante ao calor. Ao observamos a Tabela 8.3, verificamos (dificuldade **E**) que apenas 3 dos estudantes mostraram essa dificuldade ao explicar o problema dos blocos. No entanto, ao explicarem o problema da “entrada do frio”, como veremos mais adiante, verificamos que 46 estudantes trataram o “frio” como uma grandeza física. Este facto, pode indicar-nos sobre o tipo de situação-problema que é mais ou menos adequadas para que estes revelem as suas dificuldades através das suas explicações. Ou seja, considerando apenas o problema dos blocos, poderíamos afirmar que a maioria dos estudantes não tratou o frio como variável física. Contudo, noutra situação diferente (“entrada do frio”) um número relevante destes estudantes já o fez.

A categoria **F** (ver Tabela 8.3) reúne as dificuldades que recorreram a diversas propriedades físicas e químicas para explicar o problema dos blocos. Destacamos algumas das explicações mais comuns ou curiosas. Aproximadamente 12% dos estudantes usaram os conceitos e propriedades listados na Tabela 8.3 para resolver o

problema dos blocos de metal e do bloco de madeira à mesma temperatura. À semelhança do uso da densidade, alguns dos alunos recorrem à noção de aspereza e de textura para justificar as diferentes sensações ao pegarmos nos blocos. Vejamos alguns exemplos:

- “Devido à **diferente textura** que apresentam e aos **constituintes** que é constituído ou formado; vai daí a sensação que o ferro é mais frio”
- “A diferença de temperaturas sentidas nos diferentes materiais deve-se às **diferentes composições** de ambos. No metal, a sua **superfície mais "polida"**, lisa, faz com que sintamos uma menor temperatura”


Nestes exemplos, os estudantes recorrem à sensação táctil na tentativa de explicar o problema. Embora reconheçam que os blocos apresentam “diferentes composições”, é à sensação táctil que imputam o motivo das diferentes sensações atribuídas ao bloco de madeira e ao bloco de metal, e não a outras propriedades físicas, como a condutividade térmica.

### 8.4.2 - O problema da porta de madeira e da maçaneta de metal

Como já mencionámos, um segundo questionário foi aplicado no final do ano lectivo (2002/2003) onde também foi incluída uma situação-problema que utilizava os conceitos de calor, temperatura e condutividade térmica, tendo como objectivo verificar se tinha havido alguma modificação nas explicações dos estudantes em relação às apresentadas no início do ano. No Quadro 8.3, apresentamos esta situação-problema.

**Quadro 8.3** O problema da condução térmica na porta de madeira e na maçaneta de metal

1. Ao pegarmos na maçaneta de metal de uma porta com uma mão e na porta, com a outra mão, temos a sensação que a maçaneta de metal está mais fria do que a porta de madeira. No entanto, se usarmos um termómetro verificamos que a temperatura é a mesma para ambos. Como explica este facto?



---

---

---

---

---

---

---

---

A explicação apropriada para este problema é semelhante à dada no caso anterior. Tal como no problema anterior, começaremos pelas explicações *esperadas*, passando depois às *incorrectas* e às *incompletas*.

As **explicações esperadas** para este problema são do tipo:

- *“Este facto deve-se à diferença de condutividade dos materiais, como a maçaneta é metal então é um bom condutor por isso temos a sensação que esta se encontra a mais baixa temperatura, como a madeira não é condutora de calor, temos a sensação de esta se encontra à temperatura ambiente ou a temperatura superior à maçaneta.”*
- *“O nosso corpo encontra-se a uma temperatura mais elevada que a maçaneta de metal e a porta de madeira. No entanto, a diferença reside no facto de o metal ser um bom condutor de calor o que faz com que haja trocas de calor entre o corpo e o metal e que estas façam notar a diferença de temperatura. Por outro lado, a madeira não é um bom condutor de calor e por isso não há tantas trocas de calor entre o corpo e a madeira, o que nos faz ter a sensação que o metal está mais frio que a madeira.”*
- *“O metal é um melhor condutor de calor. Assim quando tomamos no metal o calor da nossa mão transfere-se para o metal. Como da nossa mão é retirado calor ficamos com uma sensação de frio na mão. Na madeira isto não acontece porque a madeira não é tão bom condutor de calor como o metal.”*

Na Tabela 8.4, mostramos as explicações apresentadas para o problema da porta de madeira e da maçaneta de metal, em comparação com as explicações dadas ao problema semelhante do primeiro questionário.

**Tabela 8.4** Explicações para o problema da porta e da maçaneta

explicações	1º questionário	2º questionário		
	Total	Turma 1	Turma 2	Total (T1 + T2)
<i>esperadas</i>	<b>55 (26%)</b>	38	39	<b>77 (38%)</b>
<i>incompletas</i>	<b>27 (13%)</b>	3	2	<b>5 (3%)</b>
<i>incorrectas</i>	<b>86 (41%)</b>	58	41	<b>99 (49%)</b>
<i>sem resposta</i>	<b>41 (20%)</b>	11	10	<b>21 (10%)</b>
<b>Total</b>	<b>209 (100%)</b>	<b>110</b>	<b>92</b>	<b>202 (100%)</b>

Esta tabela mostra que não existe uma diferença evidente entre as explicações da turma 1 e as da turma 2. Por outras palavras, a pequena diferença que existia nas explicações



apresentadas pelas duas turmas na primeira situação-problema, deixa de existir nas explicações para esta segunda situação.

Ao analisarmos comparativamente as explicações do primeiro com as do segundo semestre, percebemos que as explicações esperadas aumentaram de 26% para 38%, e as explicações incompletas diminuíram de 13% para 3%, mostrando que as explicações melhoraram no geral. No entanto, as explicações incorrectas também aumentaram de 41% para 49%, parecendo incompatível com a análise de melhoria das explicações. Esta maior percentagem (8%) de explicações incorrectas pode dever-se ao facto de ter aumentado aproximadamente em 10% o número de estudantes que explicaram este problema. No entanto, este aumento no número de explicações incorrectas pode, por outro lado, mostrar um maior envolvimento dos estudantes em formular explicações nesta segunda situação.

Na Tabela 8.5, apresentamos as dificuldades reveladas através das explicações incorrectas. Esta análise comparativa permite-nos concluir que as dificuldades reveladas no 1º questionário permanecem no final do ano lectivo. Contudo, nota-se uma pequena diminuição em algumas destas dificuldades. Por exemplo, no primeiro questionário 24 (13%) dos estudantes recorreram à densidade para explicar a situação-problema, enquanto que no segundo apenas 10 (5%) recorreram erroneamente a esta propriedade.

**Tabela 8.5** Dificuldades reveladas através das explicações para o problema da porta e da maçaneta

dificuldade	1º questionário	2º questionário		
	Total	Turma 1	Turma 2	Total (T1+T2)
A com os conceitos de calor e temperatura	14	5	5	10
B na atribuição correcta do sentido da transferência de energia	12	6	7	13
C na comparação das propriedades de condução do metal e da madeira	12	12	4	16
D no uso do conceito de densidade para explicar o problema	24	4	6	10
E o “frio” tratado como uma variável física!	3	0	0	0
F recurso a outras propriedades diferentes da condutividade térmica: capacidade calorífica (3), textura (3), condução eléctrica, entalpia, energia interna, estrutura atómica (4), energia interna (2), materiais naturais (2), endotérmico e exotérmico	21	35	15	50

Um dos argumentos repetidos por 51 estudantes e muitas vezes associado com as dificuldades apresentadas na Tabela 8.5 tem a ver com os “tipos de materiais” que constituem os objectos em causa, como por exemplo:

- “Está relacionado com o tipo de material de que ambos são constituídos.”
- “Este facto deve-se à exposição dos diferentes materiais em questão e à nossa sensibilidade. O metal tem características que deixa passar mais...”
- Pelo facto da maçaneta ser feita dum material que tenha certas características, as quais à temperatura ambiente fazem com que pareça mais frio do que a porta, quando, na realidade têm a mesma temperatura.”
- “Porque o metal tem uma constituição diferente da madeira. **A madeira é "natural" e o metal é feito quimicamente.** E também porque a madeira é mau condutor.”

Nesta última explicação, o estudante estabelece uma diferença entre a constituição da madeira e do metal pelo facto de um ser “natural” e o outro ser “feito quimicamente”. Este “tipo” de argumento estava também de alguma forma, presente nas explicações de outros estudantes no primeiro questionário. Por exemplo:

- “Os dois blocos são constituídos por substâncias diferentes, logo a sensação de frio que é transmitida para a nossa mão, uma vez que **a madeira é um material existente na natureza**, transmite-nos uma sensação de estar mais quente, ao contrário do metal que transmite uma sensação de frio. O facto de estarem à mesma temperatura significa que têm a mesma energia interna.”
- “Devido à natureza específica do material e à sua densidade, um é de **natureza vegetal e outra é mineral.**”

Na segunda parte da explicação em discussão, podemos notar que este se refere correctamente à madeira como um mau condutor: “...e também porque a madeira é um mau condutor.” No entanto, como podemos observar pela Tabela 8.5, muitos estudantes continuam a trocar as propriedades de condução térmica entre a madeira e o metal. Por exemplo:

- “Os materiais têm características diferentes e a **madeira pode transferir mais calor que o ferro.**”
- “Isto deve-se ao facto **da madeira ser um bom conductor** (condutividade calorífica) o que não acontece com a maçaneta.”

A seguir apresentamos alguns exemplos de explicações, que nos permitem perceber outras dificuldades mencionadas na Tabela 8.5:

**Densidade** (10 estudantes apresentam esta dificuldade):

- “Uma explicação possível para este facto é: no metal as moléculas encontram-se mais juntas formando uma estrutura mais **densa**, enquanto que a madeira é menos densa molecularmente, sendo o metal um bom conductor e a madeira um mau conductor nota-se mais as diferenças de temperatura e é mais difícil de aquecer porque uma vez que é mais denso necessita de mais energia provavelmente das nossas mão para aquecer.”
- “Creio que esta situação acontece devido à estrutura atómica dos dois objectos. Como a maçaneta é muito mais **densa** que a madeira dá a noção de que a temperatura varia muito mais do que a madeira.”

**Condução Eléctrica** (5 estudantes apresentam esta dificuldade):

- “Porque no caso em que a mão está em contacto com o metal, como este é maior **conductor de corrente** do que a madeira, faz com que haja maior **passagem de calor do metal para a mão**. Daí sentir-se mais frio quando lhe tocamos.”
- “Este facto explica-se devido à porta não conduzir corrente eléctrica, isto é quando colocamos a mão este está à mesma temperatura que a mão. Como **o metal é condutor eléctrico conduz o calor**, isto é quando colocamos a mão no metal há transferência de energia.”

**Capacidade Calorífica** (3 estudantes apresentam esta dificuldade):

- “Isto explica-se pelo facto de o metal ter uma **capacidade calorífica** mais elevada que a **madeira**. Ou seja, é um **melhor condutor de calor**. Devido a isto a maçaneta metálica conduz por consequência dissipa mais rapidamente o calor da nossa mão.”

**Exotérmico, Endotérmico** (4 estudantes apresentam esta dificuldade):

- “Isto deve-se ao facto de que a madeira é um **material exotérmico**, enquanto o **metal é endotérmico**. Devido a isso quando em contacto com a madeira existe uma passagem de calor para a nossa mão, por outro lado o metal absorve o calor da nossa mão.”

**Calor e Temperatura** (10 estudantes apresentam esta dificuldade):

- “Este facto é explicado da seguinte forma: o metal é melhor **conductor da temperatura** que a madeira.”
- “Isto deve-se ao facto da **maçaneta transferir menos calor** que a porta, daí dar a sensação de que a temperatura da maçaneta é mais baixa que a da porta. Sendo assim, **calor e temperatura** são dois conceitos totalmente diferentes pois dois corpos podem estar à mesma temperatura, mas um encontra-se mais frio do que o outro, pois ele transfere menos calor.”

Apesar de percebermos uma mudança no envolvimento e na qualidade das explicações dos estudantes do primeiro para o segundo questionário, as dificuldades com diversos

conceitos são, para muitos deles, resistentes à mudança (Driver et al., 1994; Harrison & Treagust, 2001; Watson, Prieto, & Dillon, 1997).

### 8.4.3 – O problema da “entrada do frio”

Esta situação também fazia parte do 1º questionário (ver apêndice 8.1). Pedia uma explicação para a frase “*feche a porta para o frio não entrar*”. Tal como nas situações anteriores, levámos em consideração três padrões de explicações: *i)* as explicações esperadas, *ii)* as explicações incorrectas, e *iii)* as explicações incompletas. A explicação esperada baseia-se na explicação apropriada discutida com o professor. Assim, foi considerada como uma explicação apropriada para este problema, a seguinte:

“O frio, como grandeza física não existe. O frio resulta da nossa percepção sensorial, causada pela transferência de energia entre o nosso corpo e outro corpo a temperatura inferior. Ao abirmos uma porta de uma sala pode haver uma transferência de calor para o exterior ou para o interior, consoante as temperaturas dentro e fora da sala. O calor é a transferência de energia que ocorre devido a diferença de temperatura que, sendo espontânea, será sempre no sentido do sistema a temperatura mais elevada para o que se encontra a temperatura mais baixa. Diz-se que a energia transferida é térmica.”

Tomando por base a explicação apropriada, a *explicação esperada* é aquela explicação que trata da transferência de energia na forma de calor, e não como um “frio que entra”. Esperava-se que os estudantes do primeiro ano universitário pudessem perceber que a frase em questão estava mal formulada sob o ponto de vista científico, conseguindo discutir as variáveis envolvidas na transferência de energia num sistema fechado e/ou isolado. Alguns exemplos de explicações esperadas:

- “De facto não é o “frio que entra” mas sim energia que está “armazenada” na sala é transferida para o exterior na forma de calor, e conseqüentemente diminuindo a temperatura da sala.”
- “É falsa. O calor “desloca-se” de zonas com temperaturas mais elevadas para outras com temperaturas mais baixas. Não é frio que “entra”.
- “Esta expressão está incorrecta, visto que a grandeza frio não existe, ou seja, não há trocas de “frio”, mas sim de calor. Deveria dizer-se ‘feche a porta para o calor não sair.’”
- “É uma expressão que não está muito correcta, pois não é o frio que entra e o calor (energia transferida) que sai.”

Na Tabela 8.6, mostramos as explicações classificadas nas três categorias mencionadas, e ainda o número de estudantes que não formularam explicações (ausência de explicações) nas turmas 1 e 2.

**Tabela 8.6** As explicações dos estudantes para o problema da “entrada do frio”

<b>Explicações</b>	<b>Turma 1</b>	<b>Turma 2</b>	<b>Total</b>
Esperadas	21	34	55 (26%)
Incompletas	30	27	57 (27%)
Incorrectas	37	41	78 (38%)
Sem resposta	11	8	19 (9%)
<b>Total</b>	<b>99</b>	<b>110</b>	<b>209 (100%)</b>

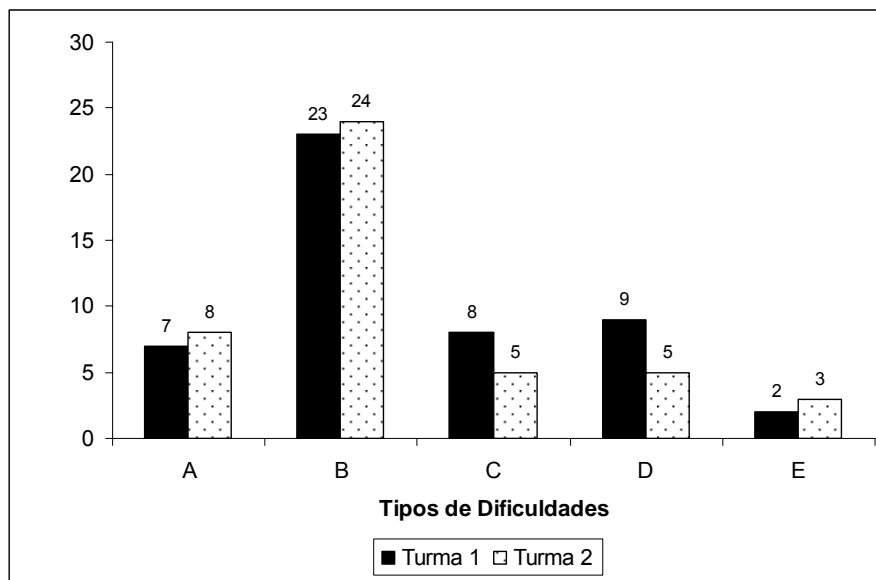
Entre aqueles estudantes que explicaram o problema da “entrada do frio” (N=190), 88 eram da turma 1 e os outros 102 da turma 2. Do total, apenas 26% explicaram de maneira esperada, 65% explicaram de forma incorrecta ou incompleta e 9% não formularam explicações. Na turma 2, houve um maior número de explicações esperadas que na turma 1, no entanto tem um maior número de explicações incorrectas. Globalmente, podemos concluir que as turmas tiveram um desempenho equivalente nas explicações formuladas.

Na Tabela 8.7, mostramos algumas das dificuldades reveladas por estas explicações. Observando esta tabela, podemos perceber que para além de evidenciarem dificuldades com alguns conceitos, os estudantes recorrem a outras propriedades e conceitos para solucionar o problema. De modo geral, as duas turmas apresentaram as mesmas dificuldades conceptuais e em percentagens semelhantes.

**Tabela 8.7** Dificuldades reveladas pelas explicações ao problema da “entrada do frio”

<b>Dificuldade</b>		<b>nº de explicações (total=95)</b>
A	com os conceitos de Calor e Temperatura.	14
B	O “frio” é tratado como uma variável Física.	47
C	com os conceitos de sistema fechado e isolado	13
D	com o uso da ideia de Fluxo mecânico (corrente de ar) para explicar	16
E	outras propriedades para solucionar o problema, tais como: pressão (2), entropia (1), densidade (1), concentração	5

Na Figura 8.2, mostramos as dificuldades encontradas nas explicações incorrectas para as turmas 1 e 2, com o objectivo de compararmos a distribuição destas dificuldades em ambas as turmas em relação aos valores totais.



**Figura 8.2** Dificuldades encontradas nas explicações sobre o problema da “entrada do frio”

Tal como nas explicações do problema dos blocos, e como veremos na análise de outra situação mais adiante, este problema permitiu mais uma vez constatar que muitos estudantes não compreendem a distinção entre os conceitos de calor e de temperatura (dificuldade **A**). Aproximadamente 7% dos que explicaram o problema da “entrada do frio” mostraram dificuldade com estes conceitos. A análise desta dificuldade em todas as situações-problema dos questionários permite-nos concluir que aproximadamente 10% dos estudantes tiveram alguma dificuldade e/ou confusão com os conceitos de calor e temperatura. Ambas as turmas apresentaram esta dificuldade.

A dificuldade **B** é manifestada pelo maior número de estudantes, tanto na turma 1 (N=23) como na turma 2 (N=24). Aproximadamente 25% (N=47) dos que formularam explicações tratam o “frio” como se fosse uma variável física. As explicações que expressam esta dificuldade foram do tipo:

- “Embora feche a porta o **frio entra** sempre, só que em menos quantidade, pois a porta funciona como obstáculo, embora o frio entrar pelas suas fendas, fechadura, etc.”
- “Utiliza-se a porta como isolador à **transferência de frio.**”
- “Quando a temperatura é mais baixa que na interior (fechado) o “**frio**” **tem tendência a entrar** quando surge uma abertura com o objectivo de se atingir o equilíbrio.”
- “Ao fechar a porta o sistema encontra-se fechado, não havendo assim troca de temperatura com o exterior, por isso o **frio não entra.**”

Nestes exemplos, os estudantes usam expressões tais como: “o frio entra”, “transferência do frio”, “o frio não entra”, deixando transparecer que entendem o “frio” como uma variável física. O uso do termo “frio” como grandeza física também foi verificado por Lewis & Linn (2003) quando concluíram que 21.5% dos alunos investigados (12-14 anos) declararam que a folha de alumínio ou de metal “mantinha” ou “guardava o frio dentro...”.

Na dificuldade **C**, estão incluídas as explicações que revelaram problemas com os conceitos de sistema fechado e/ou isolado. Citamos abaixo algumas explicações que evidenciam esta dificuldade e outras associadas a ela:

- “Se a porta estiver fechada vai funcionar como um sistema fechado, ou seja, não vão haver trocas de energia entre os meios logo a temperatura dentro não vai diminuir para se tornar estável, em equilíbrio com o exterior (o que aconteceria se a porta estivesse aberta).”
- “Ao fechar a porta, o "sistema" fica fechado, não havendo trocas de energia para o exterior.”
- “A temperatura conserva-se mais num sistema fechado do que num sistema aberto, uma vez que num sistema fechado não há trocas de energia com o exterior.”

As explicações que foram consideradas na dificuldade **D** usaram, de alguma forma o “fluxo de ar” (vento) para explicar a frase “*feche a porta para o frio não entrar*”, deixando de explicar o essencial ou o esperado. Esta dificuldade está geralmente associada a outras dificuldade numa mesma explicação. Como exemplo:

- “A expressão, é normalmente dita para fechar o circuito de ar que existe, fechando o circuito atenua ou senão mesmo pára a circulação de ar ou seja a entrada desse frio.”
- “Penso que essa expressão se utiliza quando existe uma diferença de temperatura entre o meio exterior e o interior o que leva a um **deslocamento de um vento frio** para o meio que se encontra com uma temperatura elevada.”
- ““O frio entra” porque o ar quente sai e dá a sensação que o ar que entra é frio.”

Na dificuldade **E** reunimos as explicações que utilizaram outras propriedades para solucionar o problema. Citamos apenas dois exemplos de explicações que usaram os conceitos de entropia, densidade e pressão:


- “Esta expressão é muito usada por todos nós para classificar um acontecimento termodinâmico, pois como dentro de casa a temperatura é maior e na exterior é menor, e como as partículas de qualquer matéria vão estar mais estáveis a uma entropia mais baixa quando se abre a porta a entropia da casa vai diminuir e o do exterior vai aumentar, por isso se diz esta expressão.”
- “Porque o ar frio é "mais denso" logo é sujeito a uma "maior pressão" logo quando entra em contacto com o ar quente que é menos denso tem tendência a passar do lado com maior pressão para o lado de menor pressão.”

### 8.4.4 - O problema do “casaco quentinho”

Na sequência do problema da “entrada do frio”, apresentado no primeiro questionário, o questionário do segundo semestre continha uma outra situação-problema onde se solicitava que os estudantes explicassem a frase: “o meu casaco é muito quentinho”. Esta situação teve também como objectivo verificar se tinha havido alguma modificação nas explicações onde eram utilizados os conceitos de calor, temperatura e condutividade térmica. No Quadro 8.4, apresentamos esta situação-problema:

**Quadro 8.4** O problema do “casaco quentinho”

2. Comente a seguinte frase ‘*o meu casaco é muito quentinho*’. Reformule a frase usando ‘linguagem científica’.



---

---

---

---

---

---

A explicação apropriada considerada para apoiar o que chamaremos de uma explicação esperada dos estudantes do 1º ano universitário, foi a seguinte:

“Um das possíveis reformulações para essa frase pode ser: “O meu casaco é um mau condutor térmico”. Normalmente, a função de um casaco é proporcionar isolamento térmico do ambiente circundante que está a uma temperatura inferior à do nosso corpo. A frase de uso quotidiano induz em erro do ponto de vista científico, pois deixa subentender que o casaco é a fonte de energia térmica para nosso corpo. Isso só seria verdade se a temperatura do próprio casaco fosse superior à do nosso corpo.”

Tal como no problema anterior, começamos por analisar as explicações na perspectiva das explicações *esperadas*, as *incorrectas* e as explicações *incompletas*. As explicações esperadas para este problema são do tipo:

- “O meu casaco é um bom isolante do calor do meu corpo.”
- “Não é o casaco que é “quentinho”! Nós libertamos calor e o casaco ajuda a este não se expandir. Logo fica “quentinho” devido ao calor que libertamos.”
- “O meu casaco consegue isolar o meu corpo do exterior mantendo-me a uma temperatura estável e mais quente, evitando diferenças bruscas de temperaturas.”



- “O meu casaco permite que a temperatura do meu corpo seja mais elevada do que a temperatura do exterior, ou seja, permite que não haja elevadas transferências de energia entre o sistema interior do casaco - exterior do casaco.”

Na Tabela 8.8, apresentamos a distribuição as explicações dos estudantes para o problema do “casaco quentinho” em comparação com as explicações dadas ao problema semelhante (“entrada do frio”) no primeiro questionário.

**Tabela 8.8** As explicações para o problema do “casaco quentinho”

Explicações	1º Questionário		2º Questionário		
	Total		Turma 1	Turma 2	Total (T1 + T2)
Esperadas	55 (26%)		69	55	124 (61%)
Incompletas	57 (27%)		9	13	22 (11%)
Incorrectas	78 (38%)		25	17	42 (21%)
Sem resposta	19 (9%)		7	7	14 (7%)
<b>Total</b>	<b>209 (100%)</b>		<b>110</b>	<b>92</b>	<b>202 (100%)</b>

A Tabela 8.8 mostra que as explicações *esperadas* aumentaram de 26% para 61%, do primeiro para o segundo questionário. As explicações *incorrectas* e *incompletas* também diminuíram numa percentagem relevante, de 65% para 32%.

Podemos fazer duas inferências gerais baseadas na Tabela 8.8: *i*) os estudantes que no primeiro semestre formularam explicações *incompletas* (27%), passaram a formular explicações *esperadas* neste segundo, *ii*) uma percentagem relevante (17%) dos estudantes que formularam explicações *incorrectas* no primeiro semestre deixaram de o fazer no segundo, e provavelmente estas explicações passaram a ser explicações *esperadas*.

Embora as explicações *esperadas* sejam em maior número da primeira para a segunda situação-problema, e a percentagem de estudantes que apresentaram explicações *incorrectas* tenham diminuído, os “tipos” de dificuldades apresentadas na primeira situação-problema repetem-se na segunda. Para que possamos compreender melhor estas dificuldades e sua evolução, apresentamos, na Tabela 8.9, as dificuldades encontradas nesta situação-problema para as duas turmas, em comparação com a situação análoga do primeiro questionário.

**Tabela 8.9** Dificuldades reveladas pelas explicações ao problema do “casaco quentinho”

Dificuldade	1º Questionário	2º Questionário		
	Total	Turma 1	Turma 2	Total (T1+T2)
<b>A</b> Com os conceitos de Calor e Temperatura.	14	2	4	6
<b>B</b> O “frio” é tratado como uma variável Física.	47	10	5	15
<b>C</b> Com os conceitos de sistema fechado e isolado	13	0	3	3
<b>D</b> Uso da ideia de Fluxo mecânico (corrente de ar)	16	2	1	3
<b>E</b> O casaco é a fonte de calor	0	5	6	11
<b>F</b> Outras propriedades para solucionar o problema, tais como: pressão, concentração, densidade, volume, capacidade calorífica, estrutura,...	5	4	0	4

Uma diferença relevante mostrada na Tabela 8.9 está no número de estudantes que tratam o “frio” como uma variável física (N=47) e que na segunda situação-problema diminuíram (N=15) significativamente. Por exemplo:

- “O casaco conserva o calor proveniente do corpo humano e evita a entrada de frio, proveniente do exterior.”
- “O meu casaco isola o meu corpo do frio.”
- “O contacto do corpo com o casaco, as fibras de que é feito a uma geração de calor que nos mantêm quente. O casaco também pode ser visto como uma barreira contra o frio.”
- “Certamente o casaco é constituído por alguma substância, que seja isolador térmica. Sendo assim o casaco isola o calor libertado pelo indivíduo, mantendo-o quentinho, e também isola o frio proveniente do exterior.”

A pergunta que poderíamos fazer é se estes 15 estudantes (10 da turma 1, e 5 da turma 2) que formularam explicações tratando o “frio” como variável física também apresentaram esta mesma dificuldade na primeira situação-problema análoga. As duas últimas explicações, anteriormente citadas, são exemplos de estudantes que continuaram a tratar o frio como uma variável física. Dos 15 estudantes, 4 continuaram a manifestar esta dificuldade; nove estudantes que trataram o frio como variável física, no primeiro questionário, passaram a ter explicações *incompletas* (N=6) ou não apresentaram explicações (N=3). O mais curioso é que destes 15 estudantes, 2 formularam explicações esperadas na primeira situação-problema.

A seguir, apresentamos, como exemplo, as explicações de um destes estudantes para a primeira e segunda situação-problema. Sendo a primeira considerada uma explicação esperada e a segunda uma explicação que apresenta dificuldades em tratar com o conceito de transferência de energia e com o “frio”.

1. “Com esta expressão estamos a querer dizer “fecha a porta para o calor não sair”.”
2. “O meu casaco isola as transferências de calor entre o corpo da pessoa e o meio. Assim sendo, não entra o frio exterior nem sai o calor do corpo, é por isso que o casaco é quentinho.”

Podemos retirar duas conclusões importantes desta análise,

- i) apesar dos estudantes não demonstram, através das suas explicações escritas, dificuldades conceptuais, elas podem existir e ser reveladas numa outra situação,
- ii) o facto de entre os 47 estudantes que trataram o frio como variável física no primeiro semestre, apenas 4 terem manifestado esta mesma dificuldade no final do ano lectivo, numa situação-problema análoga, mostra que estes estudantes melhoraram a qualidade das explicações formuladas.

Quanto às dificuldades **C** e **D**, não existem evidências que mostrem continuar a existir, pelo menos na percentagem da situação-problema anterior.

Uma nova dificuldade, não identificada na situação-problema anterior é a dificuldade **E**, onde o casaco é tratado como a fonte de calor. Alguns exemplos destas explicações são mostrados a seguir:

- “O meu casaco pelo facto de ser constituído por material que “transmite” calor para o meu corpo aquece-me dando a sensação que este é quentinho.”
- “O meu casaco fornece-me muito calor e conserva mais o calor do meu corpo.”
- “O meu casaco transmite calor para o meu corpo”
- “Ao reformular “cientificamente” esta frase podemos dizer que o casaco tem uma energia, neste caso térmica, superior à do nosso corpo, por isso o achamos quente.”

Na dificuldade **F**, os estudantes recorrem a outras propriedades para explicar o problema, por exemplo:

- “O meu casaco é endotérmico”, ou seja, armazena o calor no seu interior.”
- “O casaco estando fechado isola a temperatura do meio interno para que não venha a deslocar-se para o meio externo.”
- “Neste caso, o casaco referido não existem variações de energia calorífica muito elevadas (não entra nem sai ar).”

- “O meu caso retém calor. Trata-se de um sistema fechado de alguma qualidade.”

Em resumo, a comparação das duas situações-problema mostra que tanto na turma 1 como na turma 2, os estudantes melhoraram a qualidade das explicações formuladas, embora as dificuldades permaneçam em alguns estudantes.

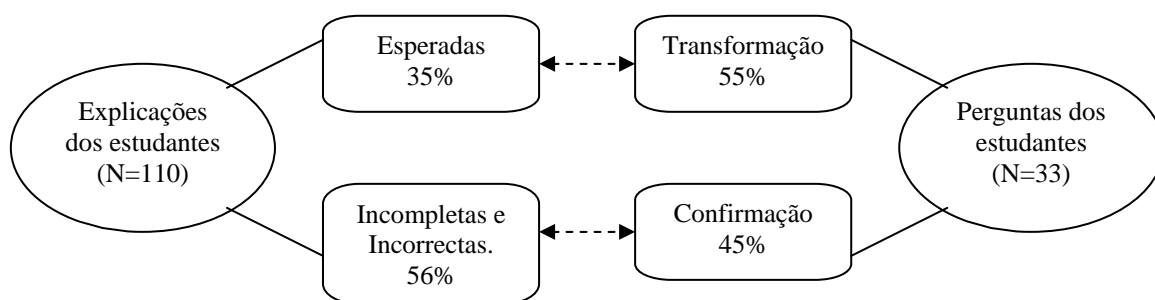
### 8.5 – Análise comparativa entre as perguntas e as explicações dos estudantes

Como vimos no capítulo anterior, as perguntas dos estudantes revelaram algumas das suas dificuldades em Termoquímica. Em seguida, procuraremos relacioná-las com as dificuldades reveladas pelas dificuldades identificadas e analisadas pelas explicações das situações-problema expostas neste capítulo.

No capítulo 7, verificamos que os estudantes enviaram 47 perguntas sobre termoquímica ao longo dos três estudos desta investigação, tendo 33 sido enviadas no terceiro estudo (2002/2003). Considerando que as explicações para as situações-problema sobre termoquímica foram dadas apenas pelos estudantes do 3º estudo, iremos relacionar as suas perguntas (33) com as suas explicações para os vários problemas já apresentados. As 33 perguntas foram enviadas pelos estudantes da turma 1, o que leva nos a estabelecer estas relações apenas com as explicações desta turma.

Esperava-se que as 33 perguntas escritas ao longo de um ano lectivo e enviadas através da caixa e do programa <Q/Q>, fornecessem menos informações sobre as dificuldades dos estudantes do que as centenas de explicações escritas em várias situações-problema diferentes. No entanto, a nossa análise mostra que estas perguntas têm *diversidade* e *qualidade* tão relevantes quanto as centenas de explicações para as situações referidas.

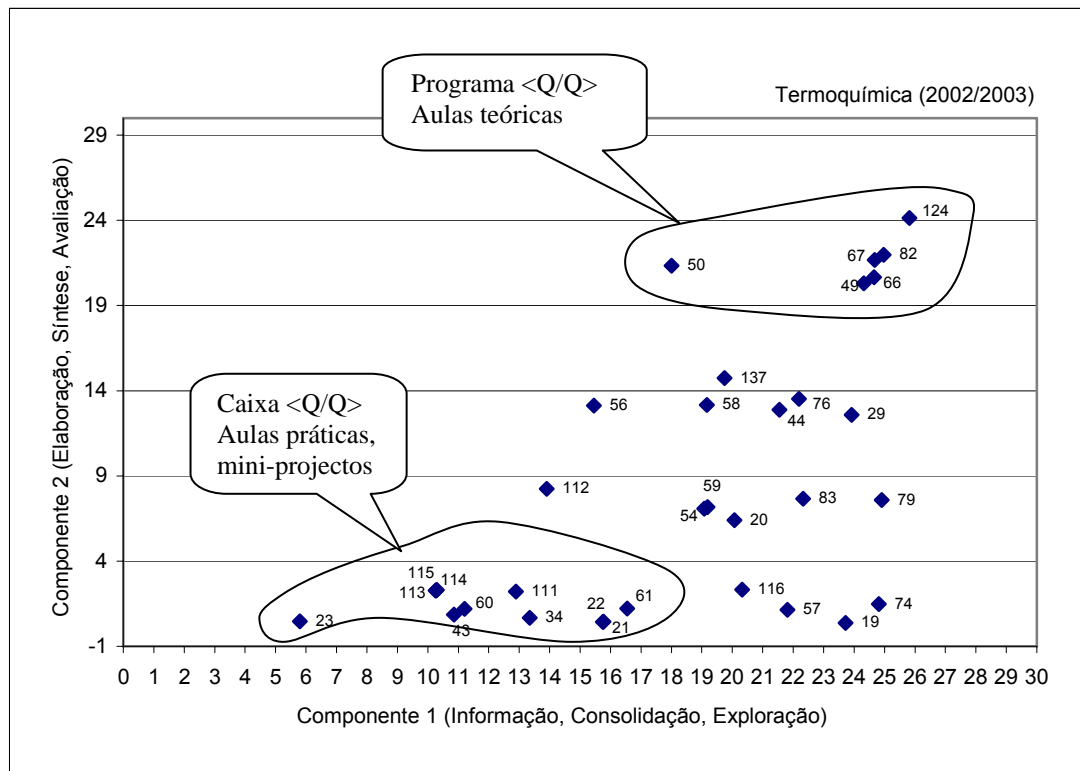
Na Figura 8.3, mostramos uma comparação entre a qualidade destas perguntas e das explicações ao problema da “porta de madeira e da maçaneta de metal”, por este ter sido explicado no final do ano lectivo do segundo estudo.



**Figura 8.3** Comparação entre a qualidade das explicações e das perguntas

Nesta relação consideramos as explicações “esperadas” como sendo de maior qualidade que as explicações “incompletas e incorrectas” (ver capítulo 8). Se compararmos as perguntas de “transformação” (55%), de maior qualidade que as perguntas de “confirmação”, com as explicações esperadas (35%), podemos inferir que os estudantes formularam, uma percentagem superior de perguntas de qualidade elevada do que de explicações.

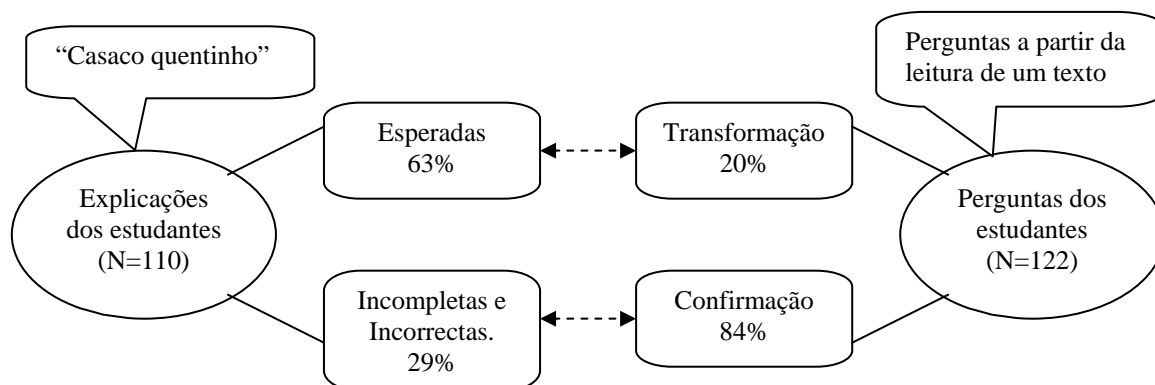
Na Figura 8.4, apresentamos os indicadores de qualidade relativa para uma análise mais ampla da qualidade destas perguntas sobre Termoquímica.



**Figura 8.4** Qualidade relativa das perguntas sobre Termoquímica

Diferente das explicações, as perguntas foram formuladas e enviadas em contextos muito mais diversos. Na Figura 8.4, por exemplo, mostramos que as perguntas de qualidade mais elevadas foram enviadas através do programa <Q/Q> e estavam ligadas aos conteúdos das aulas teóricas. Enquanto que, as perguntas de qualidade inferior foram enviadas pela caixa <Q/Q> e tinham seu conteúdo ligado principalmente às aulas práticas e aos mini-projectos.

As perguntas que têm um contexto mais próximos das explicações, foram as perguntas formuladas a partir da leitura de um texto científico (ver capítulo 9). Tal como nas explicações, os estudantes recebiam uma “tarefa” sobre um determinado assunto e dependente de um tempo específico. Na Figura 8.5, comparamos a qualidade destas perguntas com as explicações para o problema do “casaco quentinho”, apresentados no final do ano lectivo (2002/2003) juntamente com o texto sobre a “termoquímica do estar-em-forma”.



**Figura 8.5** Comparação entre a qualidade das explicações e das perguntas

Ao contrário do que mostramos na Figura 8.4, neste caso percebemos que as explicações “esperadas” (63%) têm uma percentagem maior do que as perguntas de “transformação” (20%). Este facto reforça a ideia que os contextos das perguntas interferem na *qualidade* e na *diversidade* dos conteúdos questionados. Em relação à “diversidade”, verificaremos no capítulo 9, que estas perguntas estão estreitamente ligadas aos conteúdos do texto fornecido.

Na Tabela 8.10, apresentamos as dificuldades evidenciadas pelas perguntas formuladas no contexto do projecto <Q/Q> (Capítulo 7) e pelas explicações para as situações-problema (Capítulo 8). Um dos objectivos desta comparação é a de analisar a

“diversidade” das dificuldades que estas duas fontes de dados revelaram, bem como a natureza destas dificuldades.

**Tabela 8.10** Dificuldade evidenciadas pelas perguntas e/ou explicações sobre Termoquímica

<b>Conceito ou categoria em evidência</b>	<b>Através das perguntas</b>	<b>Através das explicações</b>
Calor e Temperatura	Mostram sobretudo dificuldade nas relações destes conceitos com outros conceitos. <b>Exemplo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Qual a relação entre a natureza do material e a sua capacidade de transformar e trabalho, a energia recebida como calor?”</li> </ul>	Mostram dificuldade no uso correcto dos conceitos de “calor” e de “temperatura”, misturando-os. <b>Exemplo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Significa que o casaco absorve o calor e não deixa este sair por isso é que é muito quentinho, há absorção de calor.”</li> <li>• “Os constituintes do ferro e da madeira são diferentes, e a sua capacidade para “armazenar” o calor é diferente.”</li> </ul>
Endotérmica e Exotérmica.	Dificuldades na relação destes conceitos com outros, e com a sua aplicação prática. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qual a razão da variação de temperatura, numa reacção exotérmica, ser mais acentuada do que numa reacção endotérmica?</li> </ul>	---
Densidade	---	Dificuldade com o conceito de “densidade”. <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Em primeiro lugar os dois materiais são constituídos por constituintes completamente diferentes. O metal é mais denso e as suas partículas estão mais compactas enquanto que a madeira tem material menos denso e as partículas estão menos compactas, isto faz com que se sinta mais frio o metal e menos na madeira.”</li> </ul>
Condução	---	Dificuldade com o conceito de condução térmica. <ul style="list-style-type: none"> <li>• “A sensação que nós dá de o bloco de madeira ser mais quente que o bloco de metal deve ser por a madeira ser um bom condutor de energia e o metal não.”</li> </ul>
“Frio”	---	O “frio” é tratado como uma variável física. <ul style="list-style-type: none"> <li>• “O casaco é constituído por material que isola do frio, mantendo o corpo de quem o usa com temperatura agradável!”</li> </ul>
Entropia	Dificuldade em compreender o conceito de entropia e sua relações com outros problemas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Se a variação de entropia do universo é sempre maior que zero, ou seja, “caminha-se” no sentido da desordem, como é que se formam estruturas como são os planetas, os sistemas planetários e as galáxias?”</li> </ul>	Dificuldade no uso do conceito de entropia. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta expressão é muito usada por todos nós para classificar um acontecimento termodinâmico, pois como dentro de casa a temperatura é maior e na exterior é menor, e como as partículas de qualquer matéria vão estar mais estáveis a uma entropia mais baixa quando se abre a porta a entropia da casa vai diminuir e o do exterior vai aumentar, por isso se diz esta expressão.</li> </ul>
Práticas	Dificuldade relacionada com a execução das aulas práticas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Na última aula prática fizemos uma titulação termométrica, e a minha questão é sobre essa aula. Dado que a reacção é exotérmica, porque é que</li> </ul>	---

	depois de atingido o ponto de equivalência a temperatura da reacção volta a diminuir? Essa diminuição deve-se ao facto de os iões OH <sup>-</sup> e H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> já estarem todos combinados ou tem outra explicação?	
Quotidiano	Dificuldade na aplicação dos conceitos no quotidiano. <ul style="list-style-type: none"> <li>• É possível fazer um fogo de artifício sem que as reacções que nele se realizam não sejam de oxidação-redução? Se sim, será essa a resposta para uma mistura que nos dê o azul escuro que procuramos.</li> </ul>	---
Outros	Dificuldade com outros conceitos em menor percentual. Ver por exemplo, as perguntas no contexto dos mini-projectos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Queríamos saber como se calculam as calorías de um determinado alimento.”</li> <li>• Como calcular calor específico a partir do calor de combustão?</li> </ul>	Dificuldade com outros conceitos em menor percentual. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Este facto deve estar relacionado com a energia interna de cada material ou com a sua capacidade calorífica específica.</li> <li>• Num sistema fechado não há perdas para o exterior.</li> </ul>

Podemos concluir que a “natureza” das dificuldades reveladas pelas perguntas e pelas explicações são diferentes. As perguntas mostram dificuldades mais “naturalistas”, complexas e relacionadas com os contextos de sala de aula. Contudo, as explicações mostram dificuldades que não foram reveladas nos contextos de ensino e de aprendizagem. Estas dificuldades mostram-se mais ligadas aos conceitos em si, enquanto que nas perguntas estes conceitos são tratados na relação com outros conceitos e contextos. Neste sentido, estas duas estratégias complementam-se principalmente quando as situações-problema procuram detectar dificuldades conhecidas na literatura. As perguntas podem dar um “feedback” relacionado com os contextos das estratégias e instrumentos aplicados no ensino e na aprendizagem.

É importante lembrar que a Tabela 8.10 compara apenas as perguntas com as explicações sobre Termoquímica, no entanto a diversidade de assuntos questionados durante o ano é maior do que o das situações-problema propostas. Por isso, podemos afirmar que o estímulo às perguntas pode revelar um espectro de dificuldades muito mais amplo e ligado aos contextos das aulas do que as explicações sobre conteúdos estanques.

Os resultados mostram que muitas das dificuldades identificadas pela literatura para o ensino secundário persistem no primeiro ano do ensino universitário, nomeadamente nos conceitos de calor e temperatura. No entanto, para compreendermos possíveis dificuldades em outros âmbitos da termoquímica, como por exemplo, os conceitos de



transferência de energia, processos endotérmicos e exotérmicos é necessário elaborarmos outras situações-problema.

Apesar de compararmos apenas 33 perguntas sobre termoquímica, nossa análise mostra que estas perguntas têm *diversidade* e *qualidade* tão relevantes quanto as centenas de explicações para as situações-problema referidas. As dificuldades conceptuais dos alunos identificadas através de explicações que eles forneceram ficam aquém das que foi possível reconhecer através de perguntas espontâneas, sendo este processo considerado mais “natural” do que a apresentação de explicações para problemas seleccionados pelo professor. Reforçamos que tanto as perguntas como as explicações são complementares e revelam dificuldades de “natureza” diferente. No entanto, as perguntas podem ser usadas de forma mais ampla e ligadas ao contexto do dia-a-dia das aulas (Neri de Souza, Pedrosa de Jesus, & Teixeira-Dias, 2005).

Estes resultados permite concluir que o incentivo às perguntas dos estudantes num contexto naturalista e sua posterior análise, é uma estratégia essencial para percebermos as dificuldades dos estudantes, revelando uma diversidade de conteúdos muito superior à revelada pelas explicações para os problemas pré-seleccionados.



## **CAPÍTULO 9 - PERGUNTAS A PARTIR DA LEITURA DE UM TEXTO**

“Os que questionam são sempre os mais perigosos. Responder não é perigoso. Uma única pergunta pode ser mais explosiva do que mil respostas.” (Gaarder, 1999, p.83)



## 9.1 - Introdução

Até aqui analisamos as perguntas formuladas num contexto onde estas surgiram de forma espontânea, mediante as necessidades sentidas nas aulas ou fora delas. Neste capítulo, focaremos as perguntas formuladas pelos estudantes após a leitura de um texto científico. Diversos autores (Costa, Caldeira, Gallástegui, & Otero, 2000a; Flammer, Kaiser, & Mueller-Bouquet, 1981; Graesser & Brent, 2003; Otero & Graesser, 2001; Trabasso, Van Den Broek, & Liu, 1988) investigaram as perguntas formuladas no contexto da leitura ou escrita de um texto e ainda perante dispositivos ou experiências apresentadas aos estudantes para que formulassem perguntas.

Para Trabasso, Van Den Broek, & Liu (1988), as perguntas desempenham um papel central na avaliação e promoção da compreensão do discurso em geral e em especial na compreensão de um texto. Estes autores afirmam que uma teoria da compreensão deveria dizer-nos que perguntas formular.

O trabalho de Trabasso, Van Den Broek, & Liu (1988) tem como propósito ilustrar como é que uma teoria representacional do texto (contos) pode orientar a formulação de perguntas. A representação de um texto é frequentemente descrita como uma rede semântica. Numa rede semântica, a conceptualização dos conteúdos ou ideias é representada como “nós” enquanto que os “arcos” denotam os diferentes tipos de relação entre os “nós”. Isso é importante para percebermos que relações devem ser inferidas pela compreensão do conteúdo de um texto dentro de uma interpretação coerente. No nosso caso, estamos também interessados em saber o que é que as perguntas podem revelar sobre a compreensão de um texto científico.

Os mesmos autores (*ibidem*) apresentam um modelo de rede causal para descrever as representações do conto. Depois, formulam perguntas relativas à rede de estruturas hierárquicas do conto para avaliar sistematicamente a compreensão do conto. Finalmente, formulam um conjunto de potenciais respostas para as perguntas. Na teoria apresentada por Trabasso, Van Den Broek, & Liu (1988) sobre o entendimento de um texto narrativo, um episódio é visto como uma unidade psicológica básica de um conto. Assim, saber o conteúdo e a relação entre episódios é crucial para a organização do conto. Portanto, um episódio só pode ser entendido dentro de um contexto. No caso de um texto científico, é o conceito que pode constituir em si só essa unidade básica, do

mesmo modo que entender o conceito e a relação entre vários conceitos é crucial para o entendimento de um texto científico.

De forma geral, o que Trabasso, Van Den Broek, & Liu (1988) e outros investigadores (Graesser & Black, 1985; Nix, 1985) discutem é uma forma de representar sistematicamente um texto e o modo como esta representação pode ajudar a identificar qual o conteúdo e relações de conteúdos, cruciais para a compreensão do texto. Outros autores (Flammer, Kaiser, & Mueller-Bouquet, 1981; Otero & Graesser, 2001; Smith, Tykodi, & Mynatt, 1988) também elaboraram modelos para prever quais as perguntas que poderiam ser feitas e, muitas vezes, quais as respostas que poderiam ser dadas para reflectir a compreensão do texto.

Flammer, Kaiser, & Mueller-Bouquet (1981) aplicou algumas regras para a reescrita de textos, com o objectivo de prever o conteúdo e a sequência das perguntas. Os sujeitos eram instruídos para escreverem um texto, no formato de um relato policial, sobre um acidente, mas antes necessitavam de descobrir o que tinha ocorrido, formulando perguntas às “testemunhas”. As perguntas formuladas pelos alunos (41 alunos do ensino secundário) eram imediatamente respondidas pelo instrutor, que baseava a resposta num relato já escrito sobre um acidente de automóvel. Confrontando o texto e as perguntas que o texto suscitava, com o texto reescrito pelos alunos após as suas perguntas, Flammer, Kaiser, & Mueller-Bouquet (1981) conseguiram prever o conteúdo das perguntas formuladas, mas não a sequência com que as perguntas seriam formuladas.

Smith, Tykodi, & Mynatt (1988) vão ainda mais longe quando discutem se podemos prever a forma e o conteúdo de perguntas espontâneas. A investigação deste autor, no contexto do ensino experimental para a literacia em computação dos estudantes universitários, é diferente dos contextos até aqui apresentados. A crítica dos autores é que muitas investigações sobre a formulação de perguntas têm sido muito “direccionadas”. Por “direccionado”, consideram aquelas experiências que solicitam dos sujeitos a formulação de perguntas ou que não possibilitam nenhum outro meio para obter informação a não ser perguntado. Embora os autores não façam previsões ou proponham modelos ou aproximações para prever as perguntas no contexto do ensino-aprendizagem no laboratório de informática, discutem a dificuldade de previsão em

qualquer contexto, seja num ambiente artificial (direccional) ou na complexidade das perguntas espontâneas.

## 9.2 - O modelo PREG

Segundo Otero & Graesser (2001) os modelos para as perguntas no campo da Inteligência Artificial (IA) estão cheios de detalhes analíticos e precisão computacional; no entanto, não tem sido feito um esforço para explicar estes modelos com perguntas de pessoas reais. Por outro lado, no campo da psicologia e da educação tem-se testado empiricamente uma teoria geral sobre as perguntas, mas tem-se obtido resultados abaixo do esperado na formulação das condições precisas, representação do conhecimento e mecanismos computacionais para gerar perguntas. Um dos objectivos dos autores é reduzir a grande lacuna que existe entre os modelos computacionais na IA e a pesquisa empírica em educação e em psicologia. Estes autores (*ibidem*) pretendem reduzir a lacuna de três maneiras: *i*) apresentando um modelo de compreensão analítica que incorpore os mecanismos que têm sido identificados na educação, psicologia, processamento do discurso e IA; *ii*) especificando alguns componentes do modelo que ofereça previsões discriminadas e com detalhes suficientes sobre as perguntas particulares que um indivíduo formula quando compreende um texto; *iii*) apresentando um novo método de testar empiricamente as previsões do modelo, ou qualquer outro modelo proposto.

O modelo apresentado por Otero & Graesser (2001) é designado por PREG, do espanhol “Pregunta”. O PREG é um modelo conceptual das perguntas formuladas pelos alunos quando lêem um texto exploratório, que contém um conjunto de regras de produção que prevê as possíveis perguntas que um indivíduo formulará ao ler um determinado texto. A essência do mecanismo PREG é a discrepância existente entre a representação da informação no texto e o “mundo do conhecimento” do leitor. O texto e o conhecimento próprio do leitor são ambos representados através de uma estrutura gráfica conceptual. A comparação entre a representação do texto e o conhecimento do leitor são suportados pela análise de três componentes: a palavra, o enunciado e a ligação entre os enunciados.

No Quadro 9.1, apresentamos as regras de produção de perguntas para o modelo PREG tal como enunciadas por Otero & Graesser (2001).

**Quadro 9.1** Regras de produção de perguntas adaptado do Modelo PREG (Otero & Graesser, 2001, p.162-163)

<p><b>Ao nível das Palavras</b></p> <p><b>Palavras desconhecidas</b> Se o conteúdo da palavra X (nome, verbo principal ou adjetivo) no texto é desconhecido. Pergunte: Qual o significado de X?</p> <p><b>Conceito/Referência desconhecida</b> Se o conceito/referência a um nome ou pronome X é desconhecido. Pergunte: Que X?</p> <p><b>Conceito/Referência ambígua</b> Se o conceito/referência de um nome ou pronome X é ambíguo. Pergunte: Qual X?</p> <p><b>Ao nível do enunciado</b></p> <p><b>Enunciado incompreensível</b> Se um enunciado X não pode ser utilizado num modelo. Pergunte: O que é que significa X? ou Como X?</p> <p><b>Enunciado discrepante (inadequado, contraditório)</b> Se um enunciado X colide com o “conhecimento próprio” e não há nenhuma consequência de ou implicação de manter uma ligação entre X e a estrutura base do texto. Pergunte: Porquê X? ou Como X?</p> <p><b>Ao nível das ligações/articulações</b></p> <p><b>Consequência ou implicação da ligação <i>Incompreensível</i></b> Se não for compreensível as consequências ou implicações das ligações L que relacionam os enunciados X e Y. Pergunte: Porquê Y, ou Como X L Y?</p> <p><b>Modo/processo da ligação <i>Incompreensível</i></b> Se o processo da ligação L relacionando os enunciados X e Y não é compreensível, Pergunte: Como X L Y? (regra de produção similar pode ser formulada para as propriedades de um conjunto de ligações)</p> <p><b>Consequência ou implicação da ligação <i>Discrepante</i></b> Se as consequências ou implicações das ligações L relacionando o enunciado X e Y colide com o “conhecimento próprio”. Pergunte: Porquê Y ou Como X L Y?</p> <p><b>Modo/processo da ligação <i>Discrepante</i></b> Se o modo/processo da ligação L que relaciona os enunciados X e Y colide com o “conhecimento próprio”. Pergunte: Como X? ou Como X L Y? (regra de produção similar pode ser formulada para as propriedades de um conjunto de ligações)</p>
--

Considerando que a essência do modelo PREG é a existência, ou não, de discrepâncias entre a representação do texto e o domínio do conhecimento do leitor sobre os assuntos do texto, é fácil admitirmos que existe uma relação complexa entre o texto e o “conhecimento próprio do leitor” como desencadeador de perguntas. Por exemplo, as perguntas aumentam ou diminuem em função do aumento do conhecimento do leitor? Uma primeira hipótese avançada por Otero & Graesser (2001) é a da *colisão de conhecimentos* que diz que, com o aumento do conhecimento do leitor aumentam as incompatibilidades entre o texto e o seu próprio conhecimento, aumentando assim o número de perguntas. A segunda hipótese é a da *deficiência de conhecimento*, que afirma que o número de perguntas deveria diminuir em função do aumento do conhecimento, porque passam a existir menos incertezas e poucas lacunas do conhecimento. Quando lemos um texto e encontramos uma palavra pouco comum, frequentemente perguntamos o significado dessa palavra. “Qual o significado da palavra



X?” é o tipo de pergunta que poderia ser mais facilmente explicada pela hipótese da *deficiência do conhecimento* do que da *colisão do conhecimento*. Otero & Graesser (2001) afirmam que as duas hipóteses são válidas: “As questões são despoletadas pelas discrepâncias em ambos os casos: a diferença reside na natureza da representação no texto e no conhecimento do leitor” (p.148).

Outro aspecto que temos que considerar é que diferentes níveis de representação do texto no sentido da descrição, detalhe e apresentação geral podem produzir diferentes classes de perguntas. Além disso, o conteúdo diferente dentro de um nível de representação do texto produz também diferentes perguntas no leitor.

Otero & Graesser (2001) testaram o modelo PREG com um conjunto de perguntas geradas por alunos do 8º e do 12º anos após a leitura de um curto texto científico. Os autores afirmam que o modelo se mostrou eficiente porque foi capaz de estimar aproximadamente todas as perguntas dos alunos e pôde identificar as condições em que uma classe de perguntas em particular foi ou não gerada.

No contexto do nosso trabalho não se pretende usar o modelo PREG para fazer previsões sobre as perguntas dos estudantes da nossa amostra. Iremos, contudo, usá-lo como fundamentação para a análise das perguntas formuladas no contexto da leitura de um pequeno texto científico.

### 9.3 - Instrumentos metodológicos de análise

Os modelos e estratégias apresentadas para a compreensão de um texto e/ou para a previsão de perguntas (modelo PREG) foram adaptados e utilizados como suporte para a análise das perguntas formuladas pelos estudantes no contexto da leitura de um texto científico. A nossa estratégia de análise foi aplicada às perguntas do estudo piloto (2000/2001), do segundo estudo (2001/2002) e do terceiro estudo (2002/2003). Nos três estudos foi fornecido um texto científico e solicitado aos alunos que formulassem pelo menos duas perguntas baseadas no texto. Este texto fazia parte de um questionário mais extenso onde se solicitava ao estudante, entre outras coisas, a sua visão sobre o projecto “Questões em Química”.

Estes textos estiveram presentes nos questionários, aplicados no final do ano lectivo dos três estudos desta investigação (ver questionários em anexo). Em relação ao tempo para esta “tarefa”, julgamos que houve tempo suficiente para formular perguntas e responder ao questionário. No Quadro 9.2, apresentamos o texto que foi utilizado no estudo piloto e também no segundo estudo.

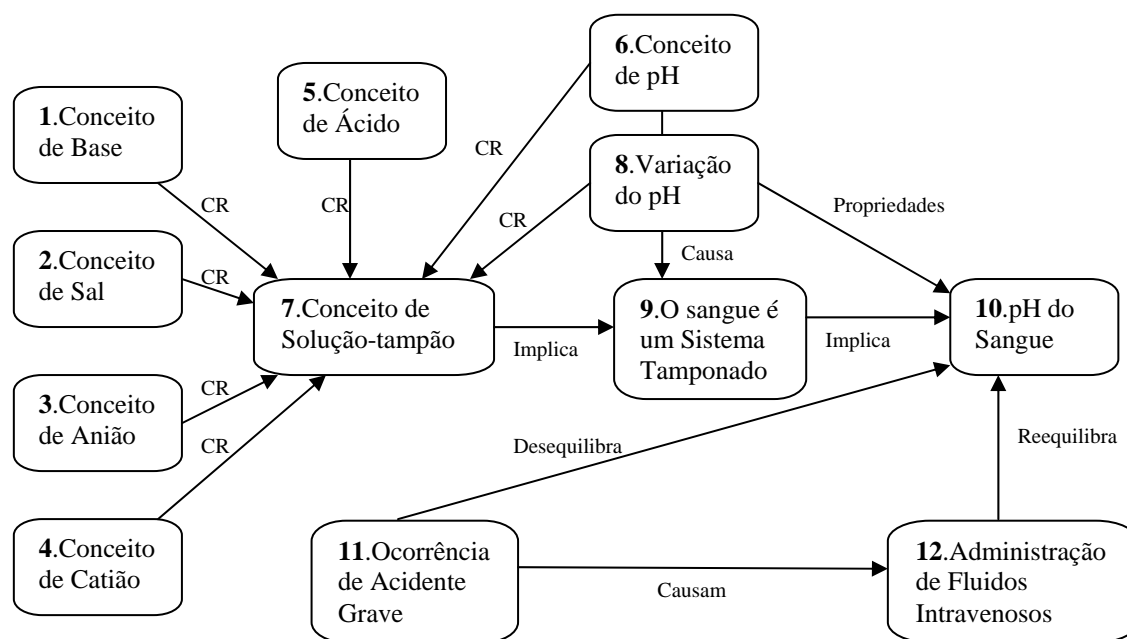
### Quadro 9.2 Texto fornecido aos estudantes solicitando a formulação de perguntas

**3. Leia com atenção (se necessário releia) o texto seguinte e formule pelo menos 2 perguntas que este lhe sugira.**

“Uma solução-tampão não experimenta uma variação de pH apreciável quando lhe for adicionada uma pequena quantidade de ácido ou base fortes. No geral, as soluções-tampão são formadas por um ácido fraco (HA) e pelo sal do respectivo anião ( $A^-$ ), ou por uma base fraca (B) e pelo sal do respectivo catião ( $BH^+$ ), ambos em quantidades elevadas e próximas. Um sistema “tamponado” é tão vital para a existência de um organismo vivo que a mais imediata ameaça à sobrevivência de uma pessoa com ferimentos ou queimaduras graves reside na possível mudança brusca do pH do sangue. Assim, uma das primeiras acções de socorro de um paramédico consiste na administração de fluidos intravenosos. ...” (Atkins, P and Jones, L. Chemistry 4<sup>th</sup>. Edition, p. 730) (caso precise de mais espaço, por favor utilize o verso desta folha)

Este texto é composto de uma primeira parte de definições gerais sobre soluções-tampão, e de uma segunda parte apresentadondo a aplicação deste conceito a sistemas tamponados, como o sangue e fazendo também as relações de conceitos e factos do quotidiano. A segunda parte do texto foi retirada do livro de Jones & Atkins (1999), indicado pelo professor como livro de apoio.

Com o objectivo de conhecer mais profundamente a estrutura do texto, bem como os tipos de perguntas que este poderia induzir nos estudantes, elaborámos uma representação gráfica dos conceitos e factos, bem como das ligações destes conceitos e/ou factos entre si, relativamente à organização geral do texto. Na Figura 9.1, apresentamos a representação conceptual gráfica para o texto do Quadro 9.2.



CR – Conceito Relacionado

Figura 9.1 Gráfico conceptual do texto sobre Solução-tampão

Pela Figura 9.1, é fácil percebermos que a estrutura do texto começa com o uso dos conceitos de ácido, base, sal, anião e catião, progredindo para conceitos e factos mais abrangentes, como o facto de o sangue ser uma solução-tampão. Por último, a parte final do texto mostra as relações destes factos e conceitos com o quotidiano, numa situação de desequilíbrio do pH do sangue por causa de um acidente, e de ser reequilibrado através da administração de fluidos (soluções) intravenosos. Embora o nosso objectivo principal não fosse prever as perguntas formuladas pelos estudantes a partir do texto, elaborámos algumas perguntas a partir da compreensão da estrutura do texto para que este “exercício” permitisse a análise das perguntas realmente formuladas.

Na Tabela 9.1, apresentamos algumas perguntas possíveis e exemplos de perguntas formuladas pelos estudantes no estudo piloto (2000/2001) e no segundo estudo (2001/2002). As perguntas previstas foram formuladas a partir das regras de produção do modelo PREG (ver Quadro 1), tendo o gráfico conceptual construído uma função indispensável na construção destas perguntas.

**Tabela 9.1** Exemplos de perguntas previsíveis e formuladas

<b>Regras de Produção</b>	<b>Perguntas previsíveis</b>	<b>Perguntas formuladas</b>	<b>Conceitos ou ligações questionados<sup>44</sup></b>
<b>Ao Nível das Palavras/Conceitos</b>			
Palavra desconhecida	Não previsível	“O que é pH?”, “O que entendes por "pH"?”	6
Conceito desconhecido	O que é uma solução-tampão?	“O que é uma solução-tampão?”	7
Referência desconhecida	O que são fluidos intravenosos?	“O que é um fluido intravenoso?” “Quais as propriedades dos fluidos intravenosos?”	12
Referência desconhecida	Qual é o pH do sangue? Ele tem um valor padrão?	“Qual é o pH do sangue?”	10
<b>Ao nível dos enunciados</b>			
Incompreensível	Porque é que um sistema “tamponado” é tão vital para a existência de um organismo vivo?	“Porque é que um sistema tamponado é importante para o organismo?”	9
Discrepante	Como é que uma solução-tampão mantém o seu pH quando adicionado uma pequena quantidade de ácido ou base?	“Qual a razão de uma solução-tampão não apresentar um pH apreciável quando lhe são adicionadas pequenas quantidades de bases ou ácidos fortes?”	7, 5, 1
<b>Ao nível das ligações</b>			
Incompreensível	Por que é que uma solução-tampão é formada por um ácido (ou base) fraco e pelo sal do seu respectivo anião (catião no caso da base), somente esta composição permite obter uma solução-tampão?	“Porque é que uma solução-tampão é constituída dessa maneira e como funciona?”	(1,2,3,4,5)-7
Incompreensível	Como é que os ferimentos ou queimaduras graves causam	“Por que é que a mudança brusca de pH do sangue pode ameaçar a sobrevivência de	10-11

<sup>44</sup> Valores numéricos referentes à Figura 9.4

	mudanças bruscas no pH do sangue?	uma pessoa com ferimentos ou queimaduras graves?”	
Incompreensível	Por que razão o paramédico, em situação de acidente grave, administra fluidos intravenosos na vítima?	“Por que razão uma das primeiras acções de socorro de um paramédico consiste na administração de fluidos intravenosos?”	11-12
Discrepante	Como é que os paramédicos sabem que houve mudança no pH do sangue? Como é que medem o pH antes de administrar os fluidos intravenosos?	“Os fluidos intravenosos são ácidos/básicos? Não teria que se medir primeiro o pH do sangue para introduzir estes fluidos?”	10-11-12
Discrepante	Como é que a administração de fluidos intravenosos irá reequilibrar a variação do pH do sangue?	De que forma é que a administração de fluidos intravenosos vai fazer o pH voltar ao normal (ou seja, em que consistem, ou de que são feitos, os fluidos intravenosos)?”	10-11-12

De acordo com as previsões feitas por Otero & Graesser (2001) para as perguntas dos alunos do ensino secundário, algumas delas foram formuladas ao nível das “palavras desconhecidas”. No entanto, apesar da importância de diversos conceitos, para a estrutura do texto, como mostra a Figura 9.1, não era de prever que os estudantes, num contexto universitário, formulassem perguntas ao nível de palavras desconhecidas, tais como: O que é um ácido (base) forte? O que é o pH? O que é um anião (catião)? Como veremos mais adiante, esta previsão foi confirmada, existindo apenas duas perguntas formuladas ao nível das “palavras desconhecidas” que mostramos como exemplo na Tabela 9.1. Neste sentido, um aspecto, já mencionado, a ser levado em conta na metodologia de análise é o nível escolar dos sujeitos que formulam as perguntas.

Observando a Tabela 9.1, podemos ler ainda, na coluna da direita os números correspondentes aos pontos ou ligações conceptuais representados na Figura 9.1. Por isso, a pergunta “Como é que os ferimentos ou queimaduras graves causam mudanças bruscas no pH do sangue?” foram representados com a ligação 10-11, que corresponde às ligações do caso “pH do Sangue” com o facto da “Ocorrência de Acidente Grave”.

Apesar de utilizarmos esta metodologia para a análise semântica mais aprofundada das perguntas dos estudantes, foi necessário um outro tipo de análise para inferir se os estudantes entenderam a solicitação de formularem perguntas como gostaríamos que as compreendessem. Mesmo num contexto “artificial” ou “directivo” como diz Smith et al. (1988), gostaríamos que os estudantes formulassem perguntas o mais “espontâneas” possível, partindo do texto, indo contudo para além dele. Neste sentido, não esperávamos que eles formulassem perguntas cujas respostas já se encontrassem no texto ou então que pudessem ser deduzidas a partir dele.

#### **9.4 - Análise das perguntas do Primeiro Estudo - Piloto (2000/2001)**

Numa primeira leitura dos dados do primeiro estudo (piloto), começámos por verificar se as perguntas formuladas pelos estudantes da turma 1 (piloto) e os da turma 2 (comparação) tinham ou não no próprio texto a dedução da resposta. Na Tabela 9.2, mostramos o número de perguntas formuladas nas duas turmas.

**Tabela 9.2** Perguntas formuladas a partir da leitura do texto. 1º Estudo 2000/2001

	Turma 1	Turma 2	Total
Pergunta baseada no texto	51	47	98
A resposta encontra-se no texto	2	2	4
Não formulou perguntas	1	0	1
<b>Total de perguntas</b>	<b>53</b>	<b>49</b>	<b>102</b>

Pela Tabela 9.2, percebe-se que a maioria dos estudantes, tanto da turma 1 como da turma 2, compreendeu a tarefa solicitada formulando perguntas para além das informações contidas no próprio texto.

Ao observar novamente a representação conceptual do texto (Figura 9.1), verificamos que o conceito de solução-tampão é um conceito central no seu desenvolvimento. À esquerda e ao alto da Figura 9.1 estão representados os conceitos que julgamos serem já conhecidos dos estudantes do 1º ano. Na parte direita e inferior está representada a segunda parte do texto, com as aplicações e relações do conceito de solução-tampão com outros conceitos e factos que são mais amplos e profundos.

Podemos inferir que as perguntas que buscam as relações entre conceitos e a aplicação destes conceitos serão de maior qualidade do que as perguntas sobre um único conceito, ou sobre conceitos considerados como adquiridos neste nível de ensino. Por exemplo, a pergunta: *“Por que é que as quantidades de base fraca (B) e do catião (BH+) têm de ser em quantidades elevadas (para uma solução-tampão)?”* formulada a partir do conceito de solução-tampão, de base e de catião, foi considerada de menor qualidade do que a pergunta: *“Por que é que quando uma pessoa tem ferimentos ou queimaduras graves o pH pode ter uma mudança brusca? O que acontece ao organismo para isto tudo acontecer?”*

A segunda pergunta procura entender aplicações e relações do conceito com o quotidiano, enquanto que a primeira pergunta procura apenas entender o conceito de solução-tampão. Nas Tabelas 9.3 e 9.4, apresentamos uma classificação para as perguntas da turma 1 e da turma 2, baseadas nos conceitos e relações de conceitos que existem no texto, e discutidos na Figura 9.1.

**Tabela 9.3** Perguntas formuladas pela Turma 1

	Conceito	pH	pH Sangue	Sistema tamponado	Acidente	Total
<b>Solução-tampão</b>	10 (19%)	7	4	6	0	27
<b>Variação do pH</b>	0	0	8	0	0	8
<b>Fluidos intravenosos</b>	4	0	3	1	3	11
<b>Acidente</b>	0	0	7	0	0	7
<b>Total</b>	<b>14 (26%)</b>	<b>7</b>	<b>22 (41%)</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>53</b>

**Tabela 9.4** Perguntas formuladas pela Turma 2

	Conceito	pH	pH Sangue	Sistema tamponado	Acidente	Total
<b>Solução-tampão</b>	19 (39%)	2	0	5	0	26
<b>Variação do pH</b>	0	1	6	0	0	7
<b>Fluidos intravenosos</b>	5	0	5	1	2	13
<b>Acidente</b>	0	0	3	0	0	3
<b>Total</b>	<b>24 (49%)</b>	<b>3</b>	<b>14 (28%)</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>49</b>

A seguir apresentamos alguns exemplos de perguntas sobre os conceitos de “solução-tampão” e “fluidos intravenosos” e a relação destes conceitos com os conceitos de “pH do sangue”. No apêndice 9.1 apresentamos as perguntas em relação a todos os outros conceitos e suas relações que constam nas Tabelas 9.3 e 9.4.

**Perguntas sobre o conceito de solução-tampão:**

- “Como é que se compara o ácido e a base numa solução-tampão?”
- “Se a solução-tampão é aquela cujo pH se mantém constante resistindo a certas variações, será que as quantidades dos seus constituintes (ácido e base) terão que ser necessariamente próximas e elevadas? (atendendo a que um ácido e base poderem variar consoante a solução a ser preparada) Nota: as soluções não terão somente que ser equivalentes?”

**Perguntas sobre o conceito de fluido intravenoso:**

- “Os fluidos intravenosos são soluções de que tipo?”
- “Quais são esses fluidos intravenosos administrados pelos paramédicos? Será soro fisiológico?”

**Perguntas sobre a relação entre a solução-tampão e o pH do sangue:**

- “Em que área, ou seja, de que forma actua uma solução tampão no organismo para poder evitar esta mudança brusca do pH do sangue?”
- O que é que poderá provocar essa mudança (pH do sangue)?



### Perguntas sobre a relação entre os fluidos intravenosos e o pH do sangue:

- Quais as mais alarmantes consequências da alteração do pH e da consequente administração, por parte dos paramédicos de fluidos intravenosos? Quais as suas acções?
- “Como poderão saber se a mudança do pH do sangue foi para base ou ácido? Ou seja, como saberão os paramédicos se hão-de dar um fluido para tornar o sangue ácido ou base?”

Aparentemente, a turma 1 e a turma 2 formularam perguntas com incidência nos mesmos conceitos e relações entre conceitos. No entanto, com um olhar mais cuidadoso podemos perceber que 49% das perguntas formuladas pelos estudantes da turma 2 procuraram entender os conceitos de solução-tampão e fluidos intravenosos, enquanto que na turma 1 a maioria das perguntas formuladas sobre a relação dos conceitos das várias partes do texto, vão além da compreensão dos conceitos isoladamente.

Seguindo esta linha de raciocínio, podemos inferir que os estudantes da turma 1 formularam perguntas de maior qualidade que os estudantes da turma 2. Embora pequena, a tendência para perguntas de maior qualidade da turma piloto pode ser reforçada quando as analisamos segundo a taxonomia Confirmação, Transformação (Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias, & Watts, 2001) apresentada na Tabela 9.5.

**Tabela 9.5** Qualidade das perguntas formuladas. 1º Estudo 2000/2001

	<b>Turma Piloto</b>	<b>Turma Controlo</b>	<b>Total</b>
Perguntas de Confirmação	39 (73%)	42 (86%)	81
Perguntas de Transformação	14 (27%)	7 (14%)	21
<b>Total</b>	<b>53 (100%)</b>	<b>49 (100%)</b>	<b>103</b>

A Tabela 9.5 mostra que à turma 1 correspondeu 27% de perguntas de transformação e à turma 2 apenas 14%. Como já referimos a diferença entre a turma 1 e a turma 2 consistiu apenas no envolvimento no projecto <Q/Q>. Assim, este pode ser considerado um dos indicadores para a diferença na qualidade das perguntas destas duas turmas. O facto da turma piloto ter participado do projecto <Q/Q> ao longo do ano e ainda dos mini-projectos no segundo semestre, pode ter contribuído para a melhor qualidade das suas perguntas.

Tal como apresentamos anteriormente, a adaptação do modelo PREG permite fazer previsões a três níveis: ao nível das palavras/conceitos, ao nível dos enunciados e ao nível das ligações dos conceitos, enunciados e factos. Na nossa leitura, esses níveis

podem reflectir também o grau de *elaboração* e *qualidade* das perguntas formuladas pelos estudantes, sendo as perguntas que fazem ligações entre conceitos as de maior qualidade. Na Tabela 9.6, apresentamos as percentagens de perguntas classificadas nestes três níveis para a turma 1 e 2.

**Tabela 9.6** Perguntas classificadas nos três níveis do modelo PREG

Nível da pergunta	Turma Piloto	Turma Controlo
Ao nível das Palavras/Conceitos	14 (26%)	24 (49%)
Ao nível dos Enunciados	14 (26%)	12 (25%)
Ao nível das Ligações	25 (48%)	13 (26%)

Olhando para os dados nesta perspectiva, podemos observar que a diferença entre a turma 1 e a turma 2 concorda com as outras análises até aqui apresentadas. Os estudantes da turma 1 formularam 48% das perguntas a nível das ligações e os da turma 2 apenas 26%.

### 9.5 - Análise das perguntas do Segundo Estudo (2001/2002)

Ao contrário do primeiro estudo, onde apenas estava envolvida uma turma teórico-prática de 32 estudantes, no segundo estudo estavam envolvidas no projecto duas turmas teóricas de aproximadamente 100 estudantes cada, correspondendo à totalidade dos estudantes que frequentavam a disciplina de Química II no segundo semestre (2001/2002) do 1º ano das ciências e engenharias.

O texto que foi aplicado no estudo piloto foi também usado com os estudantes que participaram no segundo estudo. Este texto foi aplicado, também, no contexto de um questionário de opinião no final do ano lectivo. Na Tabela 9.7, mostramos o número de perguntas formuladas.

**Tabela 9.7** Perguntas formuladas a partir da leitura do texto. Segundo Estudo 2001/2002

	Turma 1	Turma 2	Total (T1+T2)
Pergunta baseada no texto	79	118	197
A resposta encontra-se no texto	3	7	10
Não formulou perguntas	3	31	34
<b>Total de perguntas</b>	<b>82</b>	<b>125</b>	<b>207</b>

Tal como no primeiro estudo, os estudantes do segundo estudo entenderam a tarefa para formular perguntas, sendo residual o número de perguntas para as quais a resposta se encontra no próprio texto. A diferença entre o número de perguntas formuladas na turma 1 e na turma 2, explica-se pelo número inferior de estudantes da turma 1 que na ocasião estava presente para a “tarefa”. É também considerável o número de estudantes que não formularam perguntas na turma 2. Contudo, a média dos que formularam perguntas em ambas as turmas é igual, aproximadamente duas perguntas por estudante.

Nas Tabelas 9.8 e 9.9, apresentamos a classificação das perguntas para a turma 1 e 2, respectivamente, tal como feito no estudo piloto.

**Tabela 9.8** Perguntas formuladas pela Turma 1. Segundo Estudo 2001/2002

	Conceito	pH	pH Sangue	Sistema Tamponado	Acidente	Total
Solução-tampão	23 (28%)	4	2	10	0	39
Varição do pH	0	3	8	0	0	11
Fluidos intravenosos	10 (12%)	1	4	4	4	23
Acidente	0	0	9	0	0	9
Total	33 (40%)	8	23 (28%)	14 (17%)	4	82

**Tabela 9.9** Perguntas formuladas pela Turma 2. Segundo Estudo 2001/2002

	Conceito	pH	pH Sangue	Sistema Tamponado	Acidente	Total
Solução-tampão	22 (18%)	4	1	13	1	41
Varição do pH	0	2	10	6	5	23
Fluidos intravenosos	34 (27%)	0	3	4	3	44
Acidente	1	0	16	0	0	17
Total	57 (46%)	6	30 (24%)	23 (18%)	9	125

Como já referimos, e contrariamente ao que tinha acontecido com o primeiro estudo, as duas turmas participaram igualmente do projecto <Q/Q>. Este facto pode explicar, em parte, por que é que a classificação das perguntas das turmas 1 e 2, mostrada nas Tabelas 9.8 e 9.9, é semelhante. Contudo, podemos observar alguma diferença da turma 1 para a turma 2.

Observada a primeira coluna da Tabelas 9.8 e 9.9, podemos verificar os conceitos/palavras sobre os quais os estudantes formularam mais perguntas. Estes

conceitos foram designados por “solução-tampão” e “fluidos intravenosos”. A seguir, apresentamos alguns exemplos destas perguntas para as duas turmas:

- “Quais as soluções-tampão mais importantes no nosso dia-a-dia?” (**Turma 1**)
- “Se em vez de adicionar uma pequena quantidade do ácido for uma grande quantidade, também se forma uma solução-tampão?” (**Turma 2**)
- “Esses fluidos são constituídos apenas por soluções-tampão?” (**Turma 1**)
- “O que é um fluido intravenoso?” (**Turma 2**)

Da intercessão das variáveis “solução-tampão” e “sistema tamponado” nas Tabelas 9.8 e 9.9 encontramos um certo número de perguntas ligadas a um dos enunciados do texto. Houve três enunciados do texto que foram objecto das perguntas dos estudantes, estes enunciados foram:

- i) *“Uma solução-tampão não experimenta uma variação de pH apreciável...”*,
- ii) *“Um sistema “tamponado” é tão vital para a existência de um organismo vivo...”*,
- iii) *“...ferimentos ou queimaduras graves reside na possível mudança brusca do pH do sangue.”* Exemplos de perguntas relacionados com estes enunciados:

- “Um sistema tamponado é um sistema que funciona como uma solução-tampão?” (**Turma 2**)
- “Uma solução tampão, apesar de não experimentar uma variação brusca, sofre uma pequena variação. A que se deve isso?” (**Turma 1**)
- “Qual é a variação de pH se for adicionada a uma solução-tampão, a uma grande quantidade de ácido ou base fortes?” (**Turma 2**)
- “Por que é que um sistema “tamponado” é vital para a existência de um organismo vivo?” (**Turma 1**)
- “Por que é que um sistema “tamponado” é vital para a existência?” (**Turma 2**)
- “Por que é que se dá uma mudança brusca do pH do sangue?” (**Turma 1**)
- “Qual o efeito da mudança de pH no sangue?” (**Turma 2**)

A partir das Tabelas 9.8 e 9.9, podemos ter também uma apreciação das perguntas que relacionavam vários conceitos/palavras, enunciados e/ou factos do texto. Alguns exemplos destas perguntas são:

- “De que maneira as alterações de pH do sangue influenciam a pessoa com ferimentos ou queimaduras graves?” (**Turma 1**)
- “Porque varia o pH do sangue quando uma pessoa tem ferimentos ou queimaduras graves?” (**Turma 2**)
- “Que fluidos intravenosos são administrados para impedir a mudança de pH no sangue?” (**Turma 1**)

- “A administração de fluidos intravenosos servem para controlar o pH do sangue? Como é que actua, ou seja, como se sabe se o pH subiu ou desceu?” (**Turma 2**)

Como já argumentamos anteriormente, as perguntas que fazem “ligações” podem ser consideradas de maior qualidade do que aquelas perguntas que questionam apenas uma determinada palavra ou conceito desconhecido. Podemos ter, através desta classificação, uma boa apreciação não só da semântica das perguntas, mas também da qualidade que estas perguntas podem ter a nível cognitivo. Na Tabela 9.10, apresentamos as perguntas classificadas nos três níveis do modelo PREG, para uma compreensão mais geral da distribuição das perguntas nestes níveis.

**Tabela 9.10** Perguntas classificadas nos três níveis do modelo PREG

<b>Regras de produção</b>	<b>Turma 1</b>	<b>Turma 2</b>
Ao nível das Palavras/Conceitos	33 (40%)	57 (46%)
Ao nível dos Enunciados	21 (26%)	31 (25%)
Ao nível das Ligações	28 (34%)	37 (29%)

Reconhece-se que os estudantes formularam um maior número de perguntas ao nível das palavras/conceitos (40% para a turma 1 e 46% para a turma 2) e um menor número ao nível das ligações. A turma 1 formulou 34% das perguntas a nível das ligações e a segunda turma 29%. Essa pequena diferença entre as turmas 1 e 2 pode ser também identificada quando recorremos à taxonomia bipolar Confirmação, Transformação (Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias, & Watts, 2001) apresentada na Tabela 9.11:

**Tabela 9.11** Qualidade das perguntas formuladas. Segundo Estudo 2001/2002

	<b>Turma 1</b>	<b>Turma 2</b>	<b>Total (T1+T2)</b>
Perguntas de Confirmação	67 (82%)	110 (88%)	177
Perguntas de Transformação	15 (18%)	15 (12%)	30
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>125</b>	<b>207</b>

Nesta classificação, a turma 1 tem 18% de perguntas de transformação e a turma 2 tem 12%. Este resultado é semelhante, em termos de qualidade das perguntas, aos resultados obtidos na classificação anterior com o modelo PREG.

Considerando que as perguntas ao nível das palavras/conceitos e ao nível dos enunciados são as mais “dependentes” e directamente relacionadas com o texto, podemos inferir que: quer no estudo piloto quer no primeiro estudo, estas perguntas

foram formuladas em função do texto. Por exemplo, no primeiro estudo estes dois “níveis” constituem 66% das perguntas para a turma 1, e 71% para a turma 2.

As perguntas ao nível das ligações apesar de estarem dependentes do texto, relacionam vários factos e conceitos do texto e algumas vezes vão além, questionando assuntos que não estavam mencionados no texto. Por exemplo:

- “Sendo uma das primeiras acções de socorro de um paramédico a administração de fluidos intravenosos: que género de fluidos são habitualmente administrados? Já que com o tempo que se leva mal é usado o raciocínio, estando já praticamente mecanizadas as acções visuais.” **(turma 1)**
- “A administração desses fluidos fará alguns efeitos secundários a pessoas com doenças?” **(turma 2)**

Estas perguntas são sobre os fluidos intravenosos mencionados no texto, mas vão além do texto quando questionam sobre os procedimentos dos paramédicos e os efeitos que podem ter a administração destes fluidos nos pacientes.

A “habilidade” dos estudantes em formular perguntas está, de alguma forma, condicionada pelo texto. Por isso, é de importância fundamental o conteúdo e organização do texto usado para estimular as perguntas especialmente se o objectivo desta “tarefa” for entender como é que as perguntas podem revelar o entendimento de um determinado assunto. No entanto, as perguntas formuladas neste contexto têm um potencial muito maior, como por exemplo, no auxílio da interpretação de textos, na identificação dos núcleos de sentido e no incentivo a uma leitura reflexiva para a aprendizagem activa.

### **9.6 - Análise das perguntas do Terceiro Estudo (2002/2003)**

Um dos objectivos do terceiro estudo foi o de identificar e compreender as dificuldades em termoquímica deste grupo de estudantes. Todos os instrumentos e estratégias utilizados foram direccionados para uma recolha de dados mais aprofundada nos tópicos da termoquímica. Por esta razão, o texto distribuído, cujo conteúdo estava relacionado com a termoquímica foi diferente do estudo anterior para que esta actividade estivesse em consonância com todos os outros instrumentos e estratégias. Este texto foi, mais uma vez, retirado do livro indicado pelo professor (Jones & Atkins, 1999 254) de uma das

secções de leitura complementar “a termoquímica do estar-em-forma”. No Quadro 9.3, apresentamos o texto referido:

### Quadro 9.3 Texto fornecidos aos estudantes para a formulação de perguntas

2

2. Leia com atenção (se necessário releia) o texto do Atkins que a seguir se apresenta, e formule pelo menos 2 questões que este lhe sugira.

(Assinale com uma cruz caso queira obter resposta às suas questões: )

“Mais de 50% da massa dos alimentos de uma dieta típica é tomada na forma de hidratos de carbono. Mas nem todos os hidratos de carbono são digeríveis. Por exemplo, a celulose não é digerida mas desempenha um papel importante como ‘fibra’ primária na nossa dieta, ajudando o funcionamento dos intestinos. Os hidratos de carbono digeríveis são amidos e açúcares. O nosso organismo quebra-os em glicose, que é solúvel na corrente sanguínea e pode ser transportada para as células. Nas células animais a glicose é usada como combustível:

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + 6\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

A entalpia padrão para a combustão da glicose é 22.8 MJ/mol (1MJ = 10<sup>6</sup>J), que corresponde a uma entalpia específica de 16kJ/g. Portanto, a oxidação de 1.0 g de glicose para dióxido de carbono e água produz 16kJ, que é energia suficiente para aquecer 1 L de água em aproximadamente 4°C. Queimamos 1 g de glicose em aproximadamente 1 minuto ao pedalar numa bicicleta, ou em cada 2 minutos quando estamos a estudar Química.”

(Atkins, P and Jones, L. Chemistry 4th. Edition, p. 254) Caso precise de mais espaço, por favor utilize o verso desta folha.

---



---



---



---



---



---

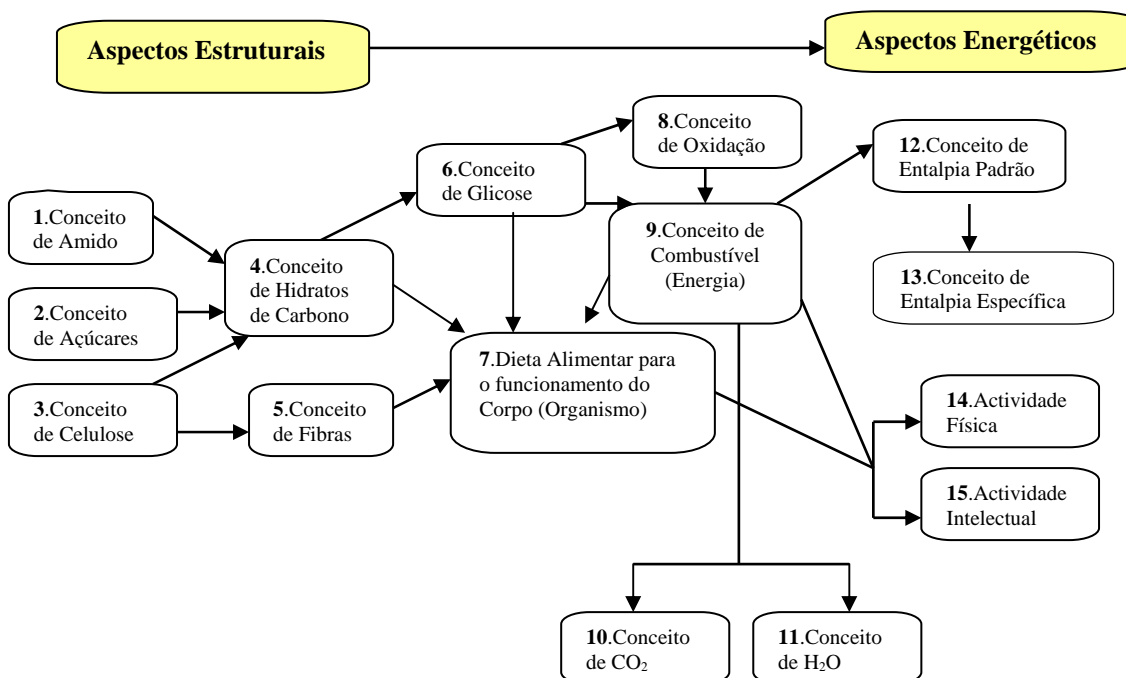
Tal como nos estudos anteriores, foi solicitado aos estudantes para formularem pelo menos 2 questões sugeridas pela leitura do texto. Alguns formularam uma (N=49), outros duas (N=70) e um número reduzido formulou três (N=4) perguntas. Numa primeira leitura dos dados, procuramos verificar novamente se as perguntas formuladas tinham a dedução da resposta no próprio texto, ou se, pelo contrário, a pergunta, embora baseada no texto, não tinha a resposta nele. Na Tabela 9.12, mostramos o número de perguntas formuladas por turma.

**Tabela 9.12** Perguntas formuladas a partir da leitura do texto. 3º Estudo (2002/2003)

	Turma 1	Turma 2	Total (T1+T2)
Pergunta baseada no texto	119	72	191
A resposta encontra-se no texto	3	5	8
Não formulou perguntas	36	43	79
<b>Total de perguntas</b>	<b>122</b>	<b>77</b>	<b>199</b>

Através da Tabela 9.12, podemos verificar que quase a totalidade das perguntas formuladas (N=199) não tinham a resposta no texto (N=191). Isso mostra que os estudantes entenderam a solicitação que lhes foi feita neste caso.

Tal como nos estudos anteriores elaboramos uma representação gráfica do texto (ver Figura 9.2) e a partir desta representação elaboramos um conjunto de perguntas utilizando o modelo PREG (Otero & Graesser, 2001). Com o objectivo de reconhecer mais profundamente a estrutura do texto, bem como os tipos de perguntas que este poderia induzir nos estudantes, foi elaborada a representação gráfica dos conceitos e factos, e das ligações destes conceitos e/ou factos entre si em relação a disposição geral do texto.



**Figura 9.2** Gráfico conceptual do texto sobre a dieta alimentar e a termoquímica



Um resultado importante oriundo da construção da Figura 9.2, é que ela nos ajudou a perceber que na primeira parte do texto (as primeiras linhas), as perguntas poderiam ser formuladas principalmente sobre os “aspectos estruturais” e na segunda parte (últimas linhas) sobre os “aspectos energéticos” do assunto central do texto. Por exemplo, muitas perguntas foram formuladas sobre a glicose, no entanto, algumas delas focam aspectos dos mecanismos de formação e da estrutura da glicose, e outras perguntas concentram-se em aspectos da combustão e da termoquímica da glicose. Por exemplo, a pergunta: *“De que tipo são as ligações existentes na molécula de glicose?”* foi considerada como ligada aos aspectos estruturais, e a pergunta: *“Como se queima a glicose, em termos de processo?”* ligadas aos aspectos energéticos.

Na Tabela 9.13, apresentamos como exemplos as perguntas previstas pelo modelo PREG e as formuladas pelos estudantes, bem como os pontos ou ligações a que se referem estas perguntas em relação à representação do texto na Figura 9.2.

Tabela 9.13 Exemplos de perguntas previsíveis e formuladas. 3º Estudo (2002/2003)

Regras de Produção	Perguntas previsíveis	Perguntas Formuladas	Conceitos ou Ligações questionados <sup>45</sup>
<b>Ao nível das Palavras/Conceitos</b>			
Palavras/conceitos desconhecidos	O que são amidos e açúcares? O que é oxidação?	Não formuladas	
Palavras/Conceitos desconhecidos	O que é a entalpia (padrão ou específica)? Qual a diferença entre entalpia padrão e entalpia específica?	“Qual a diferença entre entalpia padrão e entalpia específica?” “O que se pode entender por entalpia?”	12, 13
Palavra/conceitos desconhecidos	O que é fibra primária? Quais as características das fibras primarias?	“O que significa "fibra primária"?”	5
Referencia desconhecida	Porque é que a celulose não é digerida?	“Porque é que a celulose não é digerida?”	3, 7
<b>Ao nível do enunciado</b>			
Incompreensível	Como é que a celulose ajuda no funcionamento do intestino?	“Qual o papel sumariamente descrito da celulose para o funcionamento dos intestinos?” “Como é que a celulose intervém ao nível dos intestinos?”	3, 7
Incompreensível	O que é necessário para que a celulose seja digerida pelo nosso organismo?	Apenas uma pergunta formulada: “Não haverá maneira de sermos como os coelhos?”	
Incompreensível	Porque é que a glicose é usada como combustível? Quais são os outros compostos que têm essa finalidade?	“O nosso organismo quebra-os em glicose, que é solúvel na corrente sanguínea e pode ser transportada para as células.” Devo então concluir que a glicose é então responsável pela energia num indivíduo?” “Haverá outros hidratos de carbono capazes de fornecer mais	6, 9

<sup>45</sup> Valores numéricos referentes à Figura 9.2

		energia que a glicose?”	
Discrepante	Porque é que nem todos os hidratos de carbono são digeríveis?	“Porque é que apenas alguns hidratos de carbono são digeríveis?”	4, 7
<b>Ao nível das ligações</b>			
Incompreensível	A única forma de obter energia é na reacção de combustão da glicose?	“Haverá outros hidratos de carbono capazes de fornecer mais energia que a glicose?” <b>2C-28238</b> “Será que não existe outra substância (para além da glicose) que poderá ser usado como "combustível", mas que seja mais rentável, mesmo que essa substância seja mais difícil de se obter? (Mesmo que não seja natural)”	4, 6, 9
Incompreensível	Como é que ocorre a transformação da glicose em energia para o nosso corpo?	“Como é que a glicose é usada como combustível (se possível gostava que explicasse o processo)?”	6, 9
Discrepante	Onde gasto mais energia, na actividade física ou na actividade intelectual?	“Queima-se o dobro da energia no exercício físico relativamente ao exercício mental?” “Porque que a fazer exercício físico (que normalmente se diz que a maneira de se queimar calorias mais facilmente) só se queima 1g por minuto e estudando (que se está numa posição quase estática) queima-se 1g por 2 minutos?”	9, 14, 15
Discrepante	Se as fibras não são digeridas no nosso corpo como é que ela pode participar da digestão?	“Porque é que a celulose, que nem sequer é digerida, ajuda ao funcionamento dos nossos intestinos?”	3, 5, 7

Embora muitas das perguntas previstas coincidam com as perguntas realmente formuladas pelos estudantes, não houve perguntas ao nível das palavras/conceitos em relação aos conceitos de amido, açúcar e oxidação. Os conceitos de entalpia padrão e entalpia específica foram discutidos no primeiro semestre na disciplina de Química I, e seria razoável que não houvesse nenhuma pergunta sobre estes conceitos. No entanto, houve algumas perguntas relacionadas com estes conceitos, como mostramos na Tabela 9.13. Este facto reforça a ideia, já discutida, de que estes conceitos são de difícil compreensão mesmo quando eles são considerados como já dominados pelos estudantes no final do ano lectivo.

Foi ao nível dos enunciados do texto que foram formuladas a grande maioria das perguntas. Podemos identificar três enunciados como motivadores das perguntas dos estudantes. Estes enunciados foram:

- i. *“...nem todos os hidratos de carbono são digeríveis. Por exemplo, a celulose não é digerida...”*;
- ii. *“O nosso organismo quebra-os em glicose”*;
- iii. *“Queimamos 1g de glicose em aproximadamente 1 minuto ao pedalar numa bicicleta, ou em cada 2 minutos quanto estamos a estudar química.”*

Houve apenas uma pergunta que mencionava os conceitos de amido e açúcar, contudo esta pergunta estava relacionada com o primeiro enunciado e não com os conceitos em si: *“Qual a razão porque hidratos de carbono como o amido e açúcares são digeríveis, e outros como a celulose não?”* Outro exemplo de perguntas ao nível dos enunciados pode ser encontrado na Tabela 7.13.

Na Tabela 9.14, apresentamos as percentagens de perguntas classificadas nos três principais níveis do modelo PREG, com o objectivo de termos uma apreciação geral da distribuição destas perguntas para a turma 1 e a turma 2.

**Tabela 9.14** Perguntas classificadas nos três níveis do modelo PREG. 3º Estudo (2002/2003)

<b>Regras de produção</b>	<b>Turma 1</b>	<b>Turma 2</b>
Ao nível das Palavras/Conceitos	17 (14%)	9 (12%)
Ao nível dos Enunciados	91 (74%)	60 (78%)
Ao nível das Ligações	14 (12%)	8 (10%)

Tal como no primeiro estudo e segundo estudo, existe uma pequena diferença entre as duas turmas. Do total de perguntas da turma 1, 12% foram ao nível das ligações enquanto que na turma 2 foi de 10%. De notar que, embora a turmas 1 e 2 sejam turmas compostas por estudantes diferentes, em relação ao estudo piloto (2000/2001) e segundo estudo (2001/2002), os professores das duas turmas são diferentes. O professor da turma 1 mantém-se deste o estudo piloto, enquanto da turma 2 tem variado. Este facto permite-nos inferir que a diferença existente nas perguntas das turmas 1 e 2 nestes estudos pode estar de alguma forma ligada às estratégias e instrumentos usados pelo professor da turma 1, no âmbito do projecto “Questões em Química”.

A diferença entre as turmas, em termos da qualidade das perguntas formuladas, pode ser também comprovada quando recorremos à taxonomia bipolar de Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias et al. (2001). A Tabela 9.15 mostra esta taxonomia aplicada às perguntas das duas turmas.

**Tabela 9.15** Qualidade das perguntas formuladas. 3º Estudo (2002/2003)

	<b>Turma 1</b>	<b>Turma 2</b>	<b>Total (T1+T2)</b>
Perguntas de Confirmação	102	72	174
Perguntas de Transformação	20 (16%)	5 (6%)	25
<b>Total</b>	<b>122</b>	<b>77</b>	<b>199</b>

Em termos gerais, o número de perguntas de Confirmação é muito maior do que as perguntas de Transformação. No entanto, das 25 perguntas de Transformação formuladas, 20 delas foram formuladas pela turma 1. Isto equivale a 16% das perguntas da turma 1, enquanto que na turma 2 apenas 6% das perguntas são de Transformação.

Para explorarmos em pormenor o sentido semântico das perguntas, mostramos nas Tabelas 9.16 e 9.17, as perguntas distribuídas nos dois aspectos identificados na Figura 9.2. Na Tabela 9.16, apresentamos as perguntas relacionadas com os “aspectos estruturais”, e na Tabela 9.17 com os “aspectos energéticos”, para a turma 1 (T1) e turma 2 (T2).

**Tabela 9.16** Perguntas formuladas pelos estudantes ligadas aos aspectos estruturais

	Aspectos Estruturais						
	Mecanismo Molecular		Mecanismo Orgânico		Total Turma 1	Total Turma 2	Total
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1 + T2
<b>Hidratos</b>	9	5	9	3	18	8	26
<b>Celulose</b>	15	9	20	5	35	14	49
<b>Glicose</b>	5	3	4	9	9	12	21
<b>Fibras</b>	5	3	0	1	5	4	9
<b>Outras Moléculas</b>	1	2	1	1	2	3	5
<b>Metabolismo</b>	0	0	2	3	2	3	5
<b>Totais</b>	<b>35</b>	<b>22</b>	<b>36</b>	<b>22</b>	<b>71 (58%)</b>	<b>44 (57%)</b>	<b>115</b>

**Tabela 9.17** Perguntas formuladas pelos estudantes ligadas aos aspectos energéticos

	Aspectos Energético								
	Combustível Molecular		Combustível Orgânico		Termodinâmica		Total Turma 1	Total Turma 2	Total
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1 + T2
<b>Hidratos</b>	2	0	1	0	0	0	3	0	3
<b>Glicose</b>	10	4	8	6	5	2	23	12	35
<b>Estudar</b>	0	0	14	18	0	0	14	18	32
<b>Entalpia</b>	0	0	0	0	7	2	7	2	9
<b>Metabolismo</b>	0	0	0	0	4	1	4	1	5
<b>Totais</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>51 (42%)</b>	<b>33 (43%)</b>	<b>84</b>

As perguntas relacionadas com os aspectos estruturais foram divididas em duas outras categorias, chamadas de “Mecanismo Orgânico” e “Mecanismo Molecular”. Na sub-categoria “mecanismo molecular” estão as perguntas que exploram os aspectos moleculares dos conceitos da primeira coluna da Tabela 9.16. Na sub-categoria “mecanismo orgânico” estão as perguntas relacionadas com os aspectos do funcionamento do corpo e dos seus órgãos. A seguir, apresentamos alguns exemplos para estas sub-categorias:

### **Mecanismo Molecular**

- “Quais as propriedades químicas da **celulose** para não poder ser digerida?”
- “Como funciona a quebra dos hidratos de carbono em **glicose**?”

### **Mecanismo Orgânico**

- “O que é que o nosso organismo não tem que leva a não digerir a **celulose**?”
- “Que propriedades apresentam hidrocarbonetos, como a celulose, que permitem que estes ajudem o funcionamento dos intestinos e não sejam digeridos?”
- “De que forma a celulose, como “**fibra**” ajuda no funcionamento dos intestinos?”

Na Tabela 9.17, recorreremos a três categorias, chamadas de “combustível molecular”, “combustível orgânico” e “termodinâmica”. A seguir, apresentamos alguns exemplos para as duas primeiras sub-categorias:

### **Combustível Molecular**

- “Porque se diz que a glicose é usada como combustível? Por fornecer energia?”
- “Depois da combustão o que acontece à energia produzida? Como ocorre o processo de combustão da glicose?”

### **Combustível Orgânico**

- “Se por cada 1g de glicose aumenta 4°C a 1l, muita **glicose** pode provocar febre?”
- “Que fenómenos se dão no nosso metabolismo que permitam queimar **glicose**?”

Na sub-categoria “combustível orgânico” houve um número relevante de perguntas (N=32) associadas à discussão do enunciado do texto sobre a energia gasta nas actividades físicas e nas actividades intelectuais, que designamos por “Estudar”. Alguns exemplos, para este tipo de perguntas são:

- “Pode-se comparar a quantidade de glicose queimada durante o **estudo** e quando se está em actividade física?”
- “Porque é queimada a mesma quantidade de glicose para apenas o dobro do tempo a **estudar** Química se para esta actividade não há esforço físico?”
- “Existe uma relação entre a energia que se perde no exercício físico ou num exercício mental?”

Apesar de todas as perguntas da Tabela 9.17 estarem relacionadas com os aspectos energéticos, criamos uma sub-categoria onde os aspectos termodinâmicos estão mais evidentes, que chamamos de “Termodinâmica”. Algumas perguntas desta sub-categoria:

### Termodinâmica

- “Explique a que se deve a entalpia padrão para a combustão da **glicose**?”
- “O que significa em termos químicos “Queimamos 1g de **glicose**?”
- “Porquê as diferenças de **entalpia** padrão de um material para outros?”
- “Qual a **entalpia** padrão para a combustão de frutose?”
- “Porque é que quando fazemos qualquer tipo de esforço aquecemos?”
- “Como se calcula o nº de calorias gastas nas nossas actividades?”

Os dois primeiros exemplos acima citados estão relacionados com os aspectos termodinâmicos da glicose, os dois seguintes com os conceitos de entalpia e os dois últimos com os aspectos termodinâmicos do metabolismo do corpo humano (ver primeira coluna da Tabela 9.17). Das 199 (115+85) perguntas formuladas pelas duas turmas apenas 21 estavam mais directamente relacionadas com a termodinâmica, correspondendo a 10% das perguntas formuladas. Deste total (N=21) 16 perguntas foram formuladas pela turma 1 e somente 5 pela turma 2. A maioria das perguntas desta sub-categoria foi classificada como pergunta de “Confirmação”, sendo apenas uma delas considerada como de “Transformação”. As perguntas sobre entalpia solicitavam informações sobre valores da entalpia ou sobre o entendimento do conceito de entalpia padrão e a diferença da entalpia específica.

No geral, existe um maior número de perguntas sobre os aspectos estruturais do que sobre os aspectos energéticos do texto. Tanto a turma 1 como a turma 2, têm aproximadamente 58% das perguntas relacionados com os aspectos estruturais, os outros 42% dizem respeito aos aspectos energéticos. Ou seja, as perguntas das duas turmas estão direccionadas para os mesmos focos de interesse no texto. Esta



unanimidade no “foco” de interesse, ou núcleos de sentido do texto, estavam também presentes tanto no estudo piloto como no segundo estudo.

Estas perguntas estão fortemente ligadas à estrutura do texto, e como os estudantes formularam perguntas sobre o mesmo texto são igualmente influenciados. Isto não implica que, mesmo abordando os mesmos conceitos, eventos e enunciados do texto, uma turma não possa formular perguntas de maior nível cognitivo do que a outra turma formularia nos mesmos centros de interesses para os estudantes. Este facto fica mais evidente quando uma turma estabelece ligações entre os conceitos, eventos e enunciados e a outra turma não.

### 9.7 - Análise comparativa de perguntas formuladas em contextos diferentes

Passaremos a analisar de forma comparativa as perguntas formuladas a partir da leitura de um pequeno texto científico e as formuladas num outro contexto desta investigação. Dos diversos contextos onde surgiram perguntas no âmbito do projecto <Q/Q> (aulas teóricas, aulas práticas, e mini-projectos) são certamente as perguntas que foram enviadas no contexto das Aulas <Q/Q> as que mais se aproximam das que foram formuladas após a leitura de um texto. Por isso, a nossa análise comparativa restringir-se-á às perguntas no âmbito destes dois contextos.

As aulas <Q/Q> foram realizadas somente no segundo e no terceiro estudo desta investigação. Na Tabela 9.18, apresentamos o número perguntas para todas as Aulas <Q/Q> destes dois estudos.

**Tabela 9.18** Perguntas das Aulas <Q/Q> nos dois estudos

<b><i>Aulas &lt;Q/Q&gt; 2º Estudo (2001/2002)</i></b>	<b><i>Nº de Perguntas</i></b>	<b><i>Aulas &lt;Q/Q&gt; 3º Estudo (2002/2003)</i></b>	<b><i>Nº de Perguntas</i></b>
Chuvas ácidas	32	Água	11
Células de combustível	26	Polímeros condutores	16
Ozono	25		
Polímeros condutores	12		

Apesar do mesmo texto, “o sangue como solução tampão” ter sido aplicado aos estudantes do primeiro estudo, consideraremos apenas na nossa análise as perguntas formuladas a partir da leitura deste texto pelos estudantes do segundo estudo. Também levaremos em conta as perguntas formuladas no terceiro estudo sobre “a Termoquímica

do estar-em-forma”. Considerando que as aulas <Q/Q> foram realizadas apenas com os estudantes da turma 1, iremos comparar as perguntas formuladas a partir do texto somente da turma 1.

Na Tabela 9.19, apresentamos a classificação bipolar, Confirmação–Transformação, para as perguntas formuladas no contexto das Aulas <Q/Q> e da leitura. O objectivo desta tabela é termos uma visão geral da qualidade das perguntas destes dois contextos.

**Tabela 9.19** Relação de qualidade entre as perguntas de dois contextos diferentes

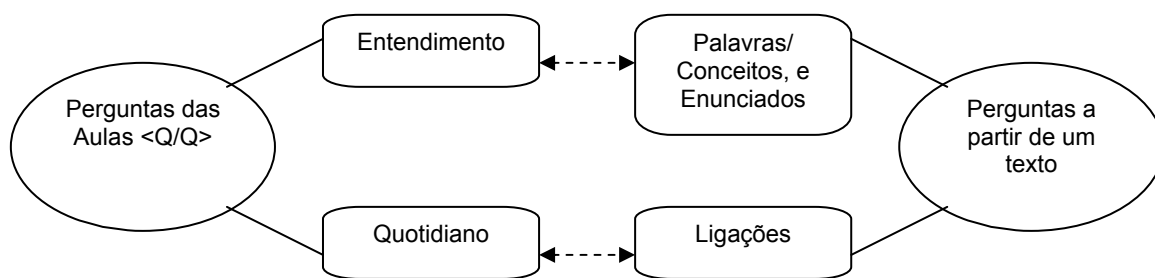
<b>Contexto das Perguntas</b>	<b>Confirmação</b>	<b>Transformação</b>
Aulas <Q/Q> (2º estudo)	73 (77%)	22 (23%)
Aulas <Q/Q> (3º estudo)	13 (48%)	14 (52%)
Texto (2º estudo)	67 (82%)	15 (18%)
Texto (3º estudo)	102 (84%)	20 (16%)

Com excepção das perguntas das Aulas <Q/Q> do 3º estudo, as restantes situações apresentadas na tabela têm aproximadamente 80% de perguntas de “confirmação”. Podemos assim concluir que as perguntas formuladas nos dois contextos são, no geral, de baixo nível cognitivo.

Levando em consideração os questionários analisados nos capítulos anteriores, podemos inferir que no 3º estudo houve uma percentagem maior de perguntas de transformação (52%) para as Aulas <Q/Q>, devido à maior percentagem de estudantes do 3º estudo (32%) terem lido o texto que o professor indicou para esta aula, comparados com os do 2º estudo (15%). O facto dos estudantes do 3º estudo terem participado dos mini-projectos, e os do 2º estudo não terem participado, pode ter influenciado na maior qualidade das suas perguntas.

Para uma visão mais pormenorizada das perguntas nestes dois contextos tomemos por apoio as classificações para cada uma delas. Para as perguntas formuladas a partir de um texto, tomamos por base de análise os três níveis adaptados do modelo PREG: *i)* palavras/conceitos, *ii)* enunciados e *iii)* ligações. Como mostramos anteriormente, podemos associar uma maior *qualidade* e *complexidade* para as perguntas formuladas ao nível das “ligações” das várias partes do texto e fora dele (como as aplicações ao quotidiano). E menor qualidade para aquelas ao nível dos “enunciados” e das “palavras/conceitos” do texto.

Para as perguntas das Aulas <Q/Q> utilizamos três categorias: *i)* Conceitos, *ii)* Linguagem e *iii)* Aplicação. A categoria “Conceitos” tem três subcategorias, *i)* Entendimento, *ii)* Abstração e *iii)* Relação, e a categoria “Aplicação” também tem três subcategorias: *i)* Cálculos, *ii)* Quotidiano e *iii)* Práticas. Olhando para estas categorias percebemos que a maioria das Aulas <Q/Q> foi classificada nas subcategorias “Entendimento” e “Quotidiano”. Com base nestas informações podemos construir as relações que apresentamos na Figura 9.3.



**Figura 9.3** Relação entre as perguntas de contexto diferentes

Porque é que estas categorias podem ser vistas como equivalentes? Apesar de terem os seus fundamentos em contextos diferentes e terem sido submetidas a uma análise distinta, podemos mesmo assim perceber “equivalências” entre as categorias da Figura 9.3, se relembrarmos a definição de cada uma delas. As perguntas das Aulas <Q/Q> classificadas na categoria “entendimento” foram aquelas perguntas que mostraram dificuldades a nível do entendimento dos conceitos e procedimentos dos temas determinados para estas aulas. Em contrapartida, as perguntas formuladas a partir da leitura do texto e classificadas como “palavras/conceitos e enunciados” tinham os seus conteúdos ligados as palavras/conceitos e enunciados do texto. A seguir, citamos alguns exemplos de cada uma destas categorias em relação à aula <Q/Q> sobre “chuvas ácidas”, e do texto sobre “o sangue como solução tampão”.

<b>“Entendimento”</b>	<b>“Palavras/conceitos e enunciados”</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quando e como apareceram as primeiras chuvas ácidas?</li> <li>• Que poluentes mais perigosos contêm as chuvas ácidas?</li> <li>• Quais os poluentes que “ela” (chuva ácida) contém (para além dos já referidos no texto)?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O que é um sistema “tamponado”?</li> <li>• Qual o significado de solução tampão?</li> <li>• Porque é que a solução-tampão não tem grande variação de pH quando adicionada ácido ou base, porque?</li> </ul>

Não apenas a “natureza” destas perguntas é equivalente, mas também o nível cognitivo é muito próximo.

As perguntas sobre as Aulas <Q/Q> que foram classificadas como “quotidiano” mostraram dificuldades em fazer as ligações dos conceitos com os fenómenos do quotidiano, ou seja, dificuldade na aplicação do conhecimento em situações experimentais ou do dia-a-dia. As perguntas formuladas a partir de um texto que foram classificadas como “ligações” estabeleciam relações entre as palavras/conceitos e enunciados do texto. A seguir apresentamos alguns exemplos destas categorias, sobre os temas “células de combustíveis” (Aula <Q/Q>) e a “Termoquímica do estar-em-forma” (Texto).

<i>“Quotidiano”</i>	<i>“Ligações”</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qual o impacto no meio ambiente do uso destas células (de combustíveis)?</li> <li>• Por que ainda não são utilizadas actualmente (células de combustíveis em carros, computadores e telemóveis)?</li> <li>• No eléctrodo padrão (H<sub>2</sub>) utiliza-se a platina porque não é atacada pelas reacções que ocorrem. Na célula de combustível é utilizado o Ni e o NiO como catalisadores, tem estes aqui a mesma função que a platina no eléctrodo padrão? Servem apenas de catalisadores? Quais as vantagens práticas?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se 1g de glicose para dióxido de carbono e água produz 16kJ, se uma pessoa ingerir muita quantidade de glicose o que é que acontece com toda a energia produzida? Não é toda gasta?</li> <li>• De que maneira a glicose funciona como combustível nas células animais?</li> <li>• Quantas gramas (qual a quantidade) de glicose queimamos quando nos deslocamos de casa à escola e vice-versa durante 20 minutos?</li> </ul>

Novamente podemos perceber que a “natureza” destas duas categorias (quotidiano e ligações) são “equivalentes”, e que as perguntas destas categorias podem ser de qualidade superior às duas outras categorias que apresentamos na Figura 9.3, porque estas estabelecem relações e as anteriores questionam apenas o entendimento dos conceitos e suas propriedades.

Nas Tabela 9.20 e 9.21, apresentamos a percentagem de perguntas para cada uma destas categorias no segundo e terceiro estudos.

**Tabela 9.20** Perguntas das Aulas <Q/Q> e a partir do Texto. 2º Estudo (2001/2002)

<b>Aulas &lt;Q/Q&gt;</b>	<b>Entendimento</b>	<b>Quotidiano</b>
Chuvas ácidas	14 (44%)	17 (53%)
Células de combustível	15 (58%)	17 (65%)
Ozono	12 (48%)	10 (40%)
Polímeros condutores	6 (50%)	4 (33%)
<b>Texto: “o sangue como solução tampão”</b>	<b>Palavras/conceitos e enunciados</b>	<b>Ligações</b>
	44 (66%)	28 (34%)

**Tabela 9.21** Perguntas das Aulas <Q/Q> e a partir do texto. 3º Estudo (2002/2003)

<b>Aulas &lt;Q/Q&gt;</b>	<b>Entendimento</b>	<b>Quotidiano</b>
Água	5 (45%)	2 (18%)
Polímeros condutores	8 (50%)	6 (38%)
<b>Texto: “a Termoquímica do estar-em-forma”</b>	<b>Palavras/conceitos e enunciados</b>	<b>Ligações</b>
	108 (88%)	14 (14%)

Observando estas duas tabelas percebemos que as perguntas ao nível das “palavras/conceitos e enunciados” são as de maior percentagem (66% e 88%), enquanto que as perguntas das aulas <Q/Q> classificadas com “entendimento” são aproximadamente 50% das perguntas.

Apesar de ambas as estratégias para formular perguntas terem por base um texto, os estudantes que enviaram perguntas para as aulas <Q/Q>, na sua maioria, não leram as páginas do livro indicadas pelo professor (Jones & Atkins, 1999). No entanto, na outra estratégia (Texto) todos os estudantes leram o texto para puderem formular as perguntas.

Uma inferência que podemos fazer em relação às aulas <Q/Q> é que quanto mais conhecido é o tema da aula, maior é a tendência dos estudantes para formularem perguntas na categoria “quotidiano”, como por exemplo: “chuva ácidas” e “ozono”. Quanto mais desconhecido for o tema, maior a tendência em formular perguntas na categoria “entendimento”, como por exemplo no tema “polímeros condutores”. De modo geral, as perguntas da categoria “entendimento” tinham as suas respostas no texto, que provavelmente não foi lido. No entanto, como mostramos no capítulo 7, algumas perguntas enviadas para as aulas <Q/Q> foram influenciadas pela leitura do texto, e não somente pelo conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema.

Em relação à tarefa de formular perguntas a partir de um pequeno texto, os estudantes formularam mais perguntas no âmbito das “palavras e enunciados” do texto, e menos que

façam “ligações” entre as várias partes do texto ou fora dele. No entanto, ao contrário das perguntas para as aulas <Q/Q> e como mostramos no início deste capítulo, poucos estudantes formularam perguntas cujas respostas já se encontravam no texto lido.

No quadro a seguir, resumimos as principais diferenças observadas para as perguntas das Aulas <Q/Q> e para as da leitura do Texto.

<i>Aulas &lt;Q/Q&gt;</i>	<i>Texto</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menos de metade dos estudantes enviaram perguntas para as aulas &lt;Q/Q&gt;</li> <li>• Poucos estudantes leram o texto indicado.</li> <li>• Para muitas das perguntas as respostas encontravam-se no texto.</li> <li>• Menos perguntas mas de maior qualidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A maior parte dos que responderam aos questionários, formularam uma média de 2 perguntas por estudante</li> <li>• A maioria leu o texto.</li> <li>• A maioria das perguntas não tinha as respostas no texto lido.</li> <li>• Mais perguntas mas de menor qualidade.</li> </ul>

As perguntas formuladas no contexto das aulas <Q/Q> mostraram poucas ligações com o texto do livro indicado. Mesmo assim, representaram factores de interacção entre o professor e os estudantes, o que não aconteceu com as perguntas formuladas a partir da leitura de um texto. Estes factos reforçam, mais uma vez a ideia já discutida que as perguntas formuladas num contexto naturalista apresentam vantagens para o ensino e a aprendizagem relativamente aos contextos destituídos de estratégias de interacção.

Resumindo alguns aspectos deste capítulo, concluímos que os estudantes entenderam a solicitação para formular perguntas a partir de um texto, como sendo aquelas perguntas a que o texto não responde. Desta forma, estas perguntas aproximam-se, o mais possível de perguntas “espontâneas”.

Os nossos resultados mostram também a dependência das perguntas com a estrutura do texto. Ou seja, os tipos de perguntas variam com o conteúdo e/ou com disposição destes conteúdos na sequência do texto dado aos estudantes. Otero & Graesser (2001) tratam esta relação como as discrepâncias entre a representação do texto e o domínio do conhecimento do leitor sobre o assunto do texto. As perguntas formuladas em função dos enunciados e palavras específicas do texto, dão a entender que estes “focos” de questionamento foram as partes do texto mais interessantes e/ou desconhecidas. Ou seja, os estudantes parecem estar mais motivados a perguntar sobre as partes do texto onde a informação parece mais relacionada com os aspectos “curiosos”, por isso os enunciados mais interessantes são alvo de perguntas frequentes. Por exemplo, o facto

da celulose não ser digerida pelo ser humano, foi alvo de uma quantidade apreciável de perguntas.

Resumindo as conclusões obtidas nesta análise:

1. As perguntas dos estudantes mostram ser uma função da estrutura representacional do texto científico.
2. Os modelos representacionais do texto, como o modelo PREG, foram úteis para identificação da estrutura do texto e suas relações com o tipo de perguntas que poderiam ser formuladas pelos estudantes.
3. A maioria das perguntas é formulada ao nível das palavras e dos enunciados do texto. Poucas perguntas são formuladas ao nível das ligações dos conceitos, eventos e enunciados.
4. Nos três estudos, as perguntas de confirmação (~80%) sempre estão em maior percentagem que as perguntas de transformação (~20%).
5. No texto usado no primeiro e segundo estudo os conceitos mais questionados foram sobre solução-tampão e fluidos intravenosos.
6. No texto usado no terceiro estudo três enunciados constituíram-se no foco de questionamento.
7. No terceiro estudo os conceitos sobre termoquímica foram os menos questionados e, quando o foram, revelaram dificuldades na compreensão dos conceitos de entalpia padrão e entalpia específica.
8. Comparando as perguntas formuladas em contextos diferentes percebemos que as formuladas em contextos mais naturalistas levam vantagem sobre as formuladas em contexto de menor interacção.





## **CAPÍTULO 10 - CONCLUSÕES E SÍNTESE FINAL**

“It is not possible to become a good thinker and be a poor questioner. Thinking is not driven by answers but, rather, by questions.” (Paul & Elder, 2001, p. 113)



Quando iniciamos esta investigação conhecíamos, através da literatura, as dificuldades dos alunos no seu envolvimento activo na aprendizagem, reflectindo reduzida interacção entre alunos e professores, ligada a insuficiente questionamento na sala de aula.

O problema da baixa frequência e qualidade das perguntas dos alunos também se verifica a nível universitário. Foi esta a grande motivação que permaneceu transversal a todas as estratégias e instrumentos utilizados neste estudo, visando reverter este quadro. É importante lembrar que as nossas questões de investigação consistem no estabelecimento de possíveis relações entre perguntas dos estudantes e as suas aprendizagens, nomeadamente:

- i) de que modo é que as perguntas podem contribuir para uma aprendizagem mais activa?
- ii) qual o papel das perguntas dos estudantes na construção de indicadores de um ambiente de aprendizagem activa?

A literatura informa-nos que os alunos no ensino secundário respondem positivamente aos estímulos para formulação de perguntas que, por sua vez, resulta num maior envolvimento na aprendizagem. Por isso, a nossa expectativa inicial consistia em saber se os estudantes universitários também responderiam positivamente aos estímulos para a formulação de perguntas. Estas expectativas confirmaram-se favoráveis no decorrer desta investigação. Tal resultado revelou constituir um factor central e integrador de todas as estratégias desenvolvidas para promoção do questionamento, reflectindo-se num envolvimento mais activo na aprendizagem.

Apesar de trabalharmos com amostras de alunos diferentes nos três estudos desta investigação, procuraremos realizar sínteses apoiadas nas semelhanças das características das amostras, dos instrumentos e das estratégias utilizadas e dos resultados das descrições e análises. As conclusões que apresentaremos apoiam-se também no conceito de saturação teórica que apresentámos no capítulo da metodologia, e que julgamos ter alcançado com os dados recolhidos e analisados.

Os principais instrumentos utilizados de forma sistemática, nos três estudos, com o objectivo de promover a formulação de perguntas e facilitar o seu envio ao professor, foram a Caixa de Questões, a folha <Q/Q> e o Programa <Q/Q><sup>46</sup>.

---

<sup>46</sup> Questões em Química

Embora nem todas as estratégias tenham estado presentes em todos os estudos, a maioria delas foi usada e desenvolvida em toda a investigação com a intenção de promover um ambiente de aprendizagem activa, onde o questionamento e as perguntas dos estudantes desempenharam um papel central:

- i) **Aulas teóricas** – procuraram motivar os estudantes através de estratégias diversificadas e contextualização curricular.
- ii) **Aulas teórico-práticas** – centradas na resolução de “casos para estudo”;
- iii) **Aulas práticas** – centradas no questionamento e na autonomia dos estudantes;
- iv) **Aulas suplementares** – proporcionaram apoio para as dúvidas e dificuldades dos estudantes.
- v) **Aulas “Questões em Química” <Q/Q>** – baseadas nas questões dos estudantes sobre um tema específico.
- vi) **Aulas conferência** – baseadas em temas de elevado interesse científico, tecnológico e social.
- vii) **Mini-projectos** – trabalhos sobre temas escolhidos pelos estudantes, visando incentivar o trabalho em grupo e proporcionar uma ideia do que é a investigação em Química.

Apresentamos, a seguir, uma síntese dos principais resultados e conclusões deste trabalho, discutidas ao longo dos vários capítulos desta tese. Pretendemos organizar e discutir os elementos que podem contribuir para a construção de indicadores de um ambiente de aprendizagem activa, entre outros, aspectos que o estímulo e a análise às perguntas dos estudantes podem revelar. Em seguida, discutiremos algumas limitações deste trabalho e, finalmente, faremos algumas propostas para futuras investigações.

### 10.1 – Síntese dos resultados e conclusões

No **primeiro estudo** (piloto – 2000/2001) percebemos que o grupo de estudantes (turma piloto, 32 alunos) do 1º ano universitário respondeu positivamente à oportunidade de interagir com o professor e foram claras as vantagens do uso das estratégias e instrumentos para estimular as suas perguntas por escrito. Os estudantes que formularam perguntas demonstraram maior envolvimento nas suas actividades de aprendizagem.

No final do primeiro semestre (Química I) deste estudo, a análise dos questionários, das entrevistas, das perguntas enviadas pelos estudantes e da observação das aulas, contribuiu para podermos concluir o seguinte:

- i) Os estudantes enviaram uma quantidade relevante de perguntas escritas.
- ii) O instrumento que recolheu maior número de perguntas foi o programa <Q/Q>, seguido da caixa <Q/Q>; o menos utilizado foi o caderno de laboratório.
- iii) A maioria dos estudantes estava no curso que desejava e tinha grande interesse pela disciplina de química. Estes factores não foram, por isso, barreiras para o seu envolvimento activo.
- iv) Apesar de alguns estudantes mostrarem alguma dificuldade com a utilização dos computadores, este facto também não constituiu uma barreira para o envio de perguntas através do programa <Q/Q>.
- v) Apenas metade dos estudantes consideraram saber formular perguntas, compreendendo o acto de formular perguntas apenas como um meio de obtenção de respostas.
- vi) Consideraram, ainda, o projecto Questões em Química como positivo e manifestaram o desejo de que este continuasse no segundo semestre e também noutras disciplinas.

No segundo semestre (Química II), os mini-projectos promoveram um maior envolvimento dos estudantes na disciplina. A maioria dos estudantes da turma piloto participou dos mini-projectos que promoveram o desenvolvimento de diversas capacidades, nomeadamente, a formulação de perguntas organizadoras das suas apresentações no final do semestre e o envolvimento em actividades de pesquisa tal como a realização de pequenas experiências. A maioria dos estudantes reconheceu que foi necessária uma grande autonomia e responsabilidade para desenvolver os mini-projectos e que este envolvimento os ajudou a formularem melhores perguntas.

Analisando os dados do ano lectivo podemos concluir que:

- i) Embora a “quantidade” de perguntas tenha diminuído ao longo do ano lectivo, a sua qualidade aumentou.
- ii) As ferramentas de análise utilizadas (taxonomia bipolar e indicadores de qualidade – ver capítulo 4) mostraram-se adequadas para avaliar a evolução da qualidade das perguntas. A taxonomia bipolar para uma primeira aproximação e os indicadores de qualidade para uma descrição mais profunda e flexível dos dados.

- iii) No final do ano lectivo houve um maior número de perguntas enviadas pela caixa <Q/Q> do que pelo programa <Q/Q>. No entanto, não se verificou uma diferença relevante na qualidade das perguntas enviadas através destes dois instrumentos.
- iv) Alguns estudantes que não enviaram perguntas durante o ano lectivo, mostraram-se envolvidos activamente nos mini-projectos e no programa <Q/Q> lendo as perguntas dos colegas e as respostas do professor. Este comportamento tem as características de um “*lurker*”.
- v) As classificações dos estudantes da turma piloto (N=32), no 1º e 2º semestres (Química I e II) foram em média superiores às dos outros estudantes que não participaram do projecto <Q/Q>. Embora a avaliação positiva tenha contribuído para diferenciação nas classificações, constituiu apenas um estímulo inicial para formulação de perguntas e para o envolvimento activo na disciplina.

Em resumo, o primeiro estudo (piloto) mostra que é possível estimular e criar um ambiente de questionamento profícuo e de interacção entre professores e estudantes, ou seja, é possível mudar a atmosfera tradicional das aulas de química em particular no ensino universitário, para um ambiente onde o ensino e a aprendizagem sejam mais activos. Algumas destas conclusões foram objecto de publicações (Pedrosa de Jesus et al., 2001; Pedrosa de Jesus, Neri de Souza et al., 2003; Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias, & Watts, 2001; Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias, & Watts, 2003).

Um dos desafios do **segundo estudo** foi o de implementar os instrumentos e estratégias já discutidas para um grande número de estudantes, envolvendo-os em todo o processo. Este estudo foi desenvolvido com duas turmas teóricas, aproximadamente 200 estudantes, do 1º ano que frequentavam a disciplina de Química II na Universidade de Aveiro, durante o segundo semestre do ano lectivo 2001/2002.

Neste estudo, não se realizaram mini-projectos, mas foram concretizadas pelo professor da turma 1 algumas modificações nas aulas teórico-práticas e práticas, dinamizadas as aulas teóricas e criadas das aulas <Q/Q>. A análise das perguntas dos estudantes, das entrevistas, dos questionários, e o acompanhamento e observação das aulas, permitiram concluir que:

- i) É possível envolver no processo de questionamento activo turmas com grande número de alunos, em particular no ensino universitário.

- ii) A falta de conhecimento informático e a ausência de motivação para com a disciplina de Química não se revelaram barreiras para o envolvimento activo dos estudantes no questionamento.
- iii) Os meios informáticos contribuíram para que cerca de metade das perguntas tenha sido enviada fora do tempo das aulas, estendendo, desta forma, o envolvimento dos estudantes na disciplina de química.
- iv) A comparação dos resultados das duas turmas envolvidas no estudo mostrou que os instrumentos de recolha de perguntas, separados das estratégias que as motivem, não contribuem por si só para um número relevante de perguntas enviadas.
- v) As modificações das aulas teórico-práticas (turma 1), passando a ser centradas na resolução de “casos para estudo”, causaram impacto no envolvimento dos estudantes. Alguns dos entrevistados não compreenderam os objectivos da mudança, sentindo alguma dificuldade em acompanhar a nova estratégia.
- vi) As modificações introduzidas nas aulas práticas (turmas 1 e 2), centradas no questionamento e numa maior autonomia dos estudantes, foram responsáveis por um grande número de perguntas (N= 76; 33%) enviadas pela turma 1 e pela turma 2 (N=12; 50%).
- vii) As aulas <Q/Q> proporcionaram aos estudantes da turma 1 uma maior participação nas aulas, sendo também responsável pelo maior número de perguntas enviadas (N=95; 42%).
- viii) Algumas das perguntas enviadas pelos estudantes foram motivadas pelas aulas-conferência e pelas discussões e respostas das aulas suplementares.
- ix) Apesar deste estudo ter decorrido apenas num semestre lectivo, também podemos verificar que a quantidade de perguntas diminuiu, mas a qualidade aumentou ao longo do semestre. Na obtenção deste resultado, utilizámos as mesmas ferramentas de análise que foram usadas no primeiro estudo.
- x) A caixa <Q/Q> (N=171) foi mais utilizada para enviar perguntas que o programa <Q/Q> (N=56). No entanto, a qualidade das perguntas enviadas através do programa <Q/Q> foi um pouco superior (36%) à das enviadas através da caixa <Q/Q> (30%).
- xi) Tal como foi verificado no 1º estudo, neste 2º estudo também identificamos alguns estudantes que, apesar de não enviarem perguntas, leram as perguntas dos colegas e as respostas do professor no programa <Q/Q> (comportamento “lurker”).

- xii) Os estudantes da turma 1 obtiveram classificações mais altas que os da turma 2. As classificações mais elevadas da turma 1 reflectem o reconhecimento do envolvimento activo dos estudantes pelo professor.

Em resumo, o segundo estudo é caracterizado pela maior dinamização de estratégias para o envolvimento dos estudantes na disciplina de química e pelo uso dos instrumentos já utilizados no primeiro estudo, nomeadamente a Caixa <Q/Q> e o Programa <Q/Q>. Embora estes instrumentos de recolha das perguntas tenham sido os mesmos para as duas turmas envolvidas, nem todas as estratégias foram utilizadas em ambas as turmas. Considerando que um dos elementos metodológicos da teoria fundamentada é a comparação, podemos inferir, ao compararmos a evolução das duas turmas, que os instrumentos de estímulo às perguntas sem as estratégias que as suportem, não surtem os efeitos desejados a nível do envolvimento dos estudantes.

A importância das novas estratégias de ensino utilizadas pelo professor da turma 1 pode ser confirmada pelo número de perguntas e pela qualidade das interações dos estudantes em torno das aulas <Q/Q>, das aulas-conferência, das aulas suplementares e das inovações nos trabalhos práticos. Estes refinamentos curriculares e estratégicos foram uma das consequências da reflexão do professor com os investigadores sobre os resultados do estudo anterior (Teixeira-Dias et al., 2005).

O **terceiro estudo** (2002/2003) é caracterizado por um estudo de consolidação e aprofundamento das estratégias utilizadas nos 1º e 2º estudos. Tendo por base metodológica a teoria fundamentada, julgamos ter alcançado a saturação teórica ao obter, com este estudo, resultados semelhantes aos dos estudos anteriores, usando praticamente os mesmos instrumentos e estratégias. Como já foi referido neste 3º estudo, a ênfase de análise e aprofundamento dos dados centrou-se na termodinâmica química, nomeadamente no acompanhamento de um grupo que desenvolveu um mini-projecto sobre termoquímica e nas explicações dos estudantes sobre situações-problema em termoquímica, tentando compará-las com as dificuldades reveladas apenas pelas perguntas.

Considerando o contexto metodológico da comparação oriundo da teoria fundamentada e ponderando a análise dos questionários, das perguntas dos estudantes e a observação das aulas, podemos concluir que:



- i) A maioria dos estudantes se envolveu activamente na disciplina de química e enviou um número relevante de perguntas.
- ii) O aumento do número de perguntas enviadas está sobretudo relacionado com as estratégias desenvolvidas pelo professor da turma 1 e não tanto com os instrumentos utilizados. O aprimoramento e consolidação destas estratégias foram o resultado das experiências, análises e reflexões sobre os estudos anteriores.
- iii) As modificações nas aulas teóricas e teórico-práticas (TP) tiveram como resultados o estímulo da maioria das perguntas enviadas (61%). No entanto, poucos estudantes da turma 1 consideraram que as aulas teórico-práticas os estimularam na formulação de perguntas (31%), apesar de 55% afirmaram que preferiam as aulas TP's com a resolução de problemas em vez da resolução de exercícios (45%). Tal como no estudo anterior, a maioria não compreendeu as verdadeiras razões da mudança nas aulas TP's.
- iv) As modificações das aulas práticas e as aulas <Q/Q>, deram origem a 32% das perguntas enviadas. No entanto, os estudantes afirmaram (63% turma 1 e 74% turma 2) que foi nas aulas práticas que lhes ocorreu o maior número de perguntas, e que o facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo estimulou a sua formulação (74% e 68%). Podemos, pois, inferir que este novo formato de aulas práticas contribuiu para o envolvimento mais activo dos estudantes, estimulando o questionamento.
- v) Tanto a Caixa <Q/Q> (N=75; 46%) como o Programa <Q/Q> (N=78; 44%) foram igualmente usados para enviar as perguntas.
- vi) Os indicadores de qualidade das perguntas revelaram-se úteis para discutir com maior detalhe a evolução da qualidade das perguntas, concordando e complementando os resultados obtidos com a classificação bipolar – perguntas de Confirmação e de Transformação.
- vii) A qualidade das perguntas aumentou do primeiro para o segundo semestre. No entanto, a sua quantidade não diminuiu, tal como aconteceu nos estudos anteriores.
- viii) A percentagem de perguntas de qualidade elevada enviadas pela Caixa <Q/Q> (49%) e pelo Programa <Q/Q> (52%) é semelhante. No entanto, considerando apenas as perguntas do segundo semestre, o Programa <Q/Q> (68%) recolheu uma percentagem um pouco superior à Caixa <Q/Q> (56%).
- ix) Mais de metade dos estudantes que dizem saber formular perguntas e que não tiveram grandes dificuldades em escrevê-las, mostraram-se indecisos quanto à sua preferência em colocar perguntas por escrito, oralmente ou pessoalmente ao

professor. Afirmaram, ainda, que se sentiram à vontade em formular perguntas aos colegas e não tiveram receio dos seus comentários, ou seja, não consideraram que os colegas constituíssem uma barreira para formular perguntas.

- x) Tal como foi verificado nos estudos anteriores, a análise dos acessos ao programa <Q/Q> também pode detectar a presença dos estudantes que acederam ao programa para ler as perguntas dos colegas e as respostas do professor, sem contudo enviarem perguntas pelo programa ou pela caixa (comportamento “lurker”). Este facto, que se repetiu nos 3 estudos, permite-nos considerar que o acesso ao programa <Q/Q> pode ser um importante indicador de envolvimento activo dos estudantes na disciplina.
- xi) Do mesmo modo, as classificações dos estudantes que se envolveram mais activamente com os instrumentos e estratégias foram superiores às daqueles estudantes que não se envolveram. Estas classificações mais elevadas foram interpretadas como mais um indicador de aprendizagem activa, reflectindo o reconhecimento do professor sobre o envolvimento dos estudantes.

Em síntese, muitas das conclusões obtidas com o primeiro e segundo estudos puderam ser confirmadas com o terceiro estudo. Por exemplo, os estudantes envolveram-se activamente nas estratégias de incentivo à formulação de perguntas; os instrumentos para o incentivo ao questionamento são mais eficazes se acompanhados de estratégias que os apoiem; ao longo do ano lectivo as perguntas aumentaram em qualidade. Para além destas conclusões, outras puderam ser tiradas após a análise do desenvolvimento de um dos mini-projectos, como veremos em seguida.

Como referido no capítulo 6, o **mini-projecto** “a termoquímica do estar-em-forma” foi desenvolvido por três estudantes, durante o segundo semestre do terceiro estudo. Este estudo de aprofundamento fundamentou-se na experiência obtida com os mini-projectos do primeiro estudo. Determinamos sete fases de desenvolvimento deste mini-projecto a partir da análise das reuniões e encontros de trabalho do grupo. Como resultado da análise, cada uma destas fases foi caracterizada por diferentes aspectos do desenvolvimento da competência do questionamento, da organização e reflexão do trabalho em grupo. As perguntas formuladas nas diversas fases foram chamadas de “perguntas organizadoras” (Pedrosa de Jesus et al., 2005).

Também analisamos o perfil de envolvimento das estudantes ao longo do mini-projecto, com o objectivo de caracterizar os níveis de envolvimento antes e depois do desenvolvimento do mini-projecto. Uma característica importante deste crescimento é que a diferença nos níveis de envolvimento no final do processo estavam menores, ou seja, todas cresceram em envolvimento activo (ver última parte do capítulo 6). Este facto concorda com Biggs (1999) quando este afirma que o ensino de qualidade é aquele que diminui as diferenças entre estudantes pouco e muito envolvidos, elevando ambos a níveis de aprendizagem mais activa.

Os resultados mostram que as perguntas formuladas durante o desenvolvimento do mini-projecto desempenharam uma importante função na estruturação do trabalho das estudantes, tal como na organização de ideias, na delimitação do projecto, na identificação e reflexão de muitas fontes de informação e na reflexão do projecto como um todo. As perguntas formuladas no âmbito do mini-projecto contribuíram para o envolvimento na disciplina, promovendo uma melhor interacção entre o professor e as estudantes, aumentando a confiança e a segurança em formular perguntas, aumentando a qualidade do ensino e da aprendizagem. Muitos dos resultados apresentados sobre este mini-projecto foram já publicados (Pedrosa de Jesus et al., 2005).

Para além das conclusões mais específicas de cada um dos estudos, analisámos também alguns aspectos transversais a todos eles, nomeadamente as dificuldades de aprendizagem em química, reveladas pelas perguntas dos estudantes, as suas explicações para diferentes situações-problema sobre termoquímica e as perguntas formuladas após a leitura de um texto de interesse científico. Estas análises foram apresentadas nos capítulos 7, 8 e 9. Uma vez mais seguimos a metodologia da teoria fundamenta, efectuando algumas comparações entre as perguntas e as explicações dos estudantes, e entre as perguntas formuladas em contextos diferentes.

### **Perguntas e dificuldade de aprendizagem**

A análise das dificuldades de aprendizagem em química, a partir das perguntas, foi uma importante fonte de informações e de reflexão neste trabalho, considerando um total de 531 perguntas para os três estudos. No início classificámos as perguntas nos diversos conteúdos de Química I e II, e verificámos que existiam perguntas para todos os grandes temas trabalhados nestas disciplinas. Os temas com maior número de perguntas

enviadas foram: ácido base (N=123), electroquímica (N=96) e água e soluções (N=61). O número de perguntas sobre termoquímica foi 47, sendo que a sua maioria foi enviada no terceiro estudo (N=33). As diferenças no número de perguntas relativamente aos temas e respectivos estudos estão ligadas a diversos factores, e foram sensíveis às estratégias utilizadas nas ocasiões em que estes conteúdos foram discutidos nas aulas teóricas, teórico-práticas e práticas. Por exemplo, houve uma maior quantidade de perguntas sobre os conteúdos das aulas práticas quando estas foram modificadas usando um protocolo menos prescritivo, incentivando o questionamento activo dos estudantes.

Uma vez organizadas as perguntas por conteúdos, recorremos a um sistema de categorias que fosse útil para analisar os tipos de dificuldades apresentadas. As três principais categorias foram: Conceitos, Linguagem e Aplicação. As perguntas que apresentavam dificuldade com os conceitos foram classificadas em três subcategorias: Entendimento, Abstracto e Relação. De forma semelhante, na categoria Aplicação classificamos as perguntas que apresentavam dificuldades na aplicação: nos Cálculos, no Quotidiano e nas Práticas Laboratoriais.

As dificuldades com os Conceitos estão presentes, em média, em mais de 55% das perguntas nos três estudos. As dificuldades com a Aplicação dos conteúdos estão, em média, em 47% e com a Linguagem em apenas 4% das perguntas nos três estudos. Mesmo considerando que algumas perguntas revelaram mais de uma dificuldade, e foram portanto classificadas em mais de uma subcategoria, a dificuldade com o Entendimento dos conceitos foi a que apresentou o maior número (N=191), seguida pela Aplicação dos conteúdos ao Quotidiano (N=163) e das Práticas laboratoriais (N=94). Embora a dificuldade com a abstracção dos conceitos (N=61) e com as relações entre conceitos (N=55) estejam presentes num número relevante de perguntas, é sem dúvida no entendimento e na aplicação dos conceitos que os estudantes apresentam dificuldades mais frequentes.

Naturalmente, as conclusões que acabamos de discutir são para o *corpus* de perguntas recolhidas ao longo de três estudos e em diferentes conteúdos das disciplinas de Química I e II. No entanto, se levarmos em conta as especificidades dos conteúdos, verificamos que esta frequência é variável. Por exemplo, as perguntas sobre Arquitectura Molecular apresentaram 49% de dificuldade com a abstracção dos conceitos deste conteúdo. Já em Electroquímica, 49% das perguntas revelaram dificuldades com a

Aplicação ao Quotidiano dos assuntos apresentados no contexto académico, ou seja, o tipo de dificuldades apresentadas através das perguntas está também relacionado com os conteúdos em que estas perguntas se inserem. O exemplo que se segue ilustra este ponto: “Por que é que as baterias dos telemóveis com o passar do tempo ficam viciadas?” Outra evidencia, advém da análise das perguntas em termoquímica. Encontramos nas relações entre conceitos (23%) e na aplicação dos conteúdos ao quotidiano (23%) as principais fontes de dificuldade ligado ao conceito de Entalpia. A maioria das perguntas está relacionada, de alguma forma, com os conceitos de calor e de temperatura. Contudo, nenhuma delas parece revelar claramente concepções prévias, nem dificuldades com os conceitos em si, embora não tenha sido nossa pretensão neste estudo identificar as concepções alternativas. Mostram, sim, erros e dificuldades sobretudo na relação destes conceitos com outros e na sua aplicação ao quotidiano.

Em resumo, a análise das perguntas dos estudantes é uma ferramenta valiosa para revelar muitas das dificuldades e erros mais frequentes no contexto das disciplinas de Química I e II. Sendo o incentivo às perguntas feito num contexto naturalista, as dificuldades reveladas estavam relacionadas com este contexto, ou seja, com as estratégias utilizadas nas aulas e com os diversos conteúdos ao longo do ano lectivo. As perguntas revelaram sobretudo dificuldades na compreensão dos conceitos ao nível da abstracção e das suas relações, e na aplicação dos conteúdos ao quotidiano e nas aulas práticas. O processo de formulação de perguntas contribuiu para que os alunos procurassem estabelecer relações entre conceitos o que de outro modo poderia não ter ocorrido. Na busca de estabelecer estas relações, mostraram as suas dificuldades na compreensão dos conceitos e nas relações entre os conceitos.

### **Explicações sobre termoquímica**

Analisámos as dificuldades que os estudantes apresentaram ao tentar explicar algumas situações-problema. A importância desta actividade prendeu-se com o facto de podermos avaliar sob novas perspectivas as potencialidades das perguntas dos estudantes em comparação com as suas explicações frente a determinados problemas.

Para análise das explicações utilizámos três categorias de explicações: as esperadas, as incompletas e as incorrectas. As explicações esperadas foram fundamentadas nas explicações apropriadas (cientificamente correctas), mas que presumiam que os estudantes usassem nas suas explicações apenas os conceitos básicos e essenciais.

Depois identificámos as dificuldades que as explicações incorrectas evidenciavam através de seis categorias.

No global, as explicações esperadas foram em média 30%, as explicações incompletas em torno de 20% e as incorrectas 40%. Estes valores variaram com as turmas, o tempo (1º ou 2º questionário) e as situações-problema. Tomando por base o princípio da comparação, oriundo da teoria fundamentada, comparámos as explicações de duas turmas diferentes e comparamos também as explicações do primeiro com as do segundo questionários. Finalmente, comparámos as explicações com as perguntas dos estudantes.

A comparação das explicações dadas às várias situações-problema entre a turma 1 e a turma 2, mostrou que ambas apresentaram percentagens de explicações esperadas semelhantes, sendo que a turma 1 apresentou, em algumas situações-problema, melhor desempenho que a turma 2. No entanto, quando analisamos os tipos de dificuldades através das explicações incorrectas, a turma 2 apresenta maior diversidade de dificuldades que a turma 1.

Ao analisarmos a evolução das explicações, do início ao fim do ano lectivo, concluímos que ambas as turmas aumentaram as percentagens de explicações esperadas e diminuíram o número de explicações incompletas e incorrectas. No entanto, continuaram presentes a diversidade de dificuldades nas segundas situações-problema, análogas às primeiras do início do ano lectivo.

Uma importante parte da nossa análise consistiu em comparar as dificuldades reveladas pelas explicações e pelas perguntas dos estudantes. Os resultados mostram que muitas das dificuldades identificadas na literatura, para o ensino secundário, persistem no primeiro ano do ensino universitário, nomeadamente nos conceitos de calor e temperatura. No entanto, para compreendermos possíveis dificuldades noutros âmbitos da termoquímica, foi necessário elaborar outras situações-problema. Tal sucedeu, por exemplo, com os conceitos de transferência de energia, os processos endotérmicos e exotérmicos.

Apesar de compararmos apenas 33 perguntas sobre termoquímica, a nossa análise mostra que estas perguntas têm *diversidade* e *qualidade* tão relevantes quanto as

centenas de explicações para as situações-problema referidas. As dificuldades conceptuais dos estudantes, identificadas através das explicações que eles forneceram, ficam aquém das que foi possível reconhecer através das perguntas espontâneas, sendo este processo considerado mais “natural” do que a apresentação de explicações para problemas seleccionados pelo professor. Tanto as perguntas, como as explicações, são complementares e revelam dificuldades de “natureza” diferente. No entanto, as perguntas podem ser usadas de forma mais ampla, ligadas ao contexto do dia a dia das aulas.

Também comparámos estas explicações com as perguntas formuladas no contexto da leitura de um texto sobre termoquímica. Esta comparação mostra que as explicações são de maior qualidade que as perguntas formuladas neste contexto. Este facto reforça a ideia que os contextos das perguntas interferem na *qualidade* e na *diversidade* dos conteúdos questionados. Em relação à “diversidade” verificamos, no capítulo 9, que estas perguntas estão estreitamente ligadas aos conteúdos do texto fornecido. No entanto, têm um grande potencial no auxílio da interpretação de textos, na identificação dos núcleos de sentido e no incentivo a uma leitura reflexiva e voltada para uma aprendizagem activa.

Estes resultados permite concluir que o incentivo às perguntas dos estudantes num contexto naturalista e sua posterior análise é uma estratégia essencial para percebermos as dificuldades dos estudantes, revelando uma diversidade de conteúdos muito superior à revelada pelas explicações para os problemas pré-seleccionados.

### **Perguntas a partir da leitura de um texto**

A análise das perguntas formuladas a partir da leitura de um texto foi outra parte importante de nosso trabalho, porque permitiu comparar as perguntas formuladas em mais este contexto, testar a viabilidade deste tipo de estratégia para a promoção do questionamento activo, e ainda testar outras ferramentas de análise para as perguntas formuladas no contexto da leitura de um texto de ciências.

Foi utilizado o mesmo texto no primeiro e segundo estudos, estando ligado ao conceito de solução-tampão e sua aplicação ao sistema tamponado que constitui o sangue humano. No terceiro estudo, utilizámos um texto adequado com a ênfase e aprofundamento que colocamos na termoquímica. Nos três estudos, utilizámos sempre duas turmas para poder comparar os resultados entre turmas mais e menos envolvidas no projecto Questões em Química. No primeiro estudo (2000/2001) comparámos a turma

1 (turma piloto) com a turma 2, ambas com o mesmo professor mas com diferentes envolvimentos com os instrumentos e as estratégias criadas. No segundo (2001/2002) e terceiro (2002/2003) estudos, tanto a turma 1 quanto a turma 2 tinham os mesmos instrumentos, mas professores e estratégias diferentes. Continuámos a distinguir as turmas 1 e 2, embora os três estudos sejam constituídos por estudantes diferentes.

Devido à natureza e contexto das perguntas formuladas a partir da leitura de um texto, utilizámos uma análise diferente da que aplicámos às perguntas formuladas noutros contextos. Aplicámos o modelo PREG (Otero & Graesser, 2001), não para fazer previsões como o modelo propõe, mas para fundamentar a análise das perguntas. Baseámo-nos no modelo para analisar a estrutura do texto e classificar as perguntas dos estudantes nos três níveis apresentados pelos autores como “regras de produção” de perguntas: i) ao nível das palavras/conceitos, ii) ao nível dos enunciados e iii) ao nível das ligações.

Antes de utilizarmos estes níveis de perguntas, procurámos saber se os estudantes compreenderam a tarefa proposta, formulando perguntas para além das informações contidas no texto. Concluímos que os estudantes dos três estudos compreenderam a tarefa, e praticamente não formularam perguntas cujas respostas já se encontravam no próprio texto. Ou seja, todos os estudantes formularam, em média, duas perguntas ligadas ao texto, cujas respostas não estavam contidas no texto lido.

No primeiro e segundo estudos, os estudantes de ambas as turmas formularam perguntas predominantemente sobre os conceitos de solução-tampão e fluidos intravenosos. No entanto, as perguntas formuladas pela turma 1, nos dois estudos, foram de maior qualidade que as perguntas da turma 2. A qualidade foi analisada através dos três níveis de perguntas do modelo PREG, considerando que as perguntas ao “nível das ligações” entre os diversos conceitos do texto são de maior nível cognitivo que as perguntas ao “nível das palavras/conceitos” do texto. A diferença na qualidade das perguntas das duas turmas foi também observada através da classificação bipolar – confirmação, transformação.

Nos três estudos, as perguntas de confirmação (~80%) estão sempre em maior percentagem que as perguntas de transformação (~20%). Este facto, indica que as perguntas formuladas a partir da leitura de um texto são, em geral, de baixo nível



cognitivo porque questionam apenas ao nível das palavras e dos enunciados do texto. Por exemplo, poucos estudantes questionam a relação (ligação) entre duas partes do texto com o objectivo de compreender um terceiro aspecto.

No terceiro estudo, ambas as turmas formularam a maioria das perguntas ao “nível dos enunciados”. Dos três enunciados com maior número de perguntas, dois eram sobre a aplicação dos conceitos ao nível do nosso metabolismo orgânico e um terceiro sobre a relação do gasto energético nas actividades físicas e mentais: *“Queimamos 1g de glicose em aproximadamente 1 minuto ao pedalar numa bicicleta, ou em cada 2 minutos quanto estamos a estudar química”*. Algumas das perguntas ligadas a este enunciado foram consideradas de nível cognitivo elevado – perguntas de transformação. A turma 1 apresentou 74% de perguntas ao nível dos enunciados e a turma 2 apresentou 78%. No entanto, as perguntas de transformação apareceram em maior percentagem na turma 1 (16%) do que na turma 2 (6%).

Uma parte importante dos nossos resultados mostra a relação das perguntas com a estrutura do texto. Ou seja, os tipos de perguntas variam com o conteúdo e/ou com a disposição destes conteúdos na sequência do texto dado aos estudantes. Otero & Graesser (2001) tratam esta relação em termos das discrepâncias entre a representação do texto e o domínio do conhecimento do leitor sobre o assunto do texto. Por exemplo, no terceiro estudo podemos perceber que os estudantes de ambas as turmas formularam mais perguntas sobre a primeira parte do texto (aspectos estruturais) do que sobre a segunda parte, que chamamos de “aspectos energéticos”. Ou seja, as perguntas das duas turmas estão direccionadas para os mesmos focos de interesse no texto. Esta unanimidade no “foco” de interesse, ou núcleos de sentido do texto, estavam também presentes no primeiro e no segundo estudos.

As perguntas formuladas em função dos enunciados e palavras específicas do texto, dão a entender que estes “focos” de questionamento foram as partes do texto mais interessantes e/ou desconhecidas. Ou seja, os estudantes parecem estar mais motivados a perguntar sobre as partes do texto onde a informação parece mais relacionada com os aspectos “curiosos”, por isso os enunciados mais interessantes são alvo de perguntas frequentes. Por exemplo, o facto da celulose não ser digerida pelo ser humano, foi alvo de uma quantidade apreciável de perguntas.

Em resumo, as perguntas formuladas a partir de um texto estão fortemente ligadas à estrutura do texto e, considerando que os estudantes formularam perguntas sobre o mesmo texto, estes são neste aspecto igualmente influenciados. Isto não implica que, mesmo abordando os mesmos conceitos, eventos e enunciados do texto, uma turma não formule perguntas de maior nível cognitivo do que a outra turma que formulou nos mesmos centros de interesses para os estudantes. Este facto fica mais evidente quando uma turma estabelece ligações entre os conceitos, eventos e enunciados e a outra turma não.

Também comparámos as perguntas formuladas no contexto da leitura de um texto com as perguntas formuladas no contexto das aulas <Q/Q>, por serem estes os contextos que mais se aproximavam. Comparámos apenas as perguntas da turma 1 formuladas no segundo e no terceiro estudos, porque foi nestes estudos que ocorreram as aulas <Q/Q>. No quadro a seguir apresentamos as principais diferenças das perguntas formuladas nestes contextos.

<i>Aulas &lt;Q/Q&gt;</i>	<i>Texto</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menos de metade dos estudantes enviaram perguntas para as aulas &lt;Q/Q&gt;</li> <li>• Poucos estudantes leram o texto indicado</li> <li>• Para muitas das perguntas as respostas encontravam-se no texto</li> <li>• Menos perguntas mas de maior qualidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A maior parte dos que responderam aos questionários, formularam uma média de 2 perguntas por estudante</li> <li>• A maioria leu o texto</li> <li>• A maioria das perguntas não tinha as respostas no texto lido</li> <li>• Mais perguntas mas de menor qualidade</li> </ul>

As perguntas formuladas no contexto das aulas <Q/Q> mostraram poucas ligações com o texto do livro indicado. Mesmo assim, representaram factores de interacção entre o professor e os estudantes, o que não aconteceu com as perguntas formuladas a partir da leitura de um texto. Estes factos reforçam, mais uma vez, a ideia já discutida que as perguntas formuladas num contexto naturalista apresentam vantagens para o ensino e a aprendizagem relativamente aos contextos destituídos de estratégias de interacção.

De acordo com a Teoria Fundamentada discutiremos, a seguir, alguns indicadores de um ambiente de aprendizagem activa, fundamentados na análise dos dados que até aqui apresentamos.

## 10.2 – Indicadores de um ambiente de aprendizagem activa

Muitas investigações têm como objectivo estudar a eficiência de novas estratégias para o ensino e a aprendizagem. Para isso, procuram isolar e controlar as variáveis, delimitar a área de estudo, focando apenas uma ou duas estratégias. Assim, podemos encontrar, por exemplo, publicações que investigam a resolução de problema no contexto do trabalho cooperativo, ou mesmo aspectos mais específicos das dificuldades no desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas. Não é comum encontrar investigações que envolvam um grande conjunto de instrumentos e estratégias em contexto naturalista, pois há um maior risco de se tornarem inexecutável e/ou sem profundidade, podendo ainda tornar-se difícil o estabelecimento de um fio condutor para toda a investigação.

Nesta investigação, foi utilizada uma grande diversidade de instrumentos e estratégias, cujo fio condutor foram as perguntas dos estudantes nos vários contextos do projecto <Q/Q>. Uma das consequências directas do uso dos vários instrumentos e estratégias foi o maior envolvimento dos estudantes nas suas próprias aprendizagens. Na tentativa de estabelecer a relação entre as características da aprendizagem activa e os instrumentos e estratégias utilizados para estimular as perguntas dos estudantes, podemos sintetizar:

- Incentivo às **perguntas escritas** nas aulas teóricas, teórico-práticas e práticas, e fora do ambiente universitário através dos computadores.
- **Resolução de problemas** através dos “casos para estudo” nas aulas teórico-práticas.
- **Trabalho em grupo** nos mini-projectos, promovendo a aprendizagem cooperativa/colaborativa.
- Possibilidade de **participação dos estudantes** no planeamento das aulas através das Aulas <Q/Q> (aulas teóricas apoiadas nas perguntas dos estudantes).
- **Comunicação** oral para a apresentação dos mini-projectos, onde as perguntas foram usadas para apoiar e organizar a apresentação.
- **Aulas práticas** sem protocolos prescritivos, resultando num maior questionamento sobre os conteúdos das práticas laboratoriais.
- **Demonstrações e simulações** com recurso às tecnologias nas aulas teóricas e aulas conferência.
- Oportunidade do professor **analisar as dificuldades** dos estudantes através das suas perguntas.

- **Acesso ao programa <Q/Q>** para ler as perguntas dos colegas e as respostas do professor.
- **Maior autonomia dos estudantes**, através do incentivo à procura das respostas às suas próprias perguntas.
- Aulas suplementares e reuniões <Q/Q> para **apoio no desenvolvimento** dos mini-projectos e nas dúvidas e questionamentos da disciplina.

Qual a mais valia de instrumentos e estratégias de natureza tão diferente? Como podemos saber se os estudantes se envolveram activamente na sua própria aprendizagem? O processo de análise que consideramos consistente passou por levarmos em conta um conjunto diversificado de sinais de envolvimento na aprendizagem. Desta forma, não avaliamos exclusivamente os resultados de uma única fonte de dados, mas buscamos indicadores tais como, a participação, o questionamento, trabalhos em grupo e acesso ao programa <Q/Q>, para termos uma caracterização a mais ampla possível. No âmbito desta investigação, tornou-se fundamental a triangulação de todos os dados para que houvesse uma caracterização deste ambiente de aprendizagem activa onde as perguntas foram o elo de ligação no meio da diversidade.

Jones et al. (1995) desenvolveram um conjunto de indicadores para descrever o envolvimento dos estudantes no processo de ensino e de aprendizagem. Estes indicadores e suas definições, serviram de mote inicial para a construção de um conjunto de indicadores de um ambiente de aprendizagem activa no contexto desta investigação. No Quadro 10.1 apresentamos um conjunto destes indicadores e seus respectivos significados.

**Quadro 10.1** Indicadores de um ambiente de aprendizagem activa (Adaptado de Jones et al., 1995)

<b>Indicadores</b>	<b>Contextualização do indicador</b>
<b>Visão da Aprendizagem</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsabilidade</li> <li>• Motivação</li> <li>• Colaborativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A participação no projecto &lt;Q/Q&gt; foi voluntária, coube ao próprio estudante decidir do seu envolvimento, ou não no projecto.</li> <li>• O estudante não depende de uma recompensa nem de outros para estar motivado na sua própria aprendizagem.</li> <li>• O estudante envolveu-se em trabalhos de grupos (Mini-projectos, resolução de problemas).</li> <li>• O professor interage com os estudantes através de diversos meios: nas aulas, nas reuniões &lt;Q/Q&gt; e através do computador</li> </ul>
<b>Visão de Ensino</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interacção</li> <li>• Produção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O professor incentiva a construção da aprendizagem através da “produção” individual e colectiva (formulação de perguntas, leitura do livro, produção de painéis, etc.).</li> <li>• As perguntas formuladas pelo estudante são autênticas (genuínas). Estão ligadas com os assuntos discutidos nas aulas, são perguntas que expressam dificuldades comuns a vários estudantes, etc.).</li> </ul>
<b>Tarefas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perguntas autênticas</li> <li>• Perguntas regulares</li> <li>• Perguntas de qualidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O estudante formula perguntas com regularidade durante o ano lectivo.</li> <li>• Este indicador analisa o nível cognitivo das perguntas.</li> <li>• Existe um contexto de interacção colaborativa e cooperativa na aprendizagem, através de resolução dos problemas e desenvolvimento de mini-projectos.</li> </ul>
<b>Contexto de Aprendizagem</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaborativa</li> <li>• Coerência</li> <li>• Confiança</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe coerência de estratégias nas aulas teóricas e práticas. Interacção dos professores das aulas práticas e teóricas para o desenvolvimento desta coerência.</li> <li>• Existe um ambiente de confiança entre o professor e o estudante. Os estudantes não têm receio de enviar as suas perguntas ao professor.</li> <li>• Tem em conta a classificação do estudante nos testes de cada semestre.</li> </ul>
<b>Avaliação</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desempenho nos testes</li> <li>• Avaliação positiva</li> <li>• Avaliação continuada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A avaliação positiva é um reconhecimento do professor aos estudantes que se envolveram activamente na disciplina.</li> <li>• Avaliação continuada nas aulas práticas.</li> <li>• Envolve-se em negociações com os estudantes. Estimula e acompanha as discussões e projectos.</li> </ul>
<b>Papel do Professor</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitador</li> <li>• Orientador</li> <li>• Investigador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuda os estudantes a construir os seus próprios conhecimentos, sem dar respostas prontas. Orienta a pesquisa do estudante indicando caminhos.</li> <li>• O professor desempenha, também, o papel de investigador. Experimenta estratégias, e corre o risco de explorar novos instrumentos.</li> <li>• O estudante envolve-se com as oportunidades de explorar novas ideias, instrumentos e estratégias.</li> </ul>
<b>Papel do Estudante</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explorador</li> <li>• Observador activo</li> <li>• Professor</li> <li>• Produção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O estudante observa activamente as perguntas de outros estudantes e as respectivas respostas do professor (comportamento “Lurker”).</li> <li>• O estudante é encorajado a discutir com os colegas num contexto formal e informal.</li> <li>• Os estudantes desenvolvem produtos “reais” que são usados por si e pelos colegas (perguntas, resolução de problemas, apresentação de painéis etc.).</li> </ul>

A partir dos dados analisados, dos resultados obtidos e dos indicadores construídos com base nos dados desta investigação, propomos a construção de um modelo que caracterize e propicie um ambiente de aprendizagem activa. Consequentemente, este modelo terá que ter indicadores ligados ao estímulo das perguntas dos estudantes. Um ambiente de aprendizagem activa deve ser um ambiente de questionamento activo, apoiado na diversificação de instrumentos e estratégias para a promoção de competências e capacidades. Na Figura 10.1, apresentamos um esquema geral, onde se considera as perguntas a desempenhar um papel central e transversal a todas outras estratégias, instrumentos ou características de um ambiente de aprendizagem activa.

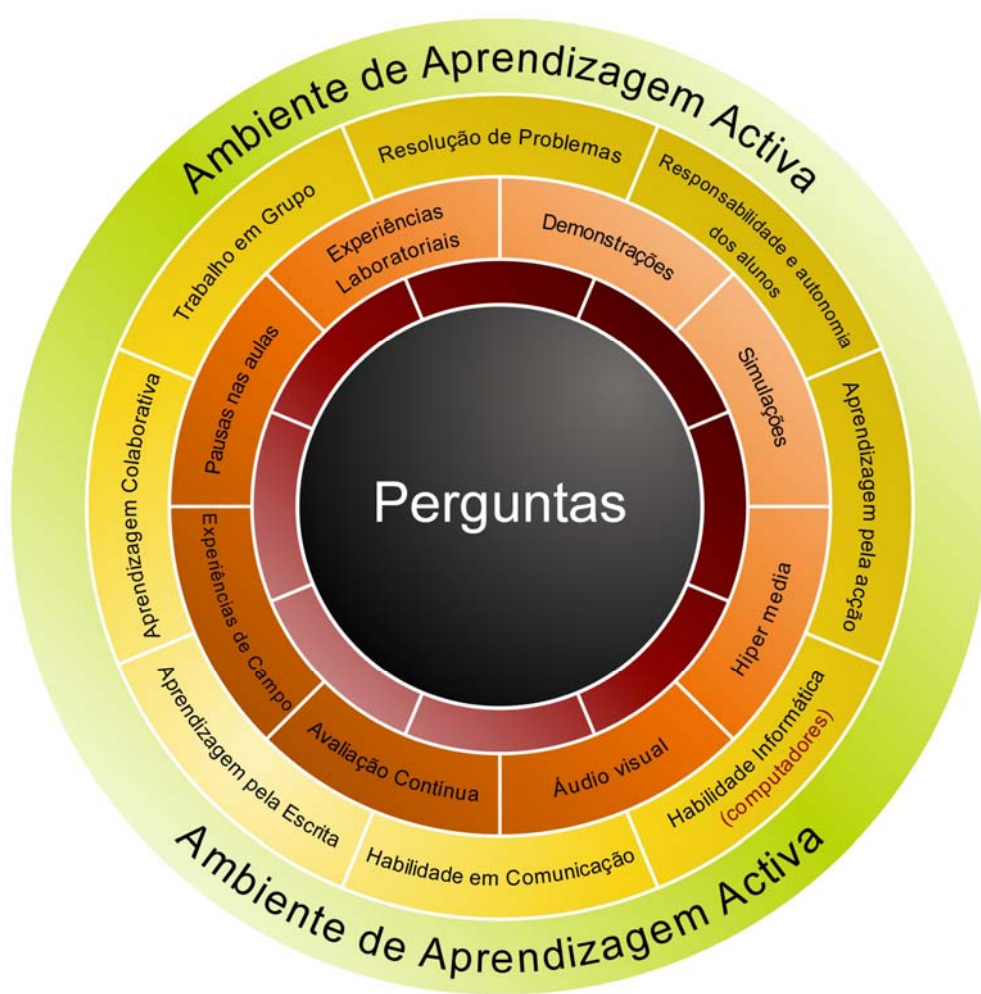


Figura 10.1 Ambiente de aprendizagem activa

Naturalmente, alguns destes itens para um ambiente de aprendizagem activa são de maior relevância que outros. No entanto, mesmo a mais simples estratégia tem a sua importância quando apoiada por outras e contextualizada no incentivo ao questionamento

dos alunos. A diversificação de estratégias contribui para um ambiente de aprendizagem mais rico e pode atender melhor aos diversos estilos de aprendizagem que possam existir num determinado grupo de alunos<sup>47</sup>. A importância da diversificação de oportunidades para formular perguntas contribui também para o desenvolvimento da capacidade de questionar e de resolver problemas nos mais variados contextos.

Quanto a diversidade de estratégias e à centralidade das perguntas, a nossa investigação mostrou que o estímulo às perguntas dos estudantes teve uma função de integração e de coerência. Ou seja, o estímulo às perguntas esteve presente no trabalho em grupo, nas experiências laboratoriais e na resolução de problemas, bem como em todas as outras estratégias, instrumentos ou competência que motivamos. Na Figura 10.1, queremos representar não somente a importância das perguntas para cada estratégia em si, mas a sua transversalidade a todas elas. Por exemplo, a aprendizagem pela escrita esteve sempre presente no acto do estudantes formularem as suas perguntas espontaneamente por escrito, na organização e apresentação dos mini-projectos ou quando foram solicitados a escreverem as suas perguntas após a leitura de um texto.

Em resumo, os pilares mais importante que emergem desta discussão são a:

- Diversificação de oportunidade para formular perguntas
- Centralidade das perguntas
- Transversalidade das perguntas

Admitindo que formular perguntas é diferentes de formular questões, podemos considerar que o acto de formular perguntas é uma condição inicial para se chegar à capacidade de maior nível cognitivo que é o questionamento. Consideramos que a diversificação de oportunidades para formular perguntas, onde cada estratégia tem as perguntas como elemento central, servindo de fio condutor que liga todas as outras estratégias coerentemente, pode criar um ambiente de aprendizagem activa.

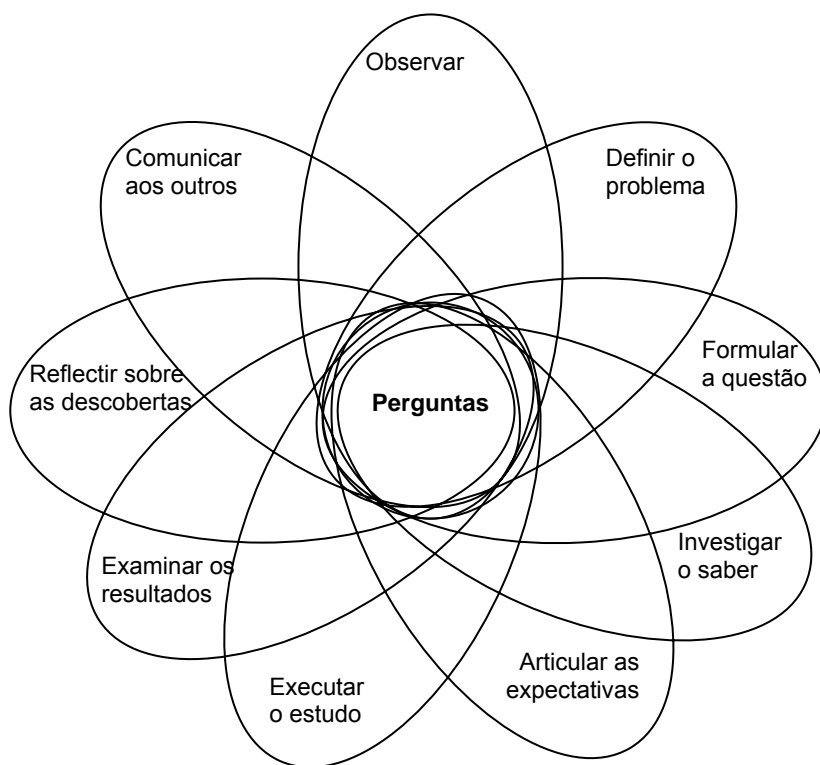
A centralidade das perguntas também pode ser constatada em diversas publicações (Chin & Chia, 2004b; Hofstein et al., 2005; Marbach-Ad & Sokolove, 2000a). Por exemplo, Hofstein et al. (2005) trabalham as perguntas dos estudantes no contexto das práticas

---

<sup>47</sup> Pedrosa de Jesus e colaboradores (Pedrosa de Jesus, Almeida, & Watts, 2003; Pedrosa de Jesus, Almeida, & Watts, 2004b) procuram estabelecer as possíveis relações entre os estilos de aprendizagem e o questionamento dos alunos.

laboratoriais de química e Chin & Chia (2004b) no contexto da aprendizagem por resolução de problemas. No entanto, poucos discutem as perguntas num contexto mais diversificado. Outros autores destacam ainda a importância do questionamento como estratégia de ensino/aprendizagem e para o desenvolvimento do pensamento crítico (Browne & Keeley, 2001; Paul & Elder, 2001; Vieira & Vieira, 2003, 2005).

Harwood (2004a; 2004b) propõe um modelo para a investigação e o questionamento científico, onde as perguntas desempenham um papel central. Neste modelo, a formulação de perguntas é apresentada como a primeira e actividade central porque, segundo o autor, formular perguntas gerais e divergentes é a característica central de qualquer investigação científica. Na Figura 10.2 apresentamos o modelo proposto por Harwood, que adverte que este modelo de actividades não é um conjunto de passos que define o que é uma “boa ciência”, mas a sucessão de dez actividades que devem ser realizadas (frequentemente mais de uma vez) para o desenvolvimento e condução da investigação.



**Figura 10.2** Modelo para a investigação e questionamento (Adaptado de Harwood, 2004b)



Observando este modelo e outras investigações no âmbito do questionamento, podemos perceber que o estudo da formulação de perguntas e do desenvolvimento da capacidade de questionar tem profundas contribuições para o ensino e a aprendizagem. Questionar é uma capacidade que deve estar presente na resolução de problemas, no trabalho em grupo, nas práticas laboratoriais, no ensino por pesquisa e em quaisquer outras actividades ou nível escolar.

### **10.3 – Implicações para o ensino e a aprendizagem**

As implicações da nossa investigação para o ensino e a aprendizagem em educação em ciência, especialmente para o nível universitário, apontam para a necessidade de mudanças nas práticas de ensino e de aprendizagem ao dar prioridade à reflexão e ao questionamento.

Como já tivemos oportunidade de discutir, as perspectivas de ensino, a filosofia e a epistemologia têm evoluído para um discurso mais aberto, centrado no aluno, na construção activa dos conhecimentos, e no desenvolvimento de capacidades e competências num ambiente de ensino e aprendizagem activos. Esta investigação reforça esta tendência ao apontar para um ambiente de ensino e de aprendizagem centrado no incentivo às perguntas dos estudantes.

Segundo Brockbank & McGill (1998) as recentes pretensões para a aprendizagem nas universidades não podem ser separadas do debate sobre o propósito das universidades. A universidade, bem como todo o ensino superior deve estar envolvida na transformação dos seus participantes. O processo de transformação do ensino e da aprendizagem deve ser um processo activo, que envolva estudantes e professores na compreensão dos conteúdos e numa maior interacção.

Para alcançar estes objectivos a universidade de hoje tem grandes desafios adicionais, nomeadamente, i) aumento no número de estudantes, ii) maior diversidade de estudantes, iii) mudanças e desenvolvimento curriculares e as iv) mudanças nos paradigmas de ensino e de aprendizagem (Light & Cox, 2001). No caso específico de Portugal, há que considerar que o sistema de ensino superior passou de cerca de 30.000 estudantes nos anos 60, para cerca de 400.000 em 2001, o que representa um grande crescimento, quando comparado a outros países europeus e também uma maior

diversidade da população de estudantes (OCES, 2004; Teixeira-Dias et al., 2005). Para Biggs (1999), os estudantes não são somente muitos nas universidades modernas, mas bastante diversos em termos das habilidades, motivações e bases culturais. Neste sentido, a nossa investigação é um exemplo fundamentado de que é possível transformar e inovar, mesmo em contextos universitários com grande número e diversidade de estudantes.

As mudanças dos paradigmas de ensino e de aprendizagem constituem um desafio porque envolvem transformações conceptuais sobre como ensinar e aprender, como utilizar o conhecimento e o currículo para desenvolver e incentivar a independência dos estudantes, no sentido de desenvolverem a capacidade de descobrirem e reconstruírem o conhecimento (e suas vidas) por si mesmos (Light & Cox, 2001).

O processo de transformação do ensino superior requer que os estudantes sejam envolvidos no processo de avaliação, que lhes seja garantido um padrão mínimo de condições de trabalho, lhes seja dado grande controlo sobre as suas próprias aprendizagens, condições para que desenvolvam o pensamento crítico e a competência de continuar a aprender (Brockbank & McGill, 1998).

O processo de transformação no ensino de química no primeiro ano das ciências e engenharias na Universidade de Aveiro, foi um processo gradual com ajustamentos ao longo dos três anos em que desenvolvemos o projecto. As inovações no ensino contemplaram ajustamentos mais finos e outros de natureza mais amplas. As pequenas mudanças nas práticas, protocolos e ênfase nos conteúdos fizeram parte dos ajustamentos mais finos. Por exemplo, uma condição inicial para o sucesso desta investigação foi assegurar que os estudantes se sentissem livres para formular perguntas ao professor, o que levou a que aqueles fossem encorajados durante todo o tempo das aulas. Uma atmosfera de confiança em torno do aluno, pode fornecer o estímulo para o desenvolvimento adequado. Transformações mais amplas, tais como, as aulas <Q/Q>, as aulas conferência e os mini-projectos, foram formas mais aprofundadas de estimular o questionamento e a aprendizagem activa no contexto universitário (Teixeira-Dias et al., 2005).

Chalmers & Fuller (1996) consideram que um estudante, no final da sua experiência universitária deveria ter desenvolvido as seguintes competências:

“Pensamento crítico, raciocínio lógico, habilidade bem desenvolvida para resolver problemas, boa relação interpessoal e ser capaz de trabalhar como membro num grupo, organização, motivação e habilidade para continuar o desenvolvimento intelectual, criatividade e empreendimento” (p.4)

Algumas das capacidades que salientamos na nossa investigação foram as seguintes: aptidão de comunicação, trabalho em grupo, questionamento, resolução de problemas, uso das novas tecnologias e a aptidão para continuar a aprender novos conhecimentos e práticas. Estas capacidades pressupõem uma aprendizagem muito mais activa, em oposição à tradicional passividade existente no processo centrado no professor. Por isso, consideramos que o presente estudo contribuiu para a reconceptualização e racionalização do ambiente de ensino e de aprendizagem na universidade. Transformar este ambiente formal num ambiente de maior questionamento e interacção entre os professores e os estudantes e entre os próprios estudantes, é uma das condições básicas para a melhoria da qualidade do ensino superior.

Outra implicação deste trabalho envolve a valorização do acto de perguntar para o desenvolvimento cognitivo e reflexivo dos estudantes e a importância das perguntas dos estudantes para a reflexão dos professores. O incentivo às perguntas pode valorizar, num contexto académico naturalista, as dificuldades de aprendizagem, os conceitos prévios e o nível de desenvolvimento de cada estudante. A valorização das perguntas dos estudantes pode ser uma ferramenta para os professores na inovação e estabelecimento de um ambiente de aprendizagem activa.

#### **10.4 – Limitações do estudo**

Como qualquer outro estudo desta natureza, esta investigação encerra limitações que podem ser consequências de vários factores, por exemplo, da necessidade de maior controlo das variáveis ou da impossibilidade de execução de maneira coerente com as questões de investigações formuladas.

Uma das limitações deste trabalho relaciona-se com a generalização dos resultados, das conclusões e do modelo que propomos. A generalização dos resultados implica que o estudo possa ser aplicado a outros sujeitos, condições e contextos. No caso desta investigação, temos um conjunto de estratégias e inovações desenvolvida por apenas um

professor. Conquanto tenhamos envolvido outros professores, foi no professor coordenador das disciplinas de Química I e II do primeiro ano da Universidade de Aveiro onde concentrámos todos os esforços de observação e de análise. Embora esta tenha sido uma opção metodológica, reconhecemos as limitações em termos de generalização que pode advir destas escolhas.

Apesar dos esforços realizados e de considerar que chegámos à saturação teórica após três estudos em três anos lectivos diferentes, apoiado no princípio da comparação dos vários momentos e contextos da investigação, temos outra limitação de natureza metodológica que advém da própria teoria fundamentada, pelo facto de não podermos definir com objectividade o ponto em que se tenha alcançado a saturação teórica.

### 10.5 – Sugestões para futuras investigações

Levando em consideração a experiência adquirida no desenvolvimento desta investigação, dos seus resultados e conclusões, iremos discutir algumas sugestões para futuras investigações que podem ser analisadas através da convergência de três factores:

- i) perguntas,
- ii) instrumentos e estratégias,
- iii) ensino e aprendizagem.

Um aspecto mais teórico, relaciona-se com a investigação de modelos de formulação de perguntas em variados contextos do ensino presencial, semi-presencial e à distância, e com os aspectos teóricos relacionados com as perguntas dos professores e/ou dos alunos. Outras investigações relacionadas com aspectos mais teóricas do questionamento poderiam:

- Determinar as possíveis relações que possam existir entre o acto de perguntar e a elaboração de explicações.
- Analisar o papel das perguntas dos professores como fonte de estímulo para as perguntas dos alunos.
- Testar formas diferentes de categorização das perguntas, que não apenas ligadas aos níveis cognitivos de Bloom et al. (1956).
- Compreender as barreiras cognitivas para o acto de formulação de pergunta.

- Estudar a utilidade das perguntas de baixo nível cognitivo e a sua relação com as perguntas de alto nível cognitivo.
- Discutir a relação entre as perguntas orais e as perguntas escritas e os seus efeitos na aprendizagem.

No âmbito do desenvolvimento de instrumentos e estratégias para ensino, poderá ser investigado o modo como as perguntas orais podem ser usadas de forma mais eficiente num contexto que associe a estratégia de discussão. Em relação aos instrumentos e estratégias é possível ainda:

- Investigar que outros instrumentos e estratégias podem ser usadas para que haja maior interacção entre os estudantes através do questionamento.
- Determinar como as novas tecnologias da comunicação e informação podem ser usadas para estimular o questionamento reflexivo de estudantes e professores.
- Testar novas estratégias para estimular o questionamento em turmas com grande número de estudantes.
- Investigar quais as melhores estratégias para estimular a formulação de perguntas em grupo no contexto de trabalho colaborativo.

Obviamente, todas as sugestões que acabámos de elaborar têm consequências no ensino e na aprendizagem, seja do ponto de vista mais prático ou teórico. No entanto, podemos ainda sugerir outros objectivos:

- Determinar qual o papel que as perguntas dos estudantes podem desempenhar na avaliação das suas aprendizagens.
- Investigar o papel das perguntas dos professores e dos estudantes no contexto do ensino por pesquisa.
- Comparar as consequências na aprendizagem de um ensino voltado para o estímulo à elaboração de explicações, em relação a um ensino voltado para a formulação de perguntas.
- Investigar as consequências das perguntas dos alunos na definição dos currículos e dos manuais escolares.

Todos estes objectivos podem ser transformados em diversas perguntas de investigação para âmbitos mais específicos do ensino das ciências, levando em consideração as particularidades da didáctica da química, da física ou da biologia. A transversalidade do estudo das perguntas revela-se, assim, como área fértil de investigação e de importantes

contribuições para a educação, haja em vista que questionar é uma das mais fundamentais actividades do intelecto humano.

## BIBLIOGRAFIA





- Alcock, J. (1972). Students' Questions and Teacher's Questions. *English in Education*, 6(3), 21-35.
- Allender, J. S. (1970). Some Determinants of Inquiry Activity in Elementary School Children. *Journal of Educational Psychology*, 61(3), 220-225.
- Allison, A. W., & Shrigley, R. L. (1986). Teaching children to ask operational questions in science. *Science Education*, 70(1), 73-80.
- Alves-Mazzotti, A., & Gewandsznajder, F. (1998). *O Método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa*. São Paulo: Editora Pioneira.
- Alvesson, M. (2003). Methodology for close up studies - struggling with closeness and closure. *Higher Education*, 46, 167-193.
- Anaya, G. (1999). College Impact on Student Learning: Comparing the Use of Self-Reported Gains, Standardized Test Scores, and College Grades. *Research in Higher Education*, 40(5), 499-526.
- Aschner, M. J. M. (1961). Asking Questions to Trigger Thinking. *NEA: National Education Association Journal*, 50, 44-46.
- Asokanathan, S. F. (1997). Active Learning Methods for Teaching Dynamics - Development and Implementation. *Frontiers in Education Conference*, 1349-1353.
- Austin, F. M. (1963). *The Art of Questioning in the Classroom*. London: University of London Press.
- Austin, J. D. (1980). When to Allow Student Questions on Homework. *Journal of Research in Mathematics Education*, January, 71-75.
- Avila, A., & Aguilar, A. (1999, November). *Integrating Active and Cooperative Learning Strategies in a Digital Systems Design Course*. Paper presented at the 29th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, San Juan, Puerto Rico.
- Azemi, A. (1997). Developing An Active Learning Environment With Courseware Approach (N. 5-8, Trans.). In *27th Annual Frontiers in Education Conference* (pp. 1179-1184).
- Bailey, P. D. (2002a). Chemical education: theory and practice. *University Chemistry Education*, 6(2), 39-55.
- Bailey, P. D. (2002b). Chemical Education: Theory and Practice. *University Chemistry Education*, 6(2), 39-57.
- Baraka, M., & Rafaeli, S. (2004). On-line question-posing and peer-assessment as means for web-based knowledge sharing in learning. *International Journal Human-Computer Studies*, 61, 84-103.
- Barnett, R. (1995). *Improving Higher Education: Total Quality Care*. Buckingham: Open University Press.
- Barros, J. A., Remold, J., Silva, G. S. F., & Tagliati, J. R. (2004). Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 26(1), 63-69.
- Beard, C., & Wilson, J. P. (2002). *The power of experiential learning*. London: Kogan Page Limited.
- Beare, R., & Hewitson, J. (1996). Asking and answering all sorts of scientific questions using spreadsheets. *School Science Review*, 77(281), 43-53.
- Beers, S. E. (1986). Questioning and Peer Collaboration as Techniques for Thinking and Writing About Personality. *Teaching of Psychology*, 13(2), 75-77.
- Belanich, J., Wisher, R. A., & Orvis, K. L. (2003). *Web-Based Collaborative Learning: An Assessment of a Question Generation Approach*. Alexandria, USA: United States Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.
- Bentley, D., & Watts, D. M. (1989). *Learning & teaching in school science: Practical alternatives*. Milton Keynes: Open University Press.
- Besson, U. (2003). The distinction between heat and work: an approach based on classical mechanical model. *European Journal Physics*, 24, 245-252.

- Betoret, F. D., & Tomás, A. D. (2003). Evaluation of the University Teaching/Learning Process for the Improvement of Quality in Higher Education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 28(2), 166-178.
- Bhagavan, V. N. (2002). *Medical Biochemistry* (Second ed.). San Diego: Academic Press.
- Biggs, J. (1999). *Teaching for quality learning at university*. Philadelphia: Open University Press.
- Bisquerra, R. (1996). *Metodos de Investigacion Educativa. Guia Practica* (2º ed.). Barcelona: Ediciones CEAC.
- Blanchette, J. (2001). Questions in the Online Learning Environment. *Journal of Distance Education*, 16(2), 1-20.
- Blank, S. S., & Covington, M. (1965). Inducing Children to Ask Questions In Solving Problems. *The Journal of Educational Research*, 59(1), 21-27.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The classification of educational goals, Handbook I: Cognitive Domain*. New York: David McKay.
- Bodner, G. M., & Domin, D. S. (2000). Mental Models: The Role of Representations in Problem Solving in Chemistry. *University Chemistry Education*, 4(1), 24-30.
- Bodner, G. M., & Herron, J. D. (2002). Problem-solving in Chemistry. In J. K. Gilbert (Ed.), *Chemical Education: Toward Research-based Practice* (pp. 235-266). London: Kluwer Academic Publishers.
- Bonwell, C. C. (1996). Enhancing the Lecture: Revitalizing a Traditional Format. *New Directions for Teaching and Learning*, 67, 31-44.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. Washington, D.C: The George Washington University, School of Education and Human Development.
- Boo, H. K., & Watson, J. R. (2001). Progression in High School Students' (Aged 16--18) Conceptualizations about Chemical Reactions in Solution. *Science Education*, 85, 568-585.
- Boroni, C. M., Goosey, F. W., Grinder, M. T., & Ross, R. J. (2001). Engaging Students with Active Learning Resources: Hypertextbooks for the Web. *ACM SIGCSE Bulletin archive*, 33(1), 65-69.
- Bowman Jr., R. F. (1985). Students Know the Answers, But What Are the Questions? *College Teaching*, 33(1), 33-35.
- Breuer, S. W. (2002). Does Chemistry Have a Future? *University Chemistry Education*, 6(1), 13-16.
- Brockbank, A., & McGill, I. (1998). *Facilitating Reflective Learning in Higher Education*. Philadelphia: Open University Press.
- Brown, G. A., & Edmondson, R. (1985). Asking Questions. In E. C. Wragg (Ed.), *Classroom Teaching Skills* (pp. 97-120). London & Sydney: Croom Helm.
- Browne, M. N., & Keeley, S. M. (2001). *Asking the Right Questions: A Guide to Critical Thinking* (6th ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Brualdi, A. C. (1998). Classroom Questions. *ERIC/AE Digest n° ED422407*.
- Bruner, J. (1990). *Actos de significado*. Lisboa: Edições 70.
- Bruner, J. (1996). *Cultura da educação*. Lisboa: Edições 70.
- Bruner, J. (1999). *Para uma Teoria da Educação*. Lisboa: Relógio D'Água Editores.
- Bunce, D. M. (2004). Science Education Research: Beyond Classic Treatment vs. Control Research Designs. In S. A. Glazar & D. Krnel (Eds.), *7th European Conference on Research in Chemical Education* (pp. 51-59). Ljubljana, Slovenia: University of Ljubljana.
- Buncick, M. C., Betts, P. G., & Horgan, D. D. (2001). Using demonstrations as a contextual road map: enhancing course continuity and promoting active engagement in introductory college physics. *International Journal of Science Education*, 23(12), 1237-1255.

- Buseri, J. C. (1987). The influence of culture on pupils' questioning habits in Nigerian secondary schools. *International Journal of Science Education*, 9(5), 579-584.
- Byerley, A. R. (2001, Outubro). *Using Multimedia and "Active Learning" Techniques to "Energize" an Introductory Engineering Thermodynamics Class*. Paper presented at the 31st Annual Frontiers in Education Conference, Reno.
- Byers, W. (2001). Using questions to promote active learning in lectures. *University Chemistry Education*, 5(1), 24-30.
- Cacha, F. B. (1981). Managing Questions for Student Participation. *The Clearing House*, 54(3), 263-264.
- Cachapuz, A., Gil-Perez, D., Carvalho, A. M. P., Praia, J., & Vilches, A. (2005). *A Necessária Renovação do Ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez Editora.
- Cachapuz, A., & Martins, I. P. (1987). High School Students' Ideas about Chemical Reactions. In *International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics* (Vol. III pp. 60-68). Cornell University, Ithaca, NY.
- Cachapuz, A., Praia, J., Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., & Martínez-Terrades, F. (2001). A Emergência da Didáctica das Ciências como Campo Específico de Conhecimento. *Revista Portuguesa de Educação*, 14(1), 155-195.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Carlsen, W. S. (1991). Questioning in Classrooms: a Sociolinguistic Perspective. *Review of Educational Research*, 61(2), 157-178.
- Carner, R. L. (1963). Levels of Questioning. *Education*, 83, 546-550.
- Carr, D. (1998). The Art of Asking Questions in the Teaching of Science. *School Science Review*, 79(289), 47-50.
- Carson, E. M., & Watson, J. R. (2002). Undergraduate students' understandings of entropy and Gibbs free energy. *University Chemistry Education*, 6(1), 4-12.
- Carvalho, A. M. P. (2004). Building up explanations in physics teaching. *International Journal of Science Education*, 26(2), 225-237.
- Cashman, E. M., & Eschenbach, E. A. (2003, November). *Active Learning With Web Technology - Just in Time!* Paper presented at the 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Boulder, CO.
- Cassidy, D. J., & DeLoache, J. S. (1995). The Effect of Questioning on Young Children's Memory for an Event. *Cognitive Development*, 10, 109-130.
- Cave, M., Hanney, S., Henkel, M., & Kogan, M. (1997). *The Use of Performance Indicators in Higher Education: The Challenge of the Quality Movement*. London: Jessica Kingsley Publishers.
- Chalmers, D., & Fuller, R. (1996). *Teaching for Learning at University Theory and Practice* (First ed.). London: Kogan Page Limited.
- Chang, C., & Weng, Y. (2002). An exploratory study on students' problem-solving ability in earth science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 441-451.
- Chapman, B. S. (2001). Emphasizing concepts and reasoning skills in introductory college molecular cell biology. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1157-1176.
- Charmaz, K. (2000). Grounded Theory: Objectivist and Constructivist Methods. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (pp. 509-535). London: Sage Publications.
- Chewprecha, T., Gardner, M., & Sapianchai, N. (1980). Comparison of training methods in modifying questioning and wait time behaviors of Thai high school Chemistry teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 17(3), 191-200.
- Chickering, A. W., & Gamson, Z. (1987). Seven principles for good practice in undergraduate education. *AAHE Bulletin*, 39(7), 3-7.
- Chin, C. (2004a). Questioning Students in ways that encourage thinking. *Teaching Science*, 50(4), 16-21.

- Chin, C. (2004b). Students' questions: fostering a culture of inquisitiveness in science classrooms. *School Science Review*, 86(314), 107-112.
- Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in Science: A Comparison of Deep and Surface Approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 109-138.
- Chin, C., Brown, D. E., & Bruce, B. C. (2002). Student-generated questions: a meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 521-549.
- Chin, C., & Chia, L.-G. (2004a). Problem-Based Learning: Using Students' Questions to Drive Knowledge Construction. *Science Education*, 88(5), 707-727.
- Chin, C., & Chia, L.-G. (2004b). Problem-Based Learning: Using Students' Questions to Drive Knowledge Construction. *Science Education*, 88, 707-727.
- Chin, C., & Chia, L. (2004c). Problem-based learning: Using Students' Questions to Drive Knowledge Construction. *Science Education*, 88(5), 707-727.
- Chin, C., & Kayalvizhi, G. (2002). Posing Problems for Open Investigations: what questions do pupils ask? *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 269-287.
- Clark, D., & Jorde, D. (2004). Helping Students Revise Disruptive Experientially Supported Ideas about Thermodynamics: Computer Visualizations and Tactile Models. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(1), 1-23.
- Cohen, E. G. (1994). *Designing Groupwork. Strategies for the heterogeneous classroom* (Second ed.). New York: Teachers College Press.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2003). *Research Methods in Education* (5th ed.). London and New York: RoutledgeFalmer.
- Cole, P. G., & Chan, L. K. S. (1994). *Teaching Principles and Practice*. London: Prentice Hall.
- Coll, R. K., & Taylor, T. G. N. (2001). Using Constructivism to Inform Tertiary Chemistry Pedagogy. *Chemistry Education: Research and Practice*, 2(3), 215-226.
- Cordes, D., & Parrish, A. (2002, Novembro). *Active Learning in Computer Science: Impacting Student Behavior*. Paper presented at the 32nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Boston, MA.
- Corey, S. M. (1940). The Teachers Out-Talk the Pupils. *The School Review*, 48(9), 745-752.
- Cornbleth, C. (1975). Student Questioning Strategies. *Social Studies Journal*, 4(3), 39-41.
- Costa, C., Caldeira, H., Gallástegui, J. R., & Otero, J. (2000a). An analysis of question asking on scientific texts explaining natural phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 602-614.
- Costa, J., Caldeira, H., Gallástegui, J. R., & Otero, J. (2000b). An analysis of question asking on scientific texts explaining natural phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 602-614.
- Cox, A. J., Belloni, M., Dancy, M., & Christian, W. (2003). Teaching thermodynamics with Physlets® in introductory physics. *Physics Education*, 38(5), 433-440.
- Craig, S. D., Gholson, B., Ventura, M., & Graesser, A. C. (2000). Overhearing Dialogues and Monologues in Virtual Tutoring Sessions: Effects on Questioning and Vicarious Learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 11, 242-253.
- Crump, C. (1970). Teachers, Questions and Cognition. *Educational Leadership*, 12(5), 657-660.
- Culyba, R. J., Heimer, C. A., & Petty, J. C. (2004). The Ethnographic Turn: Fact, Fashion, or Fiction? *Qualitative Sociology*, 27(4), 365-389.
- Dahlgren, M. A., & Öberg, G. (2001a). Questioning to learn and learning to question: Structure and function of problem-based learning scenarios in environmental science education. *Higher Education*, 41, 263-282.

- Dahlgren, M. A., & Öberg, G. (2001b). Questioning to learn and learning to question: Structure and function of problem-based learning scenarios in environmental science education. *Higher Education*, 41(263-282).
- Davenport, N. A. M. (2003). Questions, Answers and Wait-time: implications for assessment of young children. *International Journal of Early Years Education*, 11(3), 245-253.
- Davey, B., & McBride, S. (1986). Effects of Question-Generation Training on Reading Comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 78(4), 256-262.
- Davis, E. A. (1932). The Form and Function of Children's Questions. *Child Development*, 3, 57-74.
- Davis, O. L., Jr., & Tinsley, D. C. (1967). Cognitive Objectives Revealed by Classroom Questions Asked by Social Studies Student Teachers. *Peabody Journal of Education*, 45(1), 21-26.
- De Jong, O. (2000). Crossing the Borders: Chemical Education Research and Teaching Practice. *University Chemistry Education*, 4(1), 31-34.
- Denzin, N. K. (1998). The New Ethnography. *Journal of Contemporary Ethnography*, 27(3), 405-415.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2000). *Handbook of Qualitative Research* (Second ed.). London: SAGE Publications.
- DeTure, L. R. (1979). Relative effects of modeling on the acquisition of wait-time by preservice elementary teachers and concomitant changes in dialogue patterns. *Journal of Research in Science Teaching*, 16(6), 553-562.
- Devi, N. R. (2001, October). *Active and Co-operative Learning Among B.E. Students*. Paper presented at the 31st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Reno, NV.
- Dewey, J. (1985). *Democracy And Education*. Carbondale: Southern Illinois University Press.
- Dewey, J. (2002). *A escola e a sociedade. A criança e o currículo* (P. Faria, J. M. Alvarez & I. Sá, Trans.). Lisboa: Relógio D'Água Editores.
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? In P. Dillenbourg (Ed.), *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches* (pp. 1-19). Oxford: Elsevier.
- Dillon, J. T. (1978). Using Questions to Depress Student Thought. *School Review*, 87, 50-63.
- Dillon, J. T. (1979). Alternatives to Questioning. *The High School Journal*, 62, 217-222.
- Dillon, J. T. (1981a). Categories of Literature on Questioning in Various Enterprises: An Introduction and Bibliography. *Language Sciences*, 3(2), 337-358.
- Dillon, J. T. (1981b). Duration of Response to Teacher Questions and Statements. *Contemporary Educational Psychology*, 6(1), 1-11.
- Dillon, J. T. (1981c). To question and not to question during discussion: 1. Questioning and discussion. *Journal of Teacher Education*, 32(5), 51-55.
- Dillon, J. T. (1981d). To question and not to question during discussion: 2. Non-questioning techniques. *Journal of Teacher Education*, 32(6), 15-20.
- Dillon, J. T. (1982a). The Effect of Questions in Education and other Enterprises. *Journal of Curriculum Studies*, 14(2), 127-152.
- Dillon, J. T. (1982b). The Multidisciplinary Study of Questioning. *Journal of Educational Psychology*, 74(2), 147-165.
- Dillon, J. T. (1986). Student questions and individual learning. *Educational Theory*, 36(4), 333-341.
- Dillon, J. T. (1988a). *Questioning and Discussion: a multidisciplinary study*. Norwood: Ablex Publishing Corporation.
- Dillon, J. T. (1988b). *Questioning and Teaching: A Manual of Practice*. Berkenham: Croom Helm Ltd.

- Dillon, J. T. (1988c). The Remedial Status of Student Questioning. *Journal of Curriculum Studies*, 20(3), 197-210.
- Dillon, J. T. (1994). *Using Discussion in Classrooms*. Buckingham: Open University Press.
- Dillon, J. T. (2003). The Use of Questions in Organizational Consulting. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 39(4), 438-452
- DiSessa, A. A. (2004). Principles for Computer-based Instruction in Physics. In E. F. Redish & M. Vicentini (Eds.), *International School of Physics "Eurico Fermi" Course CLVI: Research on Physics Education*. Bologna: Società Italiana di Fisica.
- Dodge, B. (1995). *Some Thoughts About WebQuests*. Retrieved 20 April, 2005, from [http://edweb.sdsu.edu/courses/edtec596/about\\_webquests.html](http://edweb.sdsu.edu/courses/edtec596/about_webquests.html)
- Dori, Y. J., & Hameiri, M. (2003). Multidimensional Analysis System for Quantitative Chemistry Problems: Symbol, Macro, Micro, and Process Aspects. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(3), 278-302.
- Dori, Y. J., & Herscovitz, O. (1999). Question-posing capability as an alternative evaluation method: Analysis of an environmental case study. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(4), 411-430.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: research into children's ideas*. London: Routledge.
- Durham, M. E. (1997). Secondary Science Teachers' Responses to Student Questions. *Journal of Science Teacher Education*, 8(4), 257-267.
- Einstein, A., & Infeld, L. (1988). *A Evolução da Física* (G. Rebuá, Trans. 4ª ed.). Rio de Janeiro: Editora Guanabara.
- Elder, L., & Paul, R. (2004a). *The Critical Mind is A Questioning Mind. Learning How to Ask Powerful, Probing Questions*. Retrieved 22, April, from <http://www.criticalthinking.org/University/questioningmind.htm>
- Elder, L., & Paul, R. (2004b). *Three Categories of Questions: Crucial Distinctions*. Retrieved 21, April, 2004, from <http://www.criticalthinking.org/University/3catquest.html>
- Erduran, S. (2001). Philosophy of Chemistry: An Emerging Field with Implications for Chemistry Education. *Science & Education*, 10, 581-593.
- Erduran, S., & Scerri, E. (2002). The nature of chemical knowledge and chemical education. In J. K. Gilbert (Ed.), *Chemical education: Towards Research-based Practice* (pp. 7-27). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Erickson, G. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, 63(2), 221-230.
- Erickson, G. (1980). Children's viewpoints of heat: a second look. *Science Education*, 64(3), 323-336.
- Esquivel, J. M., Lashier, W. S., & Smith, W. S. (1978). Effect of Feedback on Questioning of Preservice Teachers in SCIS Microteaching. *Science Education*, 62(2), 209-214.
- Etkina, E. (2000). Weekly Reports: A Two-Way Feedback Tool. *Science Education*, 84(5), 594-605.
- Fagan, E. R., Hassler, D. M., & Szabo, M. (1981). Evaluation of questioning strategies in language arts instruction. *Research in the Teaching of English*, 15(3), 267-273.
- Fahey, G. L. (1942). The Questioning Activity of Children. *The Journal of Genetic Psychology*, 60, 337-357.
- Felder, R. M. (1996). Active-Inductive-Cooperative Learning: An Instructional Model for Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 73(9), 832-836.
- Felder, R. M., & Brent, R. (2001). Effective strategies for cooperative learning. *Journal Cooperation & Collaboration in College Teaching*, 10(2), 69-72.

- Fink, L. D. (1999). *A Model of Active Learning*. Retrieved 14 Março, 2005, from <http://www.ou.edu/idp/tips/ideas/model.html>
- Fiolhais, C., & Trindade, J. (2003). Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(3), 259-272.
- Fisher, R. (1995). *Teaching children to learn* (First ed.). London: Stanley Thornes Ltd.
- Flammer, A. (1981). Towards a Theory of Question Asking. *Psychological Research*, 43, 407-420.
- Flammer, A., & Grob, A. (1984). Asking How to Act. *Archives de Psychologie*, 52, 103-120.
- Flammer, A., Kaiser, H., & Mueller-Bouquet, P. (1981). Predicting what questions people ask. *Psychological Research*, 43, 421-429.
- Footo, C. J. (1998). Student-Generated Higher Order Questioning as a Study Strategy. *The Journal of Educational Research*, 92(2), 107-113.
- Fraenkel, J. R. (1966). Ask the Right Questions! *The Clearing House*, March, 199-202.
- Furió, C., & Furió, C. (2000). Dificultades Conceptuales y Epistemológicas en el Aprendizaje de los Procesos Químicos. *Educación Química*, 11(3), 300-308.
- Gaarder, J. (1999). *O Mundo de Sofia* (J. Azenha, Trans.). São Paulo: Cia. das Letras.
- Gabel, D. L., & Bunce, D. M. (1994). Research on Problem Solving: Chemistry. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning: A Project of the National Science Teachers Association* (pp. 301-326). New York: Macmillan Publishing Company.
- Gall, M. D. (1970). The use of questions in teaching. *Review of Educational Research*, 40(5), 707-721.
- Gall, M. D. (1984). Synthesis of research on teachers' questioning. *Educational Leadership*, 42, 40-47.
- Gall, M. D., Ward, B. A., Berliner, D. C., Cahen, L. S., Winne, P. H., Elashoff, J. D., et al. (1978). Effects of questioning techniques and recitation on student learning. *American Educational Research Journal*, 15(2), 175-199.
- Gall, S. N. (1995). Children's Instrumental Help-Seeking: Its Role in the Social Acquisition and Construction of Knowledge. In R. Lazarowitz & N. Miller (Eds.), *Interaction in Cooperative groups* (pp. 49-69). Cambridge: Cambridge University Press.
- Geraldi, J. W. (2000). *Portos de passagem*. São Paulo: Martins Fontes.
- Gibbs, G. (1992). *Improving the quality of student learning*. Worcester: Technical and Education Services LTD.
- Gilbert, J. K., Boulter, C., & Rutherford, M. (1998a). Model in explanations, Part 1: Houses for courses? *International Journal of Science Education*, 20(1), 83-97.
- Gilbert, J. K., Boulter, C., & Rutherford, M. (1998b). Model in explanations, Part 2: whose voice? whose ears? *International Journal of Science Education*, 20(2), 187-203.
- Gilbert, J. K., De Jong, O., Justi, R., Treagust, D. F., & Van Driel, J. H. (2002). *Chemical Education: Towards research-based practice* (First ed. Vol. 17). London: Kluwer Academic Publishers.
- Gilbert, J. K., Justi, R., Van Driel, J. H., De Jong, O., & Treagust, D. F. (2002). Research and Development for the Future os Chemical Education. In J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust & J. H. Van Driel (Eds.), *Chemical Education: Towards research-based practice* (First ed., Vol. 17 pp. 391-408). London: Kluwer Academic Publishers.
- Gilbert, J. K., Justi, R., Van Driel, J. H., De Jong, O., & Treagust, D. F. (2004). Securing a Future for Chemical Education. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(1), 5-14.
- Gilbert, J. K., Taber, K. S., & Watts, D. M. (2001). Quality, level, and acceptability, of explanation in chemical education. In A. F. Cachapuz (Ed.), *6th European*

- Conference on Research in Chemical Education* (CD-Rom). Universidade de Aveiro, Portugal.
- Gillette, D. H. (1996). Using Electronic Tools to Promote Active Learning. *New Directions for Teaching and Learning*, 67, 59-70.
- Glaser, B. G. (1992). *Basic os grounded theory analysis: emergence vs. forcing*. Mill Valley: CA: Sociology Press.
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for qualitative research*. New York: Aldine Publishing Company.
- Glover, J. A., & Zimmer, J. W. (1982). Procedures to Influence Levels of Questions Asked by Students. *The Journal of General Psychology*, 107, 267-276.
- Goetz, J. P., & LeCompte, M. D. (1984). *Ethnography and Qualitative Design in Educational Research* (First ed.). New York: Academic Press.
- Goh, K. (2004, June). "What do you think?" *The Art and Science of Questioning in the PBL Classroom*. Paper presented at the The PBL 2004 International Conference, Cancun, Mexico.
- Good, T. L., & Brophy, J. E. (1978). *Looking in Classrooms* (2nd ed.). London: Harper and Row.
- Good, T. L., & Brophy, J. E. (2000). *Looking in Classrooms* (8th ed.). New York: Addison-Wesley Educational Publishers.
- Good, T. L., Slavings, R. L., Harel, K. H., & Emerson, H. (1987). Student passivity: A study of question asking in K-12 classrooms. *Sociology of Education*, 60, 181-199.
- Goodlad, S. (1995). *The quest for quality: Sixteen forms of heresy in higher education* (First ed.). Buckingham: Open University Press.
- Grabinger, R. S., & Dunlap, J. C. (1996). Rich environments for active learning: A definition. *Association for Learning Tecnology Journal*, 3(2), 5-34.
- Grabinger, S. (1998). REALs for ALT-C. *Active Learning*, 9, 57-60.
- Graesser, A. C., & Black, J. B. (1985). *The psychology of questions*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Graesser, A. C., & Brent, A. O. (2003). How does one know whether a person understands a device? The quality of the questions the person asks when the device breacks down. *Journal of Educational Psychology*, 95(3), 524-536.
- Graesser, A. C., Land, K., & Horgan, D. (1988). A taxonomy for question generation. *Questioning Exchange*, 2(1), 3-15.
- Graesser, A. C., & McMahan, C. L. (1993). Anomalous Information Triggers Questions When Adults Solve Quantitative Problems and Comprehend Stories. *Journal of Educational Psychology*, 85(1), 136-151.
- Graesser, A. C., & Olde, B. A. (2003). How Does One Know Whether a Person Understands a Device? The Quality of the Questions the Person Asks When the Device Breaks Down. *Journal of Educational Psychology*, 95(3), 524-536.
- Graesser, A. C., & Person, N. K. (1994). Question Asking During Tutoring. *American Educational Research Journal*, 31, 104-137.
- Gray, D. E. (2004). *Doing research in the real world* (First ed.). London: Sage Publications.
- Greenbowe, T. J., & Meltzer, D. E. (2003). Student learning of Thermochemical concepts in the context of solution calorimetry. *International Journal of Science Education*, 25(7), 779-800.
- Grow-Maienza, J., Hahn, D., & Joo, C. (2001). Mathematics Instruction in Korean Primary Schools: Structures, Processes, and a Linguistic Analysis of Questioning. *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 363-376.
- Guba, E. G. (1985). The Context of Emergent Paradigm Research. In Y. S. Lincoln (Ed.), *Organizational Theory and Inquiry. The Paradigm Revolution*. (pp. 79-104). London: SAGE Publications.
- Guba, E. G. (1990). *The Paradigm Dialog* (First ed.). London: SAGE Publication.



- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1981). *Effective Evaluation: Improving the Usefulness of Evaluation Results Through Responsive and Naturalistic Approaches* (First ed.). San Francisco: Jossey-Bass Inc. Publishers.
- Guthrie, J. M. (1991). Proportional Reasoning in the Solution of Problems in High School Chemistry and Its Impact on Developing Critical Thinking Skills. *ERIC\_NO: ED351183*.
- Hakkarainen, K. (2003). Emergence of Progressive-Inquiry Culture in Computer-Supported Collaborative Learning. *Learning Environments Research*, 6, 199-220.
- Hall, R. H. (2005). *Teaching, Educational Psychology, and Active Learning*. Retrieved July, 2005, from [http://medialab.umn.edu/rhall/educational\\_psychology/2001/v11a/active\\_new.html](http://medialab.umn.edu/rhall/educational_psychology/2001/v11a/active_new.html)
- Haller, C. R., Gallagher, V. J., Weldon, T. L., & Felder, R. M. (2000). Dynamics of peer education in cooperative Learning workgroups. *Journal Engineering Education*, 89(3), 285-293.
- Hand, B., Prain, V., Lawrence, C., & Yore, L. D. (1999). A writing in science framework designed to enhance science literacy. *International Journal of Science Education*, 21(10), 1021-1035.
- Hargie, O. D. W. (1978). The Importance of Teacher Questions in the Classroom. *Educational Research*, 20(2), 99-102.
- Hargreaves, D. H. (1984). Teachers' Questions: Open, Closed and Half-Open. *Educational Research*, 26(1), 46-51.
- Harper, K. A., Lin, Y., & Etkina, E. (2003). Encouraging and Analyzing Student Questions in a Large Physics Course: Meaningful Patterns for Instructors. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), 776-791.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). Learning about atoms, molecules and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science Education*, 84, 352-381.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2001). Conceptual change using multiple interpretative perspectives: Two case studies in secondary school chemistry. *Instructional Science*, 29(0), 45-85.
- Harrison, B. (1992). *Active Teaching and Learning Approaches in Science*. London: Collins Educational.
- Harrison, R. D. (1985). *Nuffield Advanced Science Book of Data*. Londres: Longman.
- Hartford, F., & Good, R. (1982). Training Chemistry Students to Ask Research Questions. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(7), 559-570.
- Harwood, W. S. (2004a). An Activity Model for Scientific Inquiry. *The Science Teacher*, 71(1), 1-3.
- Harwood, W. S. (2004b). A New Model for Inquiry. *Journal of College Science Teaching*, 33(7), 1-5.
- Hayes, J. R. (1981). *The Complete Problem Solver*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hein, T. L. (1999). Using writing to confront student misconceptions in physics. *European Journal Physics*, 20, 137-141.
- Herron, J. D. (1996). *The Chemistry Classroom. Formulas for successful teaching*. Washington, DC.: American Chemical Society.
- Hewitt, J. (2005). Instructional Technologies, Technocentrism and Science Education. In S. Alsop, B. Larry & E. Pedretti (Eds.), *Analysing Exemplary Science Teaching* (pp. 160-170). Berkshire: Open University Press.
- Hmelo, C., & Day, R. (1999). Contextualized questioning to scaffold learning from simulations. *Computers & Education*, 32(2), 151-164.
- Hmelo, C., & Day, R. (1999). Contextualized questioning to scaffold learning from simulations. *Computers & Education*, 32, 151-164.

- Hobson, E. H. (1996). Encouraging Self-Assessment: Writing as Active Learning. *New Directions for Teaching and Learning*, 67, 45-58.
- Hodson, D. (1992). In Search of a Meaningful Relationship: An Exploration of Some Issues Relating to Integration in Science and Science Education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 541-566.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Hoetker, J., & Ahlbrand Jr., W. P. (1969). The Persistence of the Recitation. *American Educational Research Journal*, 6(2), 145-167.
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing Students Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 791-806.
- Hollingworth, R. (2001). The Role of Computers in Teaching Chemistry Problem Solving. *Chemical Education Journal*, 5(2), 5-25.
- Horvath, I., Wiersma, M., Duhovnik, J., & Stroud, I. (2004). Navigated active learning in an international academic virtual enterprise. *European Journal of Engineering Education*, 29(4), 505-519.
- Houston, V. M. (1938). Improving the Quality of Classroom Questions and Questioning. *Educational Administration and Supervision*, 24, 17-28.
- Huenecke, D. (1973). Promoting student questions. *Elementary English*, 50(4), 647-650, 656.
- Hunkins, F. P. (1966). Using Questions to Foster Pupils Thinking. *Education*, 87, 83-87.
- Hunkins, F. P. (1968). The influence of Analysis and Evaluation Questions on Achievement in Sixth Grade Social Studies. *Educational Leadership*, 25, 326-332.
- Hunkins, F. P. (1974). *Questioning Strategies and Techniques* (Third ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Hunkins, F. P. (1976). *Involving students in questioning*. Boston: Allyn and Bacon.
- Hunkins, F. P. (1985). Helping Students Ask Their Own Questions. *Social Education*, 49(4), 293-296.
- Huppert, J., Lomask, S. M., & Lazarowitz, R. (2002). Computer simulations in the high school: students' cognitive stages, science process skills and academic achievement in microbiology. *International Journal of Science Education*, 24(8), 803-821.
- Hutchinson, J. S. (2000). Teaching Introductory Chemistry using Concept Development Case Studies: Interactive and Inductive Learning. *University Chemistry Education*, 4(1), 3-9.
- Hyman, R. T. (1979). *Strategic Questioning*. London: Prentice-Hall International.
- Hyman, R. T. (1980). Fielding Student Questions. *Theory Into Practice*, 19(1), 38-44.
- Jackson, R. (1992). Why Study Chemistry? In M. Atlay, S. Bennett, S. Dutch, R. Levinson, P. Taylor & D. West (Eds.), *Open Chemistry* (pp. 37-44). London: Hodder & Stoughton, The Open University.
- Janssen, T. (2002). Instruction in self-questioning as a literary reading strategy: an exploration of empirical research. *Educational Studies in Language and Literature*, 2, 95-120.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1987). *Learning together and alone. Cooperative, competitive and individualistic learning* (Second ed.). New Jersey: Prentice-Hall International.
- Johnson, I. D., Crawford, K., & Fletcher, P. R. (1998). Student difficulties in learning quantum mechanics. *International Journal of Science Education*, 20(4), 427-446.
- Johnson, N. (1995a). *Active Questioning: Questioning Still Makes the Difference*. Marion: Pieces of Learning.
- Johnson, N. L. (1995b). *Active Questioning: Questioning Still Makes the Difference*. Marion, USA: Pieces of Learning.

- Johnson, S. D. (1997). Learning Technological Concepts and Developing Intellectual Skills. *International Journal of Technology and Design Education*, 7, 161-180.
- Johnston, K. (1990). Students' Responses to an Active Learning Approach to Teaching the Particulate Theory of Matter. In P. L. Lijnse, P. Licht, W. De Vos & A. J. Waarlo (Eds.), *Relating Macroscopic Phenomena to Microscopic Particles: A Central Problem in Secondary Science Education* (pp. 247-265). Utrecht: CD-b Press.
- Jones, B. F., Valdez, G., Nowakowski, J., & Rasmussen, C. (1995). *Plugging in: Choosing and using educational technology*. Washington, DC: Council for Educational Development and Research, and North Central Regional Educational Laboratory.
- Jones, L., & Atkins, P. (1999). *Chemistry: Molecules, Matter, and Change* (Quarta ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
- Jordan, P. W., & Siler, S. (2002). *Student Initiative and Questioning Strategies in Computer-Mediated Human Tutoring Dialogues*. Paper presented at the the ITS Workshop on Empirical Methods for Tutorial Dialogue Systems.
- Keeley, S. M., Ali, R., & Gebing, T. (1998). Beyond the Sponge Model: Encouraging Students' Questioning Skills in Abnormal Psychology. *Teaching of Psychology*, 25(4), 270-274.
- Kelly, G. J., & Anderson, C. W. (2000). Learning with Understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 757-759.
- Kember, D. (2000). *Action Learning and Action Research: Improving the Quality of Teaching & Learning*. London: Kogan Page.
- Kempa, R. (1992). Research in Chemical Education: Its Role and Potential. In M. Atlay, S. Bennett, S. Dutch, R. Levinson, P. Taylor & D. West (Eds.), *Open Chemistry* (pp. 45-67). London: Hodder & Stoughton, The Open University.
- Kempa, R. (2002). Research and Research Utilisation in Chemical Education. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3(3), 327-343.
- Kenny, S. S., Alberts, B., Booth, W. C., Glaser, M., Glassick, C. E., Ikenberry, S. O., et al. (1999). *Reinventing Undergraduate education*. Retrieved November, 2005, from <http://www.sunysb.edu/boyerreport>
- Kerbrant-Orecchioni, C. (1991). *La Question*. Lyon: Presses Universitaires de Lyon.
- Kerry, T. (2002). *Explaining and Questioning* (1<sup>a</sup> ed.). London: Nelson Thornes Ltd.
- Keyser, M. W. (2000). Active learning and cooperative learning: understanding the difference and using both styles effectively. *Research Strategies*, 17, 35-44.
- Kinchin, I. M. (2001). If concept mapping is so helpful to learning biology, why aren't we all doing it? *International Journal of Science Education*, 23(12), 1257-1269.
- King, A. (1990). Enhancing peer interaction and learning in the classroom through reciprocal questioning. *American Educational Research Journal*, 27(4), 664-687.
- King, A. (1992a). Comparison of Self-Questioning, Summarizing, and Notetaking-Review as Strategies for Learning from Lectures. *American Educational Research Journal*, 29(2), 303-323.
- King, A. (1992b). Facilitating Elaborative Learning Through Guided Student-Generated Questioning. *Educational Psychologist*, 27(1), 111-126.
- King, A. (1994a). Autonomy and Question Asking: The Role of Personal Control in Guided Student-Generated Questioning. *Learning and Individual Differences*, 6(2), 163-185.
- King, A. (1994b). Guiding Knowledge Construction in the Classroom: Effects of Teaching Children How to Question and How to Explain. *American Educational Research Journal*, 31(2), 338-368.
- Kissock, C., & Iyortsuun, P. T. (1982). *A guide to questioning: Classroom procedures for teachers*. London: Macmillan.
- Kitagawa, M. M. (1982). Improving Discussions or How to Get the Students to Ask the Questions. *The Reading Teacher*, 36(1), 42-45.

- Klein, P. D. (2000). Elementary Students' Strategies for Writing-to-Learn in Science. *Cognition and Instruction, 18*(3), 317-348.
- Koch, A., & Eckstein, S. G. (1991). Improvement of reading comprehension of physics text by students' question formulation. *International Journal of Science Education, 13*(4), 473-485.
- Koivukari, A. M. (1987). Question Level and Cognitive Processing: Psycholinguistic Dimensions of Questions and Answers. *Applied Psycholinguistics, 8*(2), 101-120.
- Koljatic, M., & Kuh, G. D. (2001). A longitudinal assessment of college student engagement in good practices in undergraduate education. *Higher Education, 42*, 351-371.
- Koufetta-Menicou, C., & Scaife, J. (2000). Teachers' questions - types and significance in science education. *School Science Review, 81*(296), 79-84.
- Kovac, J. D. (1999). Student Active Learning Methods in General Chemistry. *Journal of Chemical Education, 76*, 120-124.
- Kuh, G. D., Pace, C. R., & Vesper, N. (1997). The Development of Process Indicators to Estimate Student Gains Associated With Good Practices in Undergraduate Education. *Research in Higher Education, 38*(4), 435-453.
- Laidlaw, E. N., Skok, R. L., & McLaughlin, T. F. (1993). The Effects of Notetaking and Self-Questioning on Quiz Performance. *Science Education, 77*(1), 75-82.
- Lammers, W. J., & Murphy, J. J. (2002). A profile of teaching techniques used in the university classroom. *Active Learning in Higher Education, 3*(1), 54-67.
- Larson, J. O. (1997). *Constructing Understandings of the Mole Concept: Interactions of Chemistry Text, Teacher and Learners*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (70th, Oak Brook, IL, March 21-24, 1997) 22 p. ERIC\_NO: ED405211.
- Lather, P. A. (1990). Reinscribing Otherwise: The Play of Values in the Practices of the Human Sciences. In E. G. Guba (Ed.), *The Paradigm Dialog* (pp. 315-332). London: SAGE Publication.
- Lazarowitz, R. (1995). Understanding Interactive Behaviors: Looking at Six Mirrors of the Classroom. In R. Lazarowitz & N. Miller (Eds.), *Interaction in Cooperative Groups: The Theoretical Anatomy of Group Learning* (pp. 71-100). Cambridge: Cambridge University Press.
- Lee, J. A. N. (1999, Novembro). *Incorporating Activelearning into a Web-based Ethics Course*. Paper presented at the 29th Annual Frontiers in Education Conference, San Juan, Puerto Rico.
- Lehman, J. R., & Lehman, K. M. (1984). The Relative Effects of Experimenter and Subject Generated Questions on Learning From Museum Case Exhibits. *Journal of Research in Science Teaching, 21*(9), 931-935.
- Lemke, J. L. (1993). *Talking Science: Language, Learning and Values*. New Jersey: Ablex Publishing Corporation Norwood.
- Lempers, J. D., & Miletic, G. (1983). The Immediate and Delayed Effects of Different Modeling Strategies on Children's Question-Asking Behavior With Different Kinds of Messages. *The Journal of Genetic Psychology, 142*, 121-133.
- Lewis, E. L., & Linn, M. C. (2003). Heat energy and temperature concepts of adolescents, adults, and experts: implications for curricular improvements. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(S1), S155-S175.
- Light, G., & Cox, R. (2001). *Learning and Teaching in Higher Education. The Reflective Professional* (1ª Edição ed.). London: Paul Chapman Publishing.
- Lim, K. F. (2001). Computer and IT skills of Australian first-year university undergraduate students. *Chemical Education Journal, 5*(2), 1-23.
- Lin, H., Hung, J., & Hung, S. (2002). Using the history of science to promote students' problem-solving ability. *International Journal of Science Education, 24*(5), 453-464.

- Lincoln, Y. S. (1985). *Organizational Theory and Inquiry. The Paradigm Revolution*. London: SAGE Publications.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry* (1<sup>o</sup> ed.). London: Sage Publications.
- Löhner, S., Joolingen, W. R. V., & Savelbergh, S. (2003). The effect of external representation on constructing computer models of complex phenomena. *Instructional Science*, 31, 395–418.
- Lopes, J. B. (2004). *Aprender e Ensinar Física* (1<sup>o</sup> ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Loy, G. L., Gelula, M. H., & Vontver, L. A. (2004). Teaching students to question. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 191, 1752-1756.
- MacKinnon, G. R. (1999). Students' Understanding of Orbitals: A Survey. *ERIC\_NO: ED433248*.
- Mahaffy, P. (2004). The Future Shape of Chemistry Education. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 229-245.
- Mandik, P. (2005). *Dictionary of Philosophy of Mind*. Retrieved 7 November, 2005, from <http://philosophy.uwaterloo.ca/MindDict/>
- Marbach-Ad, G., & Sokolove, P. G. (2000a). Can Undergraduate Biology Students Learn to Ask Higher Level Questions? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 854-870.
- Marbach-Ad, G., & Sokolove, P. G. (2000b). Good science begins with good questions. *Journal of College Science Teaching*, 33(3), 192-195.
- Marbach-Ad, G., & Sokolove, P. G. (2002). The Use of E-Mail and In-Class Writing to Facilitate Student–Instructor Interaction in Large-Enrollment Traditional and Active Learning Classes. *Journal of Science Education and Technology*, 11(2), 109-119.
- March, T. (2003). The Learning Power of WebQuests. *Educational Leadership*, 61(4), 42-47.
- Marsksberry, M. L. (1979). Student questioning: An instructional strategy. *Educational Horizons, Summer*, 190-195.
- Martins, I. P. (1989). *A energia nas reacções Químicas: Modelos interpretativos usados por alunos do ensino secundário*. Unpublished Ph.D Thesis, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Martins, I. P. (2002). *Educação e Educação em Ciências* (1<sup>a</sup> ed.). Aveiro. Portugal: Universidade de Aveiro.
- Marx, A., Fuhrer, U., & Hartig, T. (2000). Effects of Classroom Seating Arrangements on Children's Question-Asking. *Learning Environments Research*, 2, 249–263,.
- Maskill, R., & Pedrosa de Jesus, H. (1997a). Asking Model Questions. *Education in Chemistry*, 34, 132-134.
- Maskill, R., & Pedrosa de Jesus, H. (1997b). Pupils' questions, alternative frameworks and the design of science teaching. *International Journal of Science Education*, 19(7), 781-799.
- Mayring, P. (2002). *Introdução à pesquisa social qualitativa: Uma introdução para pensar qualitativamente* (5<sup>o</sup> ed.). Weinheim: Beltz Studium.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (1998). *Fisiologia do Exercício - Energia, Nutrição e Desempenho Humano* (Quarta edição. ed.). São Paulo: Editora Guanabara Koogan.
- McConnell, D. A., Steer, D. N., & Owens, K. D. (2003). Assessment and Active Learning Strategies for Introductory Geology Courses. *Journal of Geoscience Education*, 51(2), 205-216.
- McConnell, J. J. (1996). Active Learning and its use in Computer Science. *SIGCSE Bulletin*, 28(Special Issue), 52-54.
- McDaniel, T. R. (1979). A Question of Questions: Can We Ask Better Ones? *The Social Studies, November*, 243-245.

- McDermott, K. J., Nafalski, A., & Göl, O. (2000, October). *Active Learning in the University of South Australia*. Paper presented at the 30th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Kansas City, Missouri.
- McGill, I., & Brockbank, A. (2004). *The Action Learning Handbook : Powerful Techniques for Education, Training and Professional Development*. New York: RoutledgeFalmer.
- McGlathery, G. (1978). Analysing the Questioning Behaviors of Science Teachers. In M. B. Rowe (Ed.), *What Research Says to the Science Teacher* (Vol. 1 pp. 13-30): National Science Teachers Association.
- Mclaughlan, R. G., & Kirkpatrick, D. (2004). Online roleplay: design for active learning. *European Journal of Engineering Education*, 29(4), 477-490.
- Mehlenbacher, B., Miller, C. R., Covington, D., & Larsen, J. S. (2000). Active and Interactive Learning Online: A Comparison of Web-Based and Conventional Writing Classes. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 43(2), 166-184.
- Meltzer, D. E., & Manivannan, K. (1996). Promoting Interactivity in Lecture Classes. *The Physics Teacher*, 34, 72-76.
- Meltzer, D. E., & Manivannan, K. (2002). Transforming the lecture-hall environment: The fully interactive physics lecture. *American Journal Physics*, 70(6), 639-654.
- Meyers, C., & Jones, T. B. (1993). *Promoting Active Learning: Strategies for the College Classroom*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Middlecamp, C. H., & Nickel, A. L. (2000). Doing Science and Asking Questions: An Interactive Exercise. *Journal of Chemical Education*, 77(1), 50-52.
- Millar, R., & Osborne, J. F. (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: The Nuffield Foundation. King's College London.
- Mintzes, J. J., & Wandersee, J. H. (1998). Reforma e Inovação no Ensino de Ciência: Uma Visão Construtivista. In J. J. Mintzes, J. H. Wandersee & J. D. Novak (Eds.), *Ensinando Ciências para a Compreensão: Uma Visão Construtivista* (pp. 44-67). Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Modell, H. I. (1995). Active Learning in Large Class Settings. *Advances in Physiology Education*, 14(1), 73-84.
- Modell, H. I. (1996). Preparing Students to Participate in an Active Learning Environment. *Advances in Physiology Education*, 15(1), 69-77.
- Moore, C. B., Abella, I. D., Abraham, N. B., Boggs, G., Denton, D. D., Doyle, M. P., et al. (1997). *Science Teaching Reconsidered: A Handbook*. Washington, D.C: National Academy Press.
- Moreira, M. A. (2003). *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda.
- Morgan, N., & Saxton, J. (1994). *Asking better questions - Models, techniques and classroom activities for engaging students in learning*. Ontario: Pembroke Publishers.
- Mortimer, E. F., & Machado, A. H. (2003). *Química para o ensino médio*. São Paulo: Editora Scipione.
- Moyer, P. S., & Milewicz, E. (2002). Learning to Question: Categories of Questioning Used by Preservice Teachers During Diagnostic Mathematics Interviews. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 5, 293-315.
- Naidu, S. (1997). Collaborative reflective practice: An instructional design architecture for the internet. *Distance Education*, 18(2), 257-283.
- Napell, S. M. (1978). Using Questions to Enhance Classroom Learning. *Education*, 99(2), 188-197.
- Nelson, N. (2001). Writing to Learn. In P. Tynjälä (Ed.), *Writing as a learning tool* (First ed., Vol. 7 7, pp. 23-36). London: Kluwer Academic Publishers.

- Neri de Souza, F., Pedrosa de Jesus, M. H., & Teixeira-Dias, J. (2005, October 27-28). *Perguntas dos alunos em termoquímica – algumas pistas para novas estratégias de ensino*. Paper presented at the 4<sup>o</sup> DEDQ – Encontro Nacional da Divisão de Ensino e Divulgação da Química, Lisboa.
- NG, G. S. (1997). Teaching Effectively with Visual Effect in an Image-Processing Class. *Computer Applications in Engineering Education*, 5(2), 111-114.
- Niaz, M. (2001). Response to Contradiction: Conflict Resolution Strategies Used by Students in Solving Problems of Chemical Equilibrium. *Journal of Science Education and Technology*, 10(2).
- Nist, S. L., & Holschuh, J. P. (2000). *Active Learning: Strategies for College Success*. Boston: Allyn and Bacon.
- Nix, D. (1985). Notes on the efficacy of questioning. In A. C. Graesser & J. B. Black (Eds.), *The Psychology of questions*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Nonnecke, B., & Preece, J. (2000). *Persistence and Lurkers in Discussion Lists: A Pilot Study*. Paper presented at the Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii.
- Nonnecke, B., Preece, J., & Andrews, D. (2004). *What lurkers and posters think of each other*. Paper presented at the Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii.
- O'Brien, T. (1991). The Science and Art of Science Demonstrations. *Journal Chemical Education*, 68(11), 933-936.
- OCES. (2004). *O Sistema do Ensino Superior em Portugal*. Retrieved December, 2005, from <http://www.oces.mctes.pt>
- Office of Instructional Consultation, U. C. (2004). *Differences Between Collaborative and Cooperative learning*. Retrieved 28 Março, 2005, from <http://www.oic.id.ucsb.edu/Resources/> University of California Santa Barbara
- Ogborn, J., Kress, G., Martins, I., & McGillicuddy, K. (1996). *Explaining science in the classroom*. Buckingham: Open University Press.
- Olsher, G., Berl, D. B., & Dreyfus, A. (1999). Biotechnologies as a context for enhancing junior high-school students' ability to ask meaningful questions about abstract biological processes. *International Journal of Science Education*, 21(2), 137-153.
- Orlik, Y. (2002). *Química: métodos activos de enseñanza y aprendizaje*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Otero, J., & Graesser, A. C. (2001). PREG: Elements of a Model of Question Asking. *Cognition and Instruction*, 19(2), 143-175.
- Otoni, P. (1998). *Visão performativa da linguagem*. Campinas: Editora da Unicamp.
- Özmen, H. (2004). Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 147-159.
- Pandit, N. R. (1996). The Creation of Theory: A Recent Application of the Grounded Theory Method. *The Qualitative Report*, 2(4), 10-23.
- Panitz, T. (1996). *A Definition of Collaborative vs Cooperative Learning*. Retrieved 28 Março, 2005, from <http://www.lgu.ac.uk/deliberations/collab.learning/panitz2.html>
- Pape, S., & Wang, C. (2003). Middle school children's strategic behavior: Classification and relation to academic achievement and mathematical problem solving. *Instructional Science*, 31, 419-449.
- Pate, R. T., & Bremer, N. H. (1967). Guiding Learning through Skilful Questioning. *The Elementary School Journal*, 67, 417-422.
- Paul, R., & Elder, L. (2001). *Critical Thinking: Tools for taking charge of your learning and your life*. New Jersey: Prentice Hall.
- Paulson, D. R. (1999). Active Learning and Cooperative Learning in the Organic Chemistry Lecture Class. *Journal of Chemical Education*, 76, 1136-1140.

- Peacock, A., & Rawson, B. (2001). Helping teachers to develop competence criteria for evaluating their professional development. *International Journal of Educational Development*, 21, 79–92.
- Pedro, L. F. M. G. (2005). *A construção de materiais didáticos por recurso a um hipertexto de flexibilidade cognitiva: Um estudo comparativo*. Unpublished PhD, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.
- Pedrosa de Jesus, H. (1987). *A Descriptive Study of Some Science Teachers Questioning Practices*. Unpublished Master Thesis, University of East Anglia, Norwich, U.K.
- Pedrosa de Jesus, H. (1991). *An Investigation of Pupils' Questions in Science Teaching*. Unpublished Ph.D. Thesis, University of East Anglia, Norwich, U.K.
- Pedrosa de Jesus, H. (1995). As Perguntas dos Alunos como meio Auxiliar de Ensino/Aprendizagem: Contributos para uma Prática Auto-reflexiva. In I. Alarcão (Ed.), *Supervisão de Professores e Inovação Educacional* (pp. 127-133). Aveiro, Portugal: CIDINE - Centro de Investigação, Difusão e Intervenção Educacional.
- Pedrosa de Jesus, H., Almeida, P., Teixeira-Dias, J. J. C., & Watts, M. (2003). Students' Questions and Orientations to Learning: A Research Perspective. In *The International Conference Teaching and Learning in Higher Education New Trends and Innovations* (CD-Rom). Aveiro, Portugal: University of Aveiro.
- Pedrosa de Jesus, H., Almeida, P., & Watts, M. (2002). Learning Styles and Subject-Related Questions: Are they academic field dependent? In S. Armstrong, A. Francis, M. Graff, J. Hill, S. Rayner, E. Sadler-Smith & D. Spicer (Eds.), *7th Annual Conference of the European Learning Styles Information Network (ELSIN)* (pp. 275-283). Ghent, Bélgica: University of Ghent.
- Pedrosa de Jesus, H., Almeida, P., & Watts, M. (2003). 'Questioning styles' and students' learning styles: four case studies. In S. Armstrong, M. Graff, C. Lashley, E. Person, S. Rayner, E. Sadler-Smith, M. Schiering & D. Spicer (Eds.), *8th Annual Conference of the European Learning Styles Information Network Conference (ELSIN)* (pp. 499-515). Hull, UK: University of Hull.
- Pedrosa de Jesus, H., Almeida, P., & Watts, M. (2004a, September). *Match or mismatch? Learners' questioning styles and teaching strategies*. Paper presented at the European Conference on Educational Research (ECER), Crete, Greece.
- Pedrosa de Jesus, H., Almeida, P., & Watts, M. (2004b). Questioning Styles and Students' Learning: Four Case Studies. *Educational Psychology*, 24(4), 531-548.
- Pedrosa de Jesus, H., Neri de Souza, F., & Teixeira-Dias, J. J. C. (2002). As perguntas na aprendizagem-ativa em Química. In R. Barbosa (Ed.), *XI Encontro Nacional de Ensino de Química* (pp. 34). Recife - Brasil.
- Pedrosa de Jesus, H., Neri de Souza, F., & Teixeira-Dias, J. J. C. (2003). Comunicação em Química e Novos Desafios da Aprendizagem. In J. C. Paiva (Ed.), *III Encontro da Divisão de Ensino e Divulgação de Química* (pp. 47-51). Póvoa de Varzim, Portugal.
- Pedrosa de Jesus, H., Neri de Souza, F., Teixeira-Dias, J. J. C., & Watts, M. (2001). Questioning in Chemistry at the University. In A. F. Cachapuz (Ed.), *6th European Conference on Research in Chemical Education* (CDRom). Universidade de Aveiro, Portugal.
- Pedrosa de Jesus, H., Neri de Souza, F., Teixeira-Dias, J. J. C., & Watts, M. (2003). Teaching for Quality Learning in Chemistry. In *International Conference Teaching and Learning in Higher Education New Trends and Innovations* (CD-Rom). Universidade de Aveiro, Portugal.
- Pedrosa de Jesus, H., Neri de Souza, F., Teixeira-Dias, J. J. C., & Watts, M. (2004). Students' Questions as Organisers for Small Group Learning in Chemistry. In D. Krnel & S. A. Glazar (Eds.), *the 7th European Conference on Research in Chemistry Education* (pp. 156-159). Slovenia - Ljubljana.



- Pedrosa de Jesus, H., Neri de Souza, F., Teixeira-Dias, J. J. C., & Watts, M. (2005). Organising the chemistry of question-based learning: a case study. *Research in Science & Technological Education*, 23(2), 179-193.
- Pedrosa de Jesus, H., Teixeira-Dias, J. J. C., & Watts, D. M. (2001). Quality Questions in Undergraduate Chemistry. In A. F. Cachapuz (Ed.), *6th European Conference on Research in Chemistry Education* (CD-Rom). Universidade de Aveiro, Portugal.
- Pedrosa de Jesus, H., Teixeira-Dias, J. J. C., & Watts, M. (2003). Question of Chemistry. *International Journal of Science Education*, 25(8), 1015-1034.
- Perez, S. A. (1986). Improving Learning through Student Questioning. *The Clearing House*, 60(2), 62-65.
- Person, N. K., Graesser, A. C., Magliano, J. P., & Kreuz, R. J. (1994). Inferring what the student knows in one-to-one tutoring: The role of student questions and answers. *Learning and Individual Differences*, 6(2), 205-229.
- Pesante, L. H. (1991). *Integrating Writing into Computer Science Courses*. Paper presented at the Technical Symposium on Computer Science Education Proceedings of the twenty-second SIGCSE technical symposium on Computer science education, San Antonio.
- Peterson, M., Morrison, D., Cram, K., & Misanchuk, E. (1996, August). *CMC: An Agent for Active Learning*. Paper presented at the 12th Annual Conference on Distance Teaching & Learning: Designing for Active Learning, Madison, WI.
- Porlán, R. (1998). Pasado, Presente y Futuro de la Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185.
- Postman, N., & Weingartner, C. (1981). *Teaching as a Subversive Activity*. New York: Penguin Books.
- Prain, V., & Hand, B. (1999). Students Perceptions of Writing for Learning in Secondary School Science. *Science Education*, 83, 151-162.
- Prigogine, I., & Kondepudi, D. (1999). *Termodinâmica. Dos motores térmicos às estruturas dissipativas*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Prosser, G. V. (1974). The role of active questions in learning and retention of prose material. *Instructional Science*, 2(4), 451-476.
- Prosser, G. V. (1978). The role of relevant active questions in learning based upon successive presentations. *Instructional Science*, 7(4), 359-383.
- Redfield, D. L., & Rousseau, E. W. (1981). A Meta-analysis of experimental research on teacher questioning behavior. *Review of Educational Research*, 51(2), 237-245.
- Redfors, A. (2001). University physics students' use of models in explanations of phenomena involving interaction between metals and electromagnetic radiation. *International Journal of Science Education*, 23(12), 1283-1301.
- Revans, R. (1997). Action Learning: Its Origins and Nature. In M. Padler (Ed.), *Action Learning in Practice* (pp. 3-13). Hampshire: Gower.
- Rezaei, A. R., & Katz, L. (2002). Using Computer Assisted Instruction to Compare the Inventive Model and the Radical Constructivist Approach to Teaching Physics. *Journal of Science Education and Technology*, 11(4), 367-380.
- Rice, D. R. (1977). The effect of question-asking instruction on preservice elementary science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 14(4), 353-359.
- Richards, T., & Richards, L. (2002). Non-numerical Unstructured Data Indexing Searching & Theorizing. Qualitative Data analysis program (Version 6.0, 2002). Melbourne, Australia: QSR International Pty Ltd.
- Riegle, R. P. (1976). Classifying classroom questions. *Journal of Teacher Education*, 27, 156-161.
- Riley II, J. P. (1986). The effects of teachers' wait-time and knowledge comprehension questioning on science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(4), 335-342.

- Rivard, L. P. (2000). The Effect of Talk and Writing on Learning Science: An Exploratory Study. *Science Education*, 84, 593-593.
- Robson, M. (2002). *Problem-solving in groups* (3<sup>a</sup> ed.). Hampshire: Gower Publishing Limited.
- Rodrigues, M. C. C. (1998). A Sequência Discursiva Pergunta-Resposta. In J. Fonseca, C. Barros & M. C. C. Rodrigues (Eds.), *A Organização e o Funcionamento dos Discursos: Estudos sobre o Português. Tomo II* (Vol. 9 pp. 11-220). Porto: Porto Editora.
- Rogers, V. M. (1972). Modifying Questioning Strategies of Teachers'. *Journal of Teacher Education*, 23(1), 58-62.
- Ros, A. C. (2001). La Enseñanza de la Química en el Inicio del Nuevo Siglo: una Perspectiva desde España. *Educación Química*, 12(1), 7-17.
- Rosenshine, B., Meister, C., & Chapman, S. (1996). Teaching Students to Generate Questions: A Review of the Intervention Studies. *Review of Educational Research*, 66(2), 181-221.
- Rosenthal, T. L., Zimmerman, B. J., & Durning, K. (1970). Observationally Induced Changes in Children's Interrogative Classes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 16(4), 681-688.
- Ross, H. S., & Balzer, R. H. (1975). Determinants and Consequences of Children's Questions. *Child Development*, 46, 536-539.
- Roth, W.-M., McRobbie, C. J., Lucas, K. B., & Boutonné, S. (1997). Why May Students Fail to Learn from Demonstrations? A Social Practice Perspective on Learning in Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(5), 509-533.
- Rovai, A. P. (2000). Building and sustaining community in asynchronous learning networks. *Internet and Higher Education*, 3, 285-297.
- Rover, D. T., Santiago, N. G., & Tsai, M. M. (1999, July). *Active Learning in an Electronic Design Automation Course*. Paper presented at the Microelectronic Systems Education. IEEE International Conference.
- Rowe, M. B. (1969). Science, Silence, and Santions. *Science and Children*, 6(6), 11-13.
- Rowe, M. B. (1974a). Reflections on wait-time: some methodological questions. *Journal of Research in Science Teaching*, 11(3), 263-279.
- Rowe, M. B. (1974b). Relation of wait-time and rewards to the development of language, logic, and fate control: Part II - Rewards. *Journal of Research in Science Teaching*, 11(4), 291-308.
- Rowe, M. B. (1974c). Wait -Time and Rewards as Instructional Variables, Their Influence on Language, Logic, and Fate Control: Part One - Wait-Time. *Journal of Research in Science Teaching*, 11(2), 81-94.
- Rowe, M. B. (1986). Wait-time: Slowing down may be a way of speeding up! *Journal of Teacher Education*, 37(1), 43-50.
- Rudestam, K. E., & Newton, R. R. (2001). *Surviving your dissertation: a comprehensive guide to content and process*. Newsbury Park: SAGE Publications.
- Runté, R. (2004). Designing Assessment for Active Learning. *CORE: York's Newsletter on University Teaching*, 13(3), 1-6.
- Russell, D. W., Lucas, K. B., & McRobbie, C. J. (2004). Role of the Microcomputer-Based Laboratory Display in Supporting the Construction of New Understandings in Thermal Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(2), 165-185.
- Sander, N. M. (1966). *Classroom Questions. What Kinds?* New York: Harper & Row Publishers.
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The Quality of Students' Use of Evidence in Written Scientific Explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55.
- Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (2000). Addressing student misconceptions concerning electron flow in aqueous solutions with instruction including computer animations

- and conceptual change strategies. *International Journal of Science Education*, 22(5), 521- 537.
- Santos, F. M. T., & Greca, I. M. (2005). Promovendo aprendizagem de conceitos e de representações pictóricas em Química com uma ferramenta de simulação computacional. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), Artigo 7.
- Santos, W. L. P., & Schnetzler, R. P. (2000). *Educação em Química: Compromisso com a Cidadania* (2ª ed.). Ijuí, Brasil: Editora Ijuí.
- Schank, R. C. (1994). Active Learning through Multimedia. *IEEE Multimedia*, 1(1), 69-78.
- Schnetzler, R. P. (2002). A Pesquisa em Ensino de Química no Brasil: CONquistas e Perspectivas. *Química Nova*, 25(S1), 14-24.
- Searle, J. (1978). *Speech Acts an essay in the philosophy of language*. London: Cambridge University Press.
- She, H. C. (2001). Different Gender Students' Participation in the High- and Low-achieving Middle School Questioning-orientated Biology Classrooms in Taiwan. *Research in Science & Technological Education*, 19(2), 147-158.
- Shodell, M. (1995). The Question-Driven Classroom. *The American Biology Teacher*, 57(5), 278-281.
- Shrum, J. L., & Tech, V. (1985). Wait-time and the use of target or native languages. *Foreign Language Annals*, 18(4), 305-313.
- Siegler, R. S. (1977). The Twenty Questions Game as a Form of Problem Solving. *Child Development*, 48, 395-403.
- Silverman, D. (2000). *Doing Qualitative Research. A practical Handbook* (First ed.). London: SAGE Publications.
- Silvina, G., Cecilia, G. F., & Julio, B. (2004). Aprendizaje Activo de la Cinemática Lineal y su Representación Gráfica en la Escola Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 463-472.
- Singer, H. (1978). Active Comprehension: From Answering to Asking Questions. *The Reading Teacher*, 31, 901-908.
- Sisovic, D., & Bojovic, S. (2000). Approaching the concepts of acids and bases by cooperative learning. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(2), 263-275.
- Slavin, R. E. (1991). Synthesis of Research on Cooperative Learning. *Educational Leadership*, 41(5), 71-82.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative Learning* (Second ed.). Massachusetts: Allyn & Bacon.
- Smith, C. (1987). Teaching for Conceptual Change Using a Computer-Based Modeling Approach: The Case of Weight/Density Differentiation. *Technical Report 87-11*. ERIC\_NO: ED291598.
- Smith, K. A. (1996). Cooperative Learning: Making "Groupwork" Work. *New Directions for Teaching and Learning*, 67, 71-82.
- Smith, K. H., Tykodi, T. A., & Mynatt, B. T. (1988). Can we predict the form and content of spontaneous questions? *Questioning Exchange*, 2(1), 53-60.
- Smith, S. G., Jones, L. L., & Waugh, M. L. (1986). Production and evaluation of interactive videodisc lessons in laboratory instruction. *Journal of Computer Based Instruction*, 13(4), 117 - 121.
- Snyder, K. D. (2003). Ropes, poles, and space: active learning in business education. *Active Learning in Higher Education*, 4(2), 159-167.
- Soderberg, P., & Price, F. (2003). An examination of problem-based teaching and learning in population genetics and evolution using EVOLVE, a computer simulation. *International Journal of Science Education*, 25(1), 35-55.
- Sokolove, P. G., Marbach-Ad, G., & Fusco, J. (2003). Student Use of Internet Study Rooms for Out-of-Class Group Study in Introductory Biology. *Journal of Science Education and Technology*, 12(2).

- Songer, N. B. (1998). Can Technology Bring Students Closer to Science? In B. K. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 333-347). London: Kluwer Academic Publishers.
- Sousa, P. L. R., Silva, R. A., & Pinheiro, R. T. (2000). O que é uma pergunta? Diálogos entre a psicanálise e a lingüística de Austin e Searle. *Linguagem & Ensino*, 3(2), 29-47.
- Spiro, R. J., Coulson, R.L., Feltovich, P.J., & Anderson, D. (1988). *Cognitive Flexibility Theory: Advanced knowledge acquisition in ill-structured domains*. Paper presented at the 10th Annual Conference of the Cognitive Science Society.
- Spiro, R. J., Paul J. Feltovich, Michael J. Jacobson and Richard L. Coulson,. (1991). Cognitive Flexibility, Constructivism, and Hypertext: Random Access Instruction for Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. *Educational Technology*, 31(9), 24-33.
- Stevens, R. (1912). *The Questions as a Measure of Efficiency in Instruction : A Critical Study of Classroom Practice*. New York: Teachers College, Columbia University.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques*. London: Sage Publications.
- Susskind, E. (1969). The role of question-asking in the elementary school classroom. In F. Kaplan & S. B. Sarason (Eds.), *The Psycho-Educational Clinic - Papers and Research Studies* (pp. 130-151).
- Sutherland, T. E., & Bonwell, C. C. (1996). *Using Active Learning in College Classes: A Range of Options for Faculty*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Swift, J. N., & Gooding, C. T. (1983). Interaction of wait time feedback and questioning instruction on middle school science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(8), 721-730.
- Taber, K. S. (2000). Chemistry Lessons for Universities?: A review of Constructivist Ideias. *University Chemistry Education*, 4(2), 63-72.
- Taber, K. S., & Watts, D. M. (2000). Learners' explanations for chemical phenomena. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(3), 329-353.
- Tao, P.-K., & Gunstone, R. F. (1999). Conceptual change in science through collaborative learning at the computer. *International Journal of Science Education*, 21(1), 39-57.
- Tavares, J., Santiago, R., & Lencastre, L. (1998). *Insucesso no 1º ano do ensino superior: um estudo no âmbito dos Cursos de Licenciatura em Ciências e Engenharia na Universidade de Aveiro*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Taylor, P. C., Gilmer, P. J., & Tobin, K. G. (2002). *Transforming Undergraduate Science Teaching: Social Constructivist Perspectives*. New York: Peter Lang Publishing.
- Tedlock, B. (2000). Ethnography and Ethnographic Representation. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (pp. 455-486). London: Sage Publications.
- Teixeira-Dias, J. J. C., Pedrosa de Jesus, H., Neri de Souza, F., & Watts, D. M. (2005). Teaching for Quality Learning in Chemistry. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1123-1137.
- Thomaz, M., Malaquias, I. M., Valente, M. C., & Antunes, M. J. (1993). *An attempt to overcome alternative conceptions related to heat and temperature*. Paper presented at the Third Misconceptions Seminar Proceeding, Universidade de Aveiro.
- Thulstrup, E. W. (2004). Connecting Chemical Education with the Real World. In S. A. Glazar & D. Krnel (Eds.), *7th European Conference on Research in Chemical Education* (pp. 37-49). Ljubljana, Slovenia: University of Ljubljana.
- Timmerman, B., Lingard, R., & Barnes, G. M. (2001, Outubro). *Active Learning With Upper Division Computer Science Students*. Paper presented at the 31st Annual Frontiers in Education Conference, Reno.

- Timmerman, B., Lingard, R., & Barnes, G. M. (2003, Novembro). *Assessment of Active Learning With Upper Division Computer Science Students*. Paper presented at the 33rd Annual Frontiers in Education Conference, Boulder.
- Tobin, K. (1980). The effect of an extended teacher wait-time on science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 17(5), 469-475.
- Tobin, K. (1986). Effects of teacher wait time on discourse characteristics in Mathematics and language arts classes. *American Educational Research Journal*, 23(2), 191-200.
- Tobin, K. (2002). Learning to Teach Science Using the Internet to Connect Communities of Learners. In P. C. Taylor, P. J. Gilmer & K. Tobin (Eds.), *Transforming Undergraduate Science Teaching* (pp. 323-348). New York: Peter Lang Publishing.
- Toomey, R., DePierro, E., & Garafalo, F. (2001). Helping students to make inferences about the atomic realm by delaying the presentation of atomic structure. *Chemistry Education: Research and Practice*, 2(3), 183-202.
- Trabasso, T., Van Den Broek, P. W., & Liu, L. (1988). A model for generating questions that assess and promote comprehension. *Questioning Exchange*, 2(1), 25-38.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368.
- Tsai, C.-C., & Wen, M. L. (2005). Research and trends in science education from 1998 to 2002: a content analysis of publication in selected journals. *International Journal of Science Education*, 27(1), 3-14.
- Tynjälä, P., Mason, L., & Lonka, K. (2001). *Writing as a learning tool* (First ed. Vol. 7). London: Kluwer Academic Publishers.
- Unsworth, L. (2001). Evaluating the language of different types of explanations in junior high school science texts. *International Journal of Science Education*, 23(6), 585-609.
- Van der Meij, H. (1986). *Questioning: a study on the questioning behavior of elementary school children*. Gravenhage: Stichting voor Onderzoek.
- van der Meij, H. (1989). Raising Questions About Asking Questions. *Questioning Exchange*.
- van der Meij, H. (1990). Question Asking: To know that you do not know is not enough. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 505-512.
- van der Meij, H. (1991). Understanding as the key to effective questioning. *Journal of Curriculum Studies*, 23(4), 357-376.
- van der Meij, H., & Dillon, J. T. (1994). Adaptive Student Questioning and Students' Verbal Ability. *Journal of Experimental Education*, 62(4), 277-290.
- van Roon, P. H., van Sprang, H. F., & Verdonk, A. H. (1994). 'Work' and 'Heat': on a road towards thermodynamics. *International Journal of Science Education*, 16(2), 131-144.
- van Zee, E. H. (2000). Analysis of a student-generated inquiry discussion. *International Journal of Science Education*, 22(2), 115-142.
- van Zee, E. H., & Minstrell, J. (1990). *Questioning processes during physics instruction that emphasizes cognitive development*. Paper presented at the International Congress on Cognitive Education, Mons, Belgium.
- van Zee, E. H., & Minstrell, J. (1991). *Using Questioning to Guide Student Thinking*. Paper presented at the annual meeting of American Educational Research Association, Chicago.
- van Zee, E. H., & Minstrell, J. (1997). Using Questioning to Guide Student Thinking. *Journal of the Learning Sciences*, 6(2), 227-269.
- Vieira, R. M., & Vieira, C. (2003). A Formação Inicial de Professores e a Didática das Ciências como Contexto de Utilização do Questionamento Orientado para a

- Promoção de Capacidades de Pensamento Crítico. *Revista Portuguesa de Educação*, 16(1), 231-252.
- Vieira, R. M., & Vieira, C. (2005). *Estratégias de Ensino/Aprendizagem: O Questionamento promotor do Pensamento Crítico*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Vigotski, L. S. (1998a). *A Formação Social da Mente*. São Paulo: Martins Fontes.
- Vigotski, L. S. (1998b). *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.
- Wager, W. (2002). *Instruction at Florida State University: A Guide to Teaching and Learning Practices* (4th ed.). Tallahassee: Florida State University.
- Wagner, C. (2003). *Placing Psychology: A Critical Exploration of Research Methodology Curricula in the Social Sciences*. Unpublished PhD Thesis, University of Pretoria, Pretoria.
- Walker, S. E. (2003). Active Learning Strategies to Promote Critical Thinking. *Journal of Athletic Training*, 38(3), 263–267.
- Walsh, J. A., & Sattes, B. D. (2005). *Quality Questioning : Research-Based Practice to Engage Every Learner*. London: Corwin Press - Sage Publication.
- Washton, N. S. (1967). Teaching science creatively: A taxonomy of pupil questions. *Science Education*, 51(5), 428-431.
- Watson, J. R., Prieto, T., & Dillon, J. S. (1997). Consistency of Students' Explanations about Combustion. *Science Education*, 81(4), 425-444.
- Watson, K. (1995, Outubro). *Utilization of Active and Cooperative Learning in EE Courses: Three Classes and the Results*. Paper presented at the ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Atlanta, Georgia.
- Watts, M. (1991). *The Science of Problem-solving: A Practical Guide for Science Teaching*. London: Cassell Educational Limited.
- Watts, M. (2001). Science and poetry: passion v. prescription in school science? *International Journal of Science Education*, 23(2), 197- 208.
- Watts, M., & Alsop, S. (1995). Questioning and conceptual understanding: the quality of pupils' questions in science. *School Science Review*, 76(277), 91-95.
- Watts, M., Bentley, D., & Hornsby, J. (1989). Learning to make it your own. In D. Bentley & D. M. Watts (Eds.), *Learning & teaching in school science: Practical alternatives* (pp. 1-20). Milton Keynes: Open University Press.
- Watts, M., Gould, G., & Alsop, S. (1997). Questions of understanding: categorising pupils' questions in science. *School Science Review*, 79(286), 57-63.
- Watts, M., & Pedrosa de Jesus, H. (2001, June). *Learners' questions and learning styles*. Paper presented at the European Learning Styles Information Network - ELSIN Conference, University of Glamorgan.
- Wellington, J. (2000). *Teaching and Learning Secondary Science: Contemporary Issues and Practical Approaches* (First ed.). New York: Routledge.
- Wellington, J., & Wellington, C. B. (1962). What Is a Question? *The Clearing House*, 471-472.
- Wilson, E. V. (2004). ExamNet asynchronous learning network: augmenting face-to-face courses with student-developed exam questions. *Computer & Education*, 42, 87-107.
- Wilson, J. H. (1969). The "New" Science Teachers Are Asking More and Better Questions. *Journal of Research in Science Teaching*, 6, 49-53.
- Winne, P. H. (1979). Experiments Relating Teachers' Use of Higher Cognitive Questions to Student Achievement. *Review of Educational Research*, 49(1), 13-50.
- Wiederhold, C., & Kagan, S. (1992). Cooperative questioning and critical thinking. In N. Davidson & T. Worsham (Eds.), *Enhancing thinking through cooperative learning* (pp. 198-208). New York: Teachers College Press.
- Wolfe, D., Gossett, K., Hanlon, P. D., & Carver, C. A. J. (2003, November). *Active Learning Using Mechatronics in a Freshman Information Technology Course*.

- Paper presented at the 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Boulder, CO.
- Wong, B. Y. L. (1985). Self-Questioning Instructional Research: a Review. *Review of Educational Research*, 55(2), 227-268.
- Wu, H.-K. (2001). Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 821-842.
- Wu, H.-K. (2004). Exploring Visuospatial Thinking in Chemistry Learning. *Science Education*, 88(3), 465– 492.
- Yamamoto, K. (1962). Development of Ability to Ask Questions Under Specific Testing Conditions. *The Journal of Genetic Psychology*, 101, 83-90.
- Yip, D.-Y. (1999). Implications of students' questions for science teaching. *School Science Review*, 81(294), 49-53.
- Yip, D.-Y. (2004). Questioning skills for conceptual change in science instruction. *Journal of Biological Education*, 38(2), 76-83.
- Zahorik, J. A. (1971). Questioning in the Classroom. *Education*, 90, 358-363.
- Zemansky, M. W. (1968). *Heat and Thermodynamics* (Fifth ed.). Tokyo: McGraw-Hill.
- Zemansky, M. W. (1970). The use and misuse of the word "heat", in physics teaching. *The Physics Teacher*, 8, 295-300.
- Zion, M., Slezak, M., Shapira, D., Link, E., Bashan, N., Brumer, M., et al. (2004). Dynamic, Open Inquiry in Biology Learning. *Science Education*, 88(5), 728– 753.
- Zoller, U. (1987). The fostering of question-asking capability - a meaningful aspect of problem-solving in Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 64(6), 510-512.
- Zoller, U., Nakhleh, M. B., Dori, Y. J., Lubezky, A., & Tessier, B. (1995). Success on Algorithmic and LOCS vs. Conceptual Chemistry Exam Questions. *Journal of Chemical Education*, 72(11), 987-989.
- Zuzovsky, R., & Tamir, P. (1999). Growth patterns in students' ability to supply scientific explanations: findings from the Third International Mathematics and Science Study in Israel. *International Journal of Science Education*, 21(10), 1101-1121.





## APÊNDICES



## ÍNDICE DE APÊNDICES E ANEXOS

(\*\*Impresso)

(\*pdf no CD-ROM)

**Apêndice 2.1** Artigos que utilizam o termo “active learning” (2000-2004) \*

**Apêndice 3.1** Grade de observação das aulas teóricas e teórico-práticas \*

**Apêndice 4.1** Manual do programa <Q/Q> \*

**Apêndice 4.2** Sequência dos dias de aulas com alguma relevância para o projecto <Q/Q> no primeiro semestre do 1º estudo – Piloto (2000/2001) \*

**Apêndice 4.3** Questionário do final do primeiro semestre do 1º Estudo – Piloto (2000/2001) \*\*

**Apêndice 4.4** Quadro de análise do questionário do final do primeiro semestre do 1º Estudo \*

**Apêndice 4.5** Guião de entrevista semi-estruturada aos estudantes que formularam e aos que não formularam perguntas no 1º Estudo \*\*

**Apêndice 4.6** Questionário do final do segundo semestre para a Turma Piloto (2000/2001)\*\*

**Apêndice 4.7** Quadro de análise do questionário do 2º semestre do 1º Estudo (2000/2001) \*

**Apêndice 4.8** Qualidade das Perguntas do 1º Estudo (2000/2001) \*

**Apêndice 4.9** Sequência dos dias de aulas com alguma relevância para o projecto <Q/Q> no 2º semestre do 1º Estudo (2000/2001) \*

**Apêndice 4.10** Questionário do final do 2º semestre para a turma de comparação 2000/2001\*

**Apêndice 4.11** Perguntas e grades de classificação para validação dos instrumentos de análise da qualidade das perguntas\*

**Apêndice 4.12** Guião de entrevista semi-estruturada ao professor no final do 1º estudo - piloto (2000/2001) \*

**Apêndice 4.13** Perguntas do 1º Estudo (2000/2001) \*

**Apêndice 4.14** Perguntas formulada a partir de um texto. 1º Estudo (2000/2001) \*

**Apêndice 5.1** Manual para o programa <Q/Q>. 2º Estudo (2001/2002)\*

**Apêndice 5.2** Perguntas do Segundo Estudo (2001/2002).\*

**Apêndice 5.3** Análise dos questionários do 2º Estudo (2001/2002)\*

**Apêndice 5.4** Guião das entrevistas aos estudantes da Turma 1 e 2. 2º Estudo (2001/2002)\*\*

**Apêndice 5.5** Questionário para a turma 1 (2001/2002) \*\*

**Apêndice 5.6** Questionário para a turma 2 (2001/2002) \*

**Apêndice 5.7** Descrição das perguntas dos estudantes por dia do 2º Estudo (2001/2002) \*

**Apêndice 5.8** Perguntas formulada a partir de um texto. 2º Estudo (2001/2002)\*

**Apêndice 6.1** Desdobráveis do projecto <Q/Q>. 3º Estudo (2002/2003)\*

**Apêndice 6.2** Perguntas do 3º Estudo (2002/2003)\*

**Apêndice 6.3** Primeiro Questionário para os estudantes do 3º Estudo 2002/2003\*\*

**Apêndice 6.4** Segundo Questionário para os estudantes do 3º Estudo 2002/2003\*\*

**Apêndice 6.5** Perguntas de Ivete, Carla, Patrícia (2002/2003) \*

**Apêndice 6.6** Perguntas formulada a partir de um texto. 3º Estudo (2002/2003)\*

**Apêndice 8.1** Primeiro questionário, Terceiro Estudo (2002/2003)\*

**Apêndice 8.2** Segundo questionário, Terceiro Estudo (2002/2003)\*\*

**Apêndice 9.1** Perguntas formulada a partir de um texto. 1º Estudo Piloto (2000/2001)\*

## **ANEXOS**

**Anexo 4.1** Conteúdo do programa das disciplinas de Química I e II \*

**Anexo 4.2** Conteúdos das aulas práticas \*

### **Apêndice 4.3**

Questionário do final do primeiro semestre do 1º Estudo –  
Piloto (2000/2001)





## ***INQUÉRITO AOS ALUNOS DE QUÍMICA I***

Caro aluno(a):

O projecto **Questões em Química** foi pensado para desenvolver o seu interesse e curiosidade pela Química. Com este questionário pretende-se conhecer a sua opinião sobre alguns aspectos do projecto em curso, mas também identificar possíveis falhas, para que estas possam ser superadas. Neste sentido, pedimo-lhes o favor de responder com toda a sinceridade.

### **A. “Projecto Questões em Química”**

1. Na Universidade de Aveiro, sei que posso aceder a “Questões em Química” através de:

- Computadores <Q/Q> colocados nos corredores do Complexo Pedagógico
- Outros Computadores da Universidade de Aveiro
- Salas do Programa de Ensino à Distância da UA
- “Caixa de Questões” sempre à disposição no Laboratório 5
- Caderno de Laboratório
- Outros locais \_\_\_\_\_

2. Sobre a formulação de questões e a possibilidade de as fazer ao professor e aos colegas (utilize a seguinte escala):

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③      Sinto-me à vontade para fazer perguntas ao professor
- ① ② ③      Tenho receio de mostrar a minha falta de conhecimentos ao professor
- ① ② ③      Tenho receio que os colegas trocem de mim
- ① ② ③      Sei formular perguntas
- ① ② ③      Sinto grande dificuldade em escrever questões
- ① ② ③      Sou tímido(a), e não me sinto à vontade com a utilização das novas tecnologias
- ① ② ③      Domino as matérias, por isso não preciso fazer perguntas
- ① ② ③      Frequento as aulas sempre, por isso não preciso fazer perguntas
- ① ② ③      Sinto-me mais à vontade em fazer perguntas aos colegas

Outras Razões: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

3. Sobre as razões que considera contribuir para que se sinta mais motivado a fazer perguntas (utilize a seguinte escala):

① **Discordo**      ② **Sem opinião**      ③ **Concordo**

① ② ③      Frequência às aulas e mais estudo

① ② ③      O professor responder às perguntas com mais rapidez

① ② ③      Desenvolvimento de actividades de grupo

① ② ③      Um acesso fácil aos computadores na Universidade de Aveiro

Outras Razões: \_\_\_\_\_

4. Sobre o projecto “Questões em Química”

① **Discordo**      ② **Sem opinião**      ③ **Concordo**

① ② ③      Considero importante a oportunidade de escrever as minhas dúvidas durante a aula.

① ② ③      Prefiro colocar questões por escrito

① ② ③      Prefiro colocar questões oralmente

① ② ③      Prefiro colocar questões pessoalmente ao professor

① ② ③      As questões que escrevi ajudou ao professor a entender as minhas duvidas

① ② ③      Acho que o projecto “Questões em Química” não deveria continuar

① ② ③      Acho que o projecto “Questões em Química” deveria continuar por algum tempo

① ② ③      Acho que o projecto “Questões em Química” deveria continuar em Química II

① ② ③      Acho que projectos do tipo <Q/Q> deveria estender-se a todas as disciplinas

① ② ③      Acho que o projecto “Questões em Química” deveria melhorar em:

5. Se participou do projecto “Questões em Química”, colocando uma ou mais questões, apresente pelo menos uma razão para a sua participação:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Se não participou, colocando questões nos formatos sugeridos no projecto “Questões em Química”, apresente pelo menos uma razão para sua opção:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. Apresente as suas sugestões e críticas construtivas:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## B. Conhecimentos e acessos Informáticos.

8. Sobre o conhecimento informático (utilize a seguinte escala):

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③    Sei utilizar o Correio Electrónico  
 ① ② ③    Sei utilizar o Placard  
 ① ② ③    Consigo utilizar o Chat para conversar  
 ① ② ③    Faço facilmente pesquisas na Internet  
 ① ② ③    Sou capaz de instalar programas no computador  
 ① ② ③    Sei enviar ficheiros em anexo no Correio Electrónico e Placard  
 ① ② ③    Sei trabalhar com um processador de texto  
 ① ② ③    Tenho um bom nível global de conhecimentos informáticos (na óptica do utilizador)

9. Tenho o meu próprio computador com ligação à Internet

Sim     Não

10. Tenho acesso a um computador com ligação à Internet em:

Casa     Na Universidade     No emprego     Aveiro Digital

Outros \_\_\_\_\_

11. Tenho dificuldades em enviar mensagens através do programa “Questões em Química”?

Sim     Não     Não envio mensagens

Se respondeu “Sim”, especifique as suas dificuldade:

\_\_\_\_\_

12. Pensa ser necessário algum tipo de explicação para utilizar o programa “Questões em Química” antes de começar a usá-lo?

Sim     Não    **Sugestões:** \_\_\_\_\_

## C. Perfil do aluno(a)

13. Idade: \_\_\_\_\_ anos

14. Sexo

Feminino     Masculino

15. Ano de ingresso na Universidade \_\_\_\_\_

16. Curso que frequenta \_\_\_\_\_

17. Estatuto como aluno (assinale com um X a sua escolha):

Aluno Comum (Ordinário)     Aluno dirigente associativo     Aluno de alta competição

Trabalhador Estudante     Aluno Militar

18. É a primeira vez que frequenta a disciplina de Química I?

Sim     Não

Se respondeu “Não”, indique o número de matrículas anteriores:

---

19. Sobre o curso que frequenta (utilize a seguinte escala):

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③    O curso oferece boas saídas profissionais  
① ② ③    Escolhi este curso por sentir que tenho vocação  
① ② ③    Escolhi este curso devido à média de entrada ser baixa  
① ② ③    Escolhi por influência dos meus pais  
① ② ③    Escolhi por influência dos amigos  
① ② ③    Sinto-me satisfeito com o curso  
① ② ③    Foi a minha primeira escolha  
① ② ③    Estou satisfeito com os meus resultados no curso

20. Sobre a disciplina de Química I (utilize a seguinte escala):

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③    Sinto grande interesse pela disciplina  
① ② ③    Penso que esta disciplina é importante para o meu futuro profissional  
① ② ③    Se essa disciplina fosse opcional, frequentá-la-ia mesmo assim  
① ② ③    Gosto de estudar Química  
① ② ③    Sinto muitas dificuldades

***Obrigado pela sua colaboração!***

## **Apêndice 4.5**

Guião de entrevista semi-estruturada aos estudantes que  
formularam e aos que não formularam perguntas no 1º

Estudo



Guião de entrevista semi-estruturada aos estudantes que formularam e aos que não formularam perguntas no 1º Estudo Piloto (2000/2001)

### **Objectivos Gerais:**

Recolher dados que permitam conhecer a opinião

- Obter feedback dos estudantes sobre o projecto <Q/Q>.
- Perceber o que motivou os estudantes a formular perguntas através do projecto <Q/Q>
- Obter informações sobre o “porquê” de alguns estudantes não enviarem perguntas.
- Obter informações sobre as barreiras para a formulação de mais perguntas e que dificuldades tinham com o programa <Q/Q>.
- Obter informações sobre os comportamentos específico de certos estudantes (por exemplo: estudante que formulou perguntas em associação com um colega ou não).
- Obter informações dos estudantes sobre como melhorar os instrumentos e estratégias do projecto <Q/Q>.

### **GUIÃO DE ENTREVISTA PARA OS FORMULARAM PERGUNTAS.**

#### **Legitimação:**

Como passou as festas? Ficou com a família? Você é de Aveiro? De onde é? Que curso frequenta? Gosta do curso? O curso que frequenta foi a primeira escolha?...

Bem! Como deve saber o projecto “Questões em Química” foi pensado para desenvolver o seu interesse e curiosidade pela Química... No momento em que paramos para fazer uma pergunta passamos a ser um agente activo no processo da aprendizagem... Por essa razão nosso interesse em melhorar os métodos e instrumentos... Neste sentido ser-me-ia muito útil saber sua opinião... Agora! Para não dispersar a nossa conversa tirando notas, gostaria de gravá-la? Importa-se?

Objectivos específicos de cada pergunta da entrevista aos estudantes que formularam perguntas no 1º Estudo - Piloto (2000/2001):

Perguntas	Objectivo específico
<b>Projecto &lt;Q/Q&gt;</b>	
<p>1. Estava no primeiro dia em que o projecto foi apresentado pelo Prof. TDias? Entendeu logo e de uma forma clara os objectivos do projecto “Questões em Química” ou foi entendendo melhor à medida que o projecto decorria ?</p>	<p>Compreender se os estudantes entenderam as explicações iniciais dadas de com o projecto &lt;Q/Q&gt; funcionaria, ou só vieram a entender depois.</p>
<p>2. Quais as situações em que lhe surgem mais questões ? (nas aulas T, TP ou P, quando está a estudar...) Encontra alguma razão para isso?</p>	<p>Avaliar em que tipo de aula ou contexto surge mais perguntas para os estudantes.</p>
<p>3. Quando uma questão lhe ocorre durante a aula, consegue escrever a questão e, simultaneamente, continuar a dar atenção à aula?</p>	<p>Avaliar se os estudantes conseguem escrever suas perguntas no decorrer das aulas.</p>
<p>4. Alguma vez lhe surgiu uma questão durante as aulas T, TP, P ou mesmo quando estava a estudar e acabou por desistir de colocar essa questão em &lt;Q/Q&gt;? Quais as razão?</p>	<p>Avaliar se existiu alguma barreira para as perguntas que os estudantes tinham a intenção de enviar e acabou por desistir.</p>
<p>5. No seu entender quais dos instrumentos postos à sua disposição para colocar as suas questões contribuíram para que sentisse mais à vontade?</p>	<p>Avaliar qual dos instrumentos os estudantes utilizaram com maior à vontade.</p>
<p>6. O facto do projecto ser designado “Questões em Química”, condicionou o tipo de questões que gostaria de fazer?</p>	<p>Compreender como os estudantes entenderam o projecto Questões em Química.</p>
<p>7. Todas as dúvidas que colocou foram exclusivamente suas, ou escreveu também questões de outros colegas de turma ou mesmo de outras turmas?</p>	<p>Compreender se as perguntas dos estudantes eram exclusivamente suas ou de outras colegas.</p>
<p>8. É capaz de identificar algumas das razões que contribuíram para apresentar as suas questões? (por <b>Curiosidade</b>, para obter uma melhor explicação, <b>dúvida</b>, por economia de tempo, privacidade, o projecto estimulou)</p>	<p>Identificar algumas das razões que motivaram as perguntas dos estudantes.</p>
<p>9. Sobre o tempo que demorou a receber a resposta às suas questões. Esse facto contribuiu para que entretanto não fizesse novas questões?</p>	<p>Obter a opinião dos estudantes sobre o sistema de respostas as perguntas.</p>
<p>10. O que acha que poderia melhorar neste</p>	<p>Obter a opinião dos estudantes</p>

projecto? Por exemplo, acha que deveríamos continuar com todos os tipos de instrumentos de recolha de questões?	sobre alguns aspectos do projecto <Q/Q>
11. O facto da participação no projecto contar positivamente para a nota teve alguma influência no número ou qualidade das suas questões? (Fez questões para as quais já sabia a resposta ou sabia onde encontrar a resposta? Fez questões só para contar a sua participação no projecto?)	Avaliar a influência da “avaliação positiva” às perguntas na motivação dos estudantes em participar do projecto <Q/Q>. Avaliar a genuinidade das perguntas.
<b>Aspectos Tecnológicos</b>	
12. Consegue utilizar o correio electrónico do <Q/Q> sem dificuldades?	Avaliar a habilidade dos estudantes em enviar e-mails através do programa <Q/Q>
13. Sabia que poderia enviar mensagens para os colegas através do programa <Q/Q>?	Avaliar o nível de entendimento dos estudantes do programa <Q/Q>
14. Acha necessário algum tipo de explicação suplementar para utilizar <Q/Q>?	Avaliar a necessidade de estratégias e instrumentos para melhor explicar o uso do programa <Q/Q>
<b>15.</b> Qual a sua opinião sobre o programa <Q/Q>? (simples, complicado, pouco atractivo, ...) O que modificaria?	Avaliar o nível de entendimento dos estudantes do programa <Q/Q>

## GUIÃO DE ENTREVISTA PARA OS QUE NÃO FORMULARAM PERGUNTAS.

### Legitimação:

Como passou as festas? Ficou com a família? Você é de Aveiro? De onde é? Que curso frequenta? Gosta do curso? O curso que frequenta foi a primeira escolha?...

Bem! Como deve saber o projecto “Questões em Química” foi pensado para desenvolver o seu interesse e curiosidade pela Química ... No momento em que paramos para fazer uma pergunta passamos a ser um agente activo no processo da aprendizagem ... Por essa razão nosso interesse em melhorar os métodos e instrumentos ... Neste sentido ser-me-ia muito útil saber sua opinião ... Agora! Para não dispersar a nossa conversa tirando notas, gostaria de gravá-la? Importa-se?

Objectivos específicos de cada pergunta da entrevista aos estudantes que não formularam perguntas no Estudo Piloto (2000/2001):

Pergunta	Objectivo específico
<b>Projecto &lt;Q/Q&gt;</b>	
<b>1.</b> Estava no primeiro dia em que o projecto foi	Compreender se os estudantes

apresentado pelo Prof. TDias? Entendeu logo e de uma forma clara os objectivos do projecto “Questões em Química” ou foi entendendo melhor à medida que o projecto decorria?	entenderam as explicações iniciais dadas de com o projecto <Q/Q> funcionaria.
2. Alguma vez lhe surgiram uma questões durante as aulas T, TP, P ou mesmo quando estava a estudar e acabou por desistir de colocar essas questões em <Q/Q>? Que razões contribuíram para esses facto? Ou Quais as razões para essas suas decisões?	Avaliar se existiu alguma barreira para as perguntas que os estudantes tinham a intenção de enviar e acabou por desistir.
3. Quais as principais razões que o levaram a não apresentar questões? (tempo, não sentiu necessidade, as dúvidas foram respondidas no decorrer da aula, , não tem dúvidas ...)	Compreender quais as principais barreiras para os estudantes não enviar perguntas.
4. Sabia que a participação no projecto “Questões em Química” poderia contribuir positivamente para a nota final? Mesmo assim não pôs questões? Porquê?	Compreender porque a avaliação positiva ás perguntas não motivou estes estudantes a formular perguntas.
5. O facto do projecto ser designado “Questões em Química”, condicionou o tipo de questões que gostaria de fazer?	Avaliar se a limitação em formular perguntas em Química consistiu em alguma barreira na formulação de perguntas.
6. O que acha que poderia melhorar neste projecto? Por exemplo, acha que deveríamos continuar com todos os tipos de instrumentos de recolha de questões?	Obter a opinião dos estudantes sobre o que poderia melhorar no projecto <Q/Q>
7. O que poderia contribuir para passar a fazer questões aos professores?	Compreender o que poderia motivar os estudantes a passar a formular perguntas.
<b>Aspectos Tecnológicos</b>	
8. Utilizou o programa <Q/Q> para ver as questões dos colegas? Entrou no sistema pelo menos uma vez?	Confirmar se os estudantes que não formularam perguntas mas que mesmo assim acederam ao programa <Q/Q>
9. Conseguiu ver as respostas as questões sem dificuldades?	Confirmar se os estudantes que não formularam perguntas mas que mesmo assim acederam ao programa <Q/Q>
10. Sabia que poderia enviar mensagens para os colegas através do programa <Q/Q>?	



## **Apêndice 4.6**

Questionário do final do segundo semestre para a Turma  
Piloto (2000/2001)





## **INQUÉRITO AOS ALUNOS DE QUÍMICA II**

Caro aluno(a):

Durante todo este ano o projecto **Questões em Química** esteve consigo para desenvolver o seu interesse e curiosidade pela Química. Agora, queremos fazer uma avaliação deste projecto-piloto. Neste sentido, a sua opinião é muito importante para identificarmos possíveis falhas, para que possam vir a ser superadas. Pedimos-lhe novamente o favor de responder com toda a sinceridade.

**Nome:** \_\_\_\_\_ **N.º Mec. ou e-mail:** \_\_\_\_\_

### **A. “Projecto Questões em Química”**

1. **Na sua opinião, é importante formular questões porque** [marque APENAS UMA afirmação, a que mais se aproxime da sua opinião ou, então, acrescente outra(s)]:

- Desenvolve o raciocínio.
- Ajuda a encontrar as respostas.
- Facilita a aprendizagem.
- É apenas um bom exercício para a mente.
- Não acho importante formular questões.
- Outras razões \_\_\_\_\_

2. **Sobre a formulação de questões e a possibilidade de as fazer ao professor e aos colegas** (utilize a seguinte escala para marcar todas as afirmações):

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③    Sinto-me mais à vontade para fazer perguntas ao professor.
- ① ② ③    Tenho receio de mostrar a minha falta de conhecimentos ao professor.
- ① ② ③    O projecto <Q/Q> ajudou-me a fazer questões sem me expor perante os colegas.
- ① ② ③    Ainda sinto grande dificuldade em escrever questões.
- ① ② ③    Sinto-me mais à vontade agora do que no início do ano académico, para levantar questões.
- ① ② ③    Fui motivado a fazer questões por causa da avaliação positiva.
- Outras Razões: \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

3. **Leia com atenção (se necessário releia) o texto seguinte e formule pelo menos 2 questões** que este lhe sugira.

“Uma solução-tampão não experimenta uma variação de pH apreciável quando lhe for adicionada uma pequena quantidade de ácido ou base fortes. No geral, as soluções-tampão são formadas por um ácido fraco (HA) e pelo sal do respectivo anião ( $A^-$ ), ou por uma base fraca (B) e pelo sal do respectivo catião ( $BH^+$ ), ambos em quantidades elevadas e próximas. Um sistema “tamponado” é tão vital para a existência de um organismo vivo que a mais imediata ameaça à sobrevivência de uma pessoa com ferimentos ou queimaduras graves reside na possível mudança brusca do pH do sangue. Assim, uma das primeiras acções de socorro de um paramédico consiste na administração de fluidos intravenosos. ...” (Atkins, P and Jones, L. Chemistry 4<sup>th</sup>. Edition, p. 730.)

#### 4. Quando lhe surgem mais questões?

nas aulas Teóricas  nas aulas Teórico-Práticas  nas aulas Práticas  quando estou a estudar

outra: \_\_\_\_\_

Encontra alguma razão para isso?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### 5. Sabe se foi beneficiado na sua nota de Química I, por ter feito questões?

Sim  Não    Se sim, em quanto: \_\_\_\_\_     Não fiz questões.

6. **Sobre o projecto “Questões em Química II”**, indique a sua concordância/discordância em todas as afirmações:

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③ Pensei mais nas minhas questões de Química II do que das de Química I, antes de as escrever.
- ① ② ③ Senti vontade de escrever questões, mas acabei por desistir.
- ① ② ③ O projecto tornou-se desinteressante em Química II, por isso deixei de fazer questões.
- ① ② ③ Não gostei da nova forma de obter respostas às questões em Química II.
- ① ② ③ Os conteúdos de Química II são mais fáceis que os de Química I, por isso não fiz questões.
- ① ② ③ O meu nível de interesse pelo projecto <Q/Q> manteve-se constante em Química I e II.
- ① ② ③ Tive mais solicitações das outras disciplinas neste 2º semestre, por isso não escrevi questões.
- ① ② ③ Gostaria de pôr questões nas aulas Teóricas, caso houvesse oportunidade.
- ① ② ③ As aulas Práticas de Química II são mais fáceis do que as de Química I
- ① ② ③ Gostaria que as respostas às minhas questões fossem dadas nas aulas Teórico-Práticas.
- ① ② ③ Frequentei todas as aulas-conferência de Química I e II.
- ① ② ③ Verifiquei que em todas as aulas-conferência a que assisti me surgiram muitas questões.

Outras: \_\_\_\_\_

---

7. **Sobre os mini projectos de Química II**, indique a sua concordância/discordância em todas as afirmações:

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③ Considero que os mini projectos me ajudaram a fazer mais e melhores questões.
- ① ② ③ Gostaria de ter escolhido outro tema para o meu mini projecto.
- ① ② ③ Gostaria de ter optado por não participar no mini projecto.
- ① ② ③ O tema do meu grupo era muito interessante e motivante.
- ① ② ③ O meu grupo não teve tempo para as reuniões.
- ① ② ③ Gostaria de ter escolhido outros membros para o meu grupo.
- ① ② ③ Não estava motivado para desenvolver o tema com o meu grupo.
- ① ② ③ Gostaria que os objectivos dos mini projectos fossem mais claros.
- ① ② ③ O professor deveria ter dito o que deveríamos investigar em cada tema.
- ① ② ③ Se os mini projectos tivessem uma valorização maior estaria mais motivado.

Outras: \_\_\_\_\_

---

8. **O que é que mudou no projecto <Q/Q> de Química I para Química II** que considera como mais positivo e/ou negativo:

---



---



---



---

9. **Qual o assunto de Química I e II que mais lhe custou a estudar?** Que razões encontra para as dificuldades que encontrou? O que fez (ou poderia ter feito) para ultrapassar essas dificuldades?

---



---



---



---

10. **Apresente as suas sugestões e críticas construtivas:**

---



---



---



---

## B. Conhecimentos e acessos Informáticos.

11. **Sobre o seu conhecimento informático**, indique a sua concordância/discordância em todas as afirmações:

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③ Sinto que utilizo melhor o computador agora do que no primeiro semestre.
- ① ② ③ Continuo com o mesmo nível de conhecimentos de informática que tinha antes.
- ① ② ③ Lembro-me da *password* e de como obter acesso ao programa <Q/Q>.
- ① ② ③ Não gosto de fazer questões através do computador.
- ① ② ③ Gosto de fazer questões pelo computador porque não há risco de me expor perante os colegas.
- ① ② ③ Encontrei sempre um computador <Q/Q> à disposição e a funcionar nos corredores do Complexo Pedagógico.
- ① ② ③ Quando encontrei o computador <Q/Q> desligado, desisti de escrever a minha questão.
- ① ② ③ Preferia que as respostas fossem enviadas pelo computador.

12. **Agora tenho o meu próprio computador com ligação à Internet**

Sim     Não     Sempre tive

13. **Tenho acesso a um computador com ligação à Internet em:**

Casa     Na Universidade     No emprego     Aveiro Digital

Outros \_\_\_\_\_

14. **Quantos anos de Química teve no ensino secundário?**

---

*“Em ciência, existem questões ingénuas, questões enfadonhas, questões apresentadas de modo inadequado. Mas cada questão é sempre um grito para entender o mundo. Não existem perguntas estúpidas!”*

**Carl Sagan** (1934-1997).

***Obrigado pela sua colaboração!***

## **Apêndice 5.4**

Guião das entrevistas aos estudantes da Turma 1 e 2. 2º

Estudo (2001/2002)





## **APÊNDICE 5.4** Guião das entrevistas aos estudantes da Turma 1 e 2. Segundo Estudo (2001/2002)

### **Estudantes que formularam perguntas.**

#### **Legitimação**

Você é de Aveiro? De onde é? Que curso frequenta? Gosta do curso? O curso que frequenta foi a primeira escolha?... Bem! Como deve saber o projecto “Questões em Química” foi pensado para desenvolver o seu interesse e curiosidade pela Química... O objectivo dessa entrevista não é avaliar seu comportamento... Estamos interessados em obter informações sobre a opinião e participação dos estudantes no projecto <Q/Q>... O nosso principal interesse é melhorar os métodos e instrumentos que estamos usando no projecto <Q/Q>... Neste sentido ser-me-ia muito útil saber sua opinião... Agora! Para não dispersar a nossa conversa tirando notas, gostaria de gravá-la? Importa-se?

#### **Projecto “Questões em Química”:**

1. Como e quando tomou conhecimento do projecto “Questões em Química”?  
Entendeu logo e de uma forma clara os objectivos do projecto?
2. Recebeu o manual? Este ajudou-o ou ainda ficou com muitas dúvidas?
3. No seu entender, quais dos instrumentos postos à sua disposição para colocar as suas perguntas contribuíram para que se sintasse mais à vontade?
4. Tem ficado satisfeito com as respostas às suas perguntas?
5. Notamos que as perguntas que enviou foram sempre formuladas em associação com uma colega. O que a motivou a enviar estas perguntas em colaboração com outra pessoa? (não que seja proibido!)
6. Qual a importância que atribui ao facto de poder formular perguntas? Atribui algum “papel” a formulação de perguntas?
  - i. Consegue “ver” alguma importância na oportunidade de formular perguntas através do projecto <Q/Q>?
7. Como descreve as aulas Práticas? Estimulou-lhe a formular perguntas?

8. A nova estratégia usadas nas aulas Teórico-Práticas estimulou-lhe a formular perguntas?
9. Teve dificuldade de formular perguntas a partir da leitura do texto recomendado pelo professor (Aulas <Q/Q>)?
10. O que acha que poderia melhorar neste projecto? Por exemplo, acha que deveríamos continuar com todos os tipos de instrumentos de recolha de perguntas?

### **Aspectos Tecnológicos**

11. Sabe como enviar perguntas e como obter as respostas?
12. Desde quanto utiliza os computadores? Sente-se à vontade no seu uso?
13. Sabia que poderia enviar mensagens para os colegas através do programa <Q/Q>?
14. Acha necessário haver algum tipo de explicação suplementar para utilizar <Q/Q>? Tem ouvido algum comentário dos colegas sobre o programa <Q/Q>?
15. Qual a sua opinião sobre o programa <Q/Q>? (simples, complicado, pouco atractivo...) O que modificaria?

### **Estudantes que Não enviaram Perguntas.**

#### **Legitimação**

Você é de Aveiro? De onde é? Que curso frequenta? Gosta do curso? O curso que frequenta foi a primeira escolha?...

Bem! Como deve saber o projecto “Questões em Química” foi pensado para desenvolver o seu interesse e curiosidade pela Química... O objectivo desta entrevista não é avaliar seu comportamento... Estamos interessado em obter informações sobre a opinião e participação dos estudantes no projecto <Q/Q>... O nosso principal interesse é melhorar os métodos e instrumentos que estamos usando no projecto <Q/Q>... Neste sentido ser-me-ia muito útil saber sua opinião... Agora! Para não dispersar a nossa conversa tirando notas, gostaria de gravá-la? Importa-se?...

### **Projecto “Questões em Química”.**

1. Como e quando tomou conhecimento do projecto “Questões em Química”? Entendeu logo e de uma forma clara os objectivos do projecto?
2. Recebeu o manual? Este ajudou-o ou ainda ficou com muitas dúvidas?
3. Alguma vez lhe surgiu uma pergunta durante as aulas ou mesmo quando estava a estudar e acabou por desistir de colocar essas perguntas em <Q/Q>? Que razões contribuíram para esses factos? Ou quais as razões para a sua decisão de não enviar perguntas?
4. Como descreve as aulas Práticas? Estimulou-lhe a formular perguntas?
5. A nova estratégia usadas nas aulas Teórico-Práticas estimulou-lhe a formular perguntas?
6. Notamos que apesar de não ter enviado perguntas, acessou o programa <Q/Q> por diversas vezes. O que o motivou a entrar no programa? Chegou a ler as perguntas e respostas dos colegas?
7. Qual a importância que atribui ao facto de poder formular perguntas? Atribui algum “papel” a formulação de perguntas?
  - ii. Consegue “ver” alguma importância na oportunidade de formular perguntas através do projecto <Q/Q>?
8. O que poderia contribuir para passar a fazer perguntas aos professores?
9. O que acha que poderia melhorar neste projecto? Por exemplo, acha que deveríamos continuar com todos os tipos de instrumentos de recolha de perguntas?

### **Aspectos Tecnológicos**

10. Sabes como enviar perguntas e como obter as respostas?
11. Utilizou o programa <Q/Q> para ler as perguntas e as respostas dos colegas?
12. Desde quanto utiliza os computadores? Sente-se a vontade no seu uso?
13. Considerando que já tem certa capacidade de utilizar os computadores, nunca teve curiosidade em ler as perguntas e respostas dos colegas no programa <Q/Q>?

14. Sabia que poderia enviar mensagens para os colegas através do programa <Q/Q>?
15. Acha necessário haver algum tipo de explicação suplementar para utilizar <Q/Q>?  
Tem ouvido algum comentário dos colegas sobre o programa <Q/Q>?
16. Qual a sua opinião sobre o programa <Q/Q>? (simples, complicado, pouco atractivo...) O que modificaria?

## **Apêndice 5.5**

Questionário para a turma 1 (2001/2002)





## **INQUÉRITO AOS ALUNOS DE QUÍMICA**

Caro aluno(a):

Com este questionário pretende-se conhecer a sua opinião sobre alguns aspectos da sua participação no projecto **Questões em Química**. Neste sentido, pedimos-lhe que responda com toda a sinceridade.

### **A. “Questões em Química”**

1. **Sobre a formulação de perguntas e a possibilidade de as fazer ao professor e aos colegas** (indique se concorda ou discorda em todas as afirmações):

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③    Sinto-me à vontade para fazer perguntas ao professor.
- ① ② ③    Tenho receio de mostrar a minha falta de conhecimentos ao professor.
- ① ② ③    Tenho receio dos comentários dos colegas.
- ① ② ③    Sei formular perguntas.
- ① ② ③    Sinto grande dificuldade em escrever perguntas.
- ① ② ③    Domino as matérias, por isso não preciso de fazer perguntas.
- ① ② ③    Frequento as aulas sempre, por isso não preciso de fazer perguntas.
- ① ② ③    Sinto-me mais à vontade em fazer perguntas aos colegas.
- ① ② ③    Prefiro colocar perguntas por escrito.
- ① ② ③    Prefiro colocar perguntas oralmente.
- ① ② ③    Prefiro colocar perguntas pessoalmente ao professor.
- ① ② ③    Sou tímido e não gosto de pôr perguntas.

Outras Razões: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. **É importante formular perguntas porque** [marque APENAS UMA afirmação, isto é, a que mais se aproxime da sua opinião ou, então, acrescente outra(s)]:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Desenvolve o raciocínio.                | <input type="checkbox"/> Ajuda a encontrar respostas.            |
| <input type="checkbox"/> Facilita a aprendizagem.                | <input type="checkbox"/> É apenas um bom exercício para a mente. |
| <input type="checkbox"/> Não acho importante formular perguntas. | <input type="checkbox"/> Outras razões _____                     |

3. **Leia com atenção (se necessário releia) o texto seguinte e formule pelo menos 2 perguntas** que este lhe sugira.

“Uma solução-tampão não experimenta uma variação de pH apreciável quando lhe for adicionada uma pequena quantidade de ácido ou base fortes. No geral, as soluções-tampão são formadas por um ácido fraco (HA) e pelo sal do respectivo anião ( $A^-$ ), ou por uma base fraca (B) e pelo sal do respectivo catião ( $BH^+$ ), ambos em quantidades elevadas e próximas. Um sistema “tamponado” é tão vital para a existência de um organismo vivo que a mais imediata ameaça à sobrevivência de uma pessoa com ferimentos ou queimaduras graves reside na possível mudança brusca do pH do sangue. Assim, uma das primeiras acções de socorro de um paramédico consiste na administração de fluidos intravenosos. ...” (Atkins, P and Jones, L. Chemistry 4<sup>th</sup>. Edition, p. 730) (caso precise de mais espaço, por favor utilize o verso desta folha)

4. **Sobre as razões que considera contribuir para que se sinta mais motivado a fazer perguntas** (indique se concorda ou discorda em todas as afirmações):

① **Discordo**      ② **Sem opinião**      ③ **Concordo**

- ① ② ③      Fui motivado pela frequência às aulas.
- ① ② ③      Fui motivado pelo estudo individual.
- ① ② ③      Pelo envolvimento em actividades de grupo com os meus colegas.
- ① ② ③      O projecto <Q/Q> ajudou-me a fazer perguntas sem me expor perante os colegas.
- ① ② ③      Senti menor pressão psicológica dos meus colegas e professores.
- ① ② ③      Fui motivado a fazer perguntas por causa da avaliação positiva.
- ① ② ③      Sinto-me mais à vontade agora para levantar perguntas do que no início do ano académico.
- Outras Razões: \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

5. **Sobre a relação das perguntas com as aulas Práticas (P), Teórico-Práticas (TP) e Teóricas (T):**

① **Discordo**      ② **Sem opinião**      ③ **Concordo**

- ① ② ③      Foi nas aulas **Teóricas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③      Foi nas aulas **Teórico-Práticas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③      Foi nas aulas **Práticas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③      O facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo para as aulas **Práticas** estimulou-me a formular perguntas.
- ① ② ③      O facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo para as aulas **Práticas** deixou-me confuso.



- ① ② ③ Sinto que me envolvi nas aulas **Práticas** de Química mais do que em qualquer outra disciplina.
- ① ② ③ Os professores das aulas **Práticas** estimularam-me a pôr perguntas.
- ① ② ③ Procurei um colega que já tinha feito o trabalho **Prático** da semana para obter informações sobre como realiza-lo.
- ① ② ③ O facto de encontrar alguns materiais disponíveis para a aula **Prática** ajudou-me a obter “pistas” sobre como realizar a experiência.
- ① ② ③ A nova estratégia usadas nas aulas **Teórico-Práticas** estimulou-me a formular perguntas.
- ① ② ③ Preferiria que nas aulas **TP** se continuasse apenas com a resolução das fichas de exercícios.
- ① ② ③ Acho que os problemas apresentados nas aulas **TP** estimularam a minha participação.
- ① ② ③ Li sempre as páginas do Atkins recomendadas pelo professor.
- ① ② ③ Achei muito difícil formular perguntas a partir da leitura do Atkins.
- ① ② ③ Tenho dificuldade em compreender Inglês, por isso não li o Atkins.
- ① ② ③ Ler o Atkins facilitou-me e estimulou-me a formular perguntas.

**6. Se participou no projecto “Questões em Química”, colocando uma ou mais perguntas, apresente pelo menos uma razão para a sua participação:**

---



---

**7. Se não participou, colocando perguntas nos formatos sugeridos no projecto “Questões em Química”, apresente pelo menos uma razão para a sua opção:**

---



---

**8. Sobre a relação das perguntas com as respostas** (indique se concorda ou discorda em todas as afirmações).

- ① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**
- ① ② ③ Estou satisfeito com as respostas que recebi por escrito as minhas perguntas.
- ① ② ③ Nunca recebi resposta às minhas perguntas.
- ① ② ③ Senti que minhas perguntas eram respondidas no decorrer das aulas.
- ① ② ③ Li sempre as páginas do Atkins indicadas pelo professor nas suas respostas.

## **B. Conhecimentos e acessos Informáticos.**

**9. Sobre a relação das perguntas com o conhecimento informático.**

- ① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**
- ① ② ③ Sei utilizar o programa <Q/Q> para enviar perguntas.
- ① ② ③ Não li o manual que me foi entregue no inicio do semestre.
- ① ② ③ Compreendi claramente como utilizar o programa <Q/Q> lendo o manual.
- ① ② ③ Acho mais cómodo escrever as perguntas num papel do que envia-las pelo computador.
- ① ② ③ Prefiro enviar as minhas perguntas pelo computador porque são imediatamente recebidas.

- ① ② ③ Tentei enviar as minhas perguntas pelo computador, mas como ele estava sem acesso, escrevi-as num papel e coloquei-as na Caixa <Q/Q>.
- ① ② ③ Sei que posso enviar mensagens aos meus colegas pelo programa <Q/Q>.
- ① ② ③ Sei como encontrar as respostas às minhas perguntas através do programa <Q/Q>.
- ① ② ③ Li sempre as perguntas e respostas dos colegas no programa <Q/Q>.
- ① ② ③ Tenho um bom nível global de conhecimentos informáticos (na óptica do utilizador).

**10. Tenho o meu próprio computador com ligação à Internet**  Sim  Não

**11. Tenho acesso fácil a um computador com ligação à Internet em:**

Casa  Na Universidade  No emprego  Aveiro Digital  Outros \_\_\_\_\_

**12. Tenho dificuldades em enviar mensagens através do meu e-mail?**

Sim  Não  Não envio mensagens  Não tenho e-mail

**13. Sinto que tenho uma “barreira” para o uso do computador, porque:**

---

### C. Perfil do aluno(a)

14. Idade: \_\_\_\_\_ anos

15. Ano de ingresso na Universidade \_\_\_\_\_

16. Curso que frequenta \_\_\_\_\_

17. É a primeira vez que frequenta a disciplina de Química II?  Sim  Não

**18. Sobre a disciplina de Química:**

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

① ② ③ Sinto grande interesse pela disciplina.

① ② ③ Penso que esta disciplina é importante para o meu futuro profissional.

① ② ③ Se essa disciplina fosse opcional, frequentá-la-ia mesmo assim.

① ② ③ Gosto de estudar Química.

① ② ③ Sinto muitas dificuldades.

**19. Apresente as suas sugestões e críticas construtivas** (caso precise de mais espaço, por favor utilize o verso desta folha):

---



---

**Nome:** \_\_\_\_\_ **e-mail** ou **Nº Mec.** \_\_\_\_\_

**Outros:** \_\_\_\_\_

*“Em ciência, existem questões ingénuas, questões enfadonhas, questões apresentadas de modo inadequado. Mas cada questão é sempre um grito para entender o mundo. Não existem perguntas estúpidas!” Carl Sagan (1934-1997).*

***Obrigado pela sua colaboração!***

## **Apêndice 6.3**

Primeiro Questionário para os estudantes do 3º Estudo  
2002/2003





## INQUÉRITO AOS ALUNOS DE QUÍMICA

Caro aluno(a):

Com este questionário pretende-se detectar alguns dos seus conhecimentos sobre o tópicos que será discutido nas próximas aulas de Química I. Neste sentido, pedimos-lhe que responda com toda a sinceridade.

### A. “Termoquímica”

1. A temperatura de um bloco de madeira é maior, menor ou igual à temperatura do bloco de metal?

Ao pegarmos num bloco de madeira e noutro de metal em cada mão temos a sensação que o bloco de metal está mais frio do que o bloco de madeira (ver Figura 1). Entretanto, ao colocarmos um termómetro sobre os blocos (ver Figura 2) lemos a mesma temperatura para ambos. Como explica este facto?

Figura 1



Figura 2




---



---



---



---

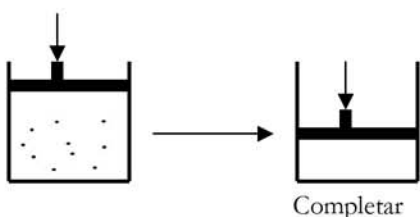


---



---

2. Um gás ideal é um gás de partículas pontuais não-interactuantes. Complete o esquema de modo a representar a compressão de um gás ideal, supondo que não há troca de calor com o exterior (compressão adiabática).



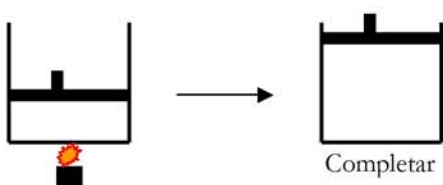
Como deve variar o volume?

Aumenta  Mantém-se  Diminui

Como deve variar a pressão?

Como espera que varie a temperatura?

3. Um gás ideal é aquecido dentro de um recipiente com um pistão móvel. O que acontecerá com a pressão, a temperatura e o volume do gás após o aquecimento. Explique fazendo referência ao comportamento das partículas do gás.



Como deve variar o volume?

Aumenta  Mantém-se  Diminui

Como deve variar a pressão?

Como espera que varie a temperatura?

4. Comentar a expressão de uso corrente “feche a porta para o frio não entrar”:

---



---



---

5. Considerar a reacção de combustão correspondente à queima de uma folha de papel.

→ é transferida como
   
 Calor
   
 Temperatura
   
 Trabalho
   
 Outro: \_\_\_\_\_
   
 Esta reacção deve ser:
   
 Exotérmica
   
 Endotérmica
   
 Nem Exotérmica nem Endotérmica

Numa máquina a vapor:

→ é transferida como
   
 Calor
   
 Temperatura
   
 Trabalho
   
 Outro: \_\_\_\_\_
   
 Esta reacção deve ser:
   
 Exotérmica
   
 Endotérmica
   
 Nem Exotérmica nem Endotérmica

Comentar as suas respostas:

---



---



---

6. Assinalar as afirmações correctas.

- Um processo espontâneo é um processo lento.
   
 Um processo rápido é um processo espontâneo.
   
 Um reacção espontânea é uma reacção rápida.
   
 Um reacção lenta é um reacção espontânea.
   
 Nenhuma das anteriores: \_\_\_\_\_

---



---



---

## B. Perfil do aluno(a)

7. Ano de ingresso na Universidade \_\_\_\_\_

8. Curso que frequenta \_\_\_\_\_

9. É a primeira vez que frequenta a disciplina de Química?  Sim  Não

10. Quanto anos de Química teve no Ensino Secundário \_\_\_\_\_

11. Quando é que estudou os conceitos de Entalpia, Entropia e Energia de Gibbs? Identifique algumas dificuldades que encontrou: \_\_\_\_\_

---



---



---

Nome: \_\_\_\_\_ N° Mec. \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_ Outros: \_\_\_\_\_

*Obrigado pela sua colaboração!*

## **Apêndice 6.4**

Segundo Questionário para os estudantes do 3º Estudo  
2002/2003







## INQUÉRITO AOS ALUNOS DE QUÍMICA

Caro aluno(a):

Com este questionário pretende-se conhecer a sua opinião sobre alguns aspectos da sua participação no projecto *Questões em Química*. Neste sentido, pedimos-lhe que responda com toda a sinceridade.

### A. “Terموquímica”

1. Ao pegarmos na maçaneta de metal de uma porta com uma mão e na porta, com a outra mão, temos a sensação que a maçaneta de metal está mais fria do que a porta de madeira. No entanto, se usarmos um termómetro verificamos que a temperatura é a mesma para ambos. Como explica este facto?




---

---

---

---

---

---

---

---

2. Comente a seguinte frase *‘o meu casaco é muito quentinho’*. Reformule a frase usando ‘linguagem científica’.




---

---

---

---

---

---

---

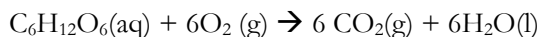
---

2. Leia com atenção (se necessário releia) o texto do Atkins que a seguir se apresenta, e formule pelo menos 2 questões que este lhe sugira.

(Assinale com uma cruz caso queira obter resposta às suas questões: )

“Mais de 50% da massa dos alimentos de uma dieta típica é tomada na forma de hidratos de carbono. Mas nem todos os hidratos de carbono são digeríveis. Por exemplo, a celulose não é digerida mas desempenha um papel importante como ‘fibra’ primária na nossa dieta., ajudando

o funcionamento dos intestinos. Os hidratos de carbono digeríveis são amidos e açúcares. O nosso organismo quebra-os em glicose, que é solúvel na corrente sanguínea e pode ser transportada para as células. Nas células animais a glicose é usada como combustível:



A entalpia padrão para a combustão da glicose é 22.8 MJ/mol (1MJ = 10<sup>6</sup>J), que corresponde a uma entalpia específica de 16kJ/g. Portanto, a oxidação de 1.0 g de glicose para dióxido de carbono e água produz 16kJ, que é energia suficiente para aquecer 1 L de água em aproximadamente 4°C. Queimamos 1 g de glicose em aproximadamente 1 minuto ao pedalar numa bicicleta, ou em cada 2 minutos quando estamos a estudar Química.”

(Atkins, P and Jones, L. Chemistry 4th. Edition, p. 254) Caso precise de mais espaço, por favor utilize o verso desta folha.

---



---



---



---



---



---



---

## B. Questões em Química

1. **Sobre a formulação de perguntas e a possibilidade de as fazer ao professor e aos colegas** (indique se concorda ou discorda em todas as afirmações):

① **Discordo**      ② **Sem opinião**      ③ **Concordo**

- ① ② ③      Sinto-me à vontade para fazer perguntas ao professor.
- ① ② ③      Tenho receio de mostrar a minha falta de conhecimentos ao professor.
- ① ② ③      Tenho receio dos comentários dos colegas.
- ① ② ③      Sei formular perguntas.
- ① ② ③      Sinto grande dificuldade em escrever perguntas.
- ① ② ③      Domino as matérias, por isso não preciso de fazer perguntas.
- ① ② ③      Frequento as aulas sempre, por isso não preciso de fazer perguntas.
- ① ② ③      Sinto-me mais à vontade em fazer perguntas aos colegas.
- ① ② ③      Prefiro colocar perguntas por escrito.
- ① ② ③      Prefiro colocar perguntas oralmente.
- ① ② ③      Prefiro colocar perguntas pessoalmente ao professor.
- ① ② ③      Sou tímido e não gosto de pôr perguntas.

Outras Razões: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. **É importante formular perguntas porque** [marque APENAS UMA afirmação, isto é, a que mais se aproxime da sua opinião ou, então, acrescente outra(s)]:

- Desenvolve o raciocínio.
- Ajuda a encontrar respostas.
- Facilita a aprendizagem.
- É apenas um bom exercício para a mente.
- Não acho importante formular perguntas.
- Outras razões \_\_\_\_\_



3. **Sobre a relação das perguntas com as aulas Práticas (P), Teórico-Práticas (TP) e Teóricas (T):**

- ① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**
- ① ② ③    Foi nas aulas **Teóricas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③    Foi nas aulas **Teórico-Práticas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③    Foi nas aulas **Práticas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③    O facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo para as aulas **Práticas** estimulou-me a formular perguntas.
- ① ② ③    O facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo para as aulas **Práticas** deixou-me confuso.
- ① ② ③    Sinto que me envolvi nas aulas **Práticas** de Química mais do que em qualquer outra disciplina.
- ① ② ③    Os professores das aulas **Práticas** estimularam-me a pôr perguntas.
- ① ② ③    Procurei um colega que já tinha feito o trabalho **Prático** da semana para obter informações sobre como realiza-lo.
- ① ② ③    O facto de encontrar alguns materiais disponíveis para a aula **Prática** ajudou-me a obter “pistas” sobre como realizar a experiência.
- ① ② ③    As aulas **Teórico-Práticas** estimularam-me a formular perguntas.
- ① ② ③    Preferiria que as aulas **TP** fossem apenas com a resolução das fichas de exercícios.
- ① ② ③    Gosto(ei) das aulas **TP** com resolução de problemas usando um livro de dados.
- ① ② ③    Acho que os problemas apresentados nas aulas **TP** estimularam a minha participação.
- ① ② ③    Costumo ler o livro do Atkins recomendado pelo professor.
- ① ② ③    Achei muito difícil formular perguntas a partir da leitura do Atkins.
- ① ② ③    Tenho dificuldade em compreender Inglês, por isso não leio Atkins.
- ① ② ③    Ler o Atkins facilitou-me e estimulou-me a formular perguntas.
- ① ② ③    Entendi que as perguntas a serem formuladas eram somente sobre curiosidades em Química.

Nome: \_\_\_\_\_ N° Mec. \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_ Outros: \_\_\_\_\_

*Obrigado pela sua colaboração!*

## **APÊNDICES**

(\*\*Impresso)

(\*pdf no CD-ROM)

**Apêndice 2.1** Artigos que utilizam o termo “active learning” (2000-2004) \*

**Apêndice 3.1** Grade de observação das aulas teóricas e teórico-práticas \*

**Apêndice 4.1** Manual do programa <Q/Q> \*

**Apêndice 4.2** Sequência dos dias de aulas com alguma relevância para o projecto <Q/Q> no primeiro semestre do 1º estudo – Piloto (2000/2001) \*

**Apêndice 4.3** Questionário do final do primeiro semestre do 1º Estudo – Piloto (2000/2001) \*\*

**Apêndice 4.4** Quadro de análise do questionário do final do primeiro semestre do 1º Estudo \*

**Apêndice 4.5** Guião de entrevista semi-estruturada aos estudantes que formularam e aos que não formularam perguntas no 1º Estudo \*\*

**Apêndice 4.6** Questionário do final do segundo semestre para a Turma Piloto (2000/2001)\*\*

**Apêndice 4.7** Quadro de análise do questionário do 2º semestre do 1º Estudo (2000/2001) \*

**Apêndice 4.8** Qualidade das Perguntas do 1º Estudo (2000/2001) \*

**Apêndice 4.9** Sequência dos dias de aulas com alguma relevância para o projecto <Q/Q> no 2º semestre do 1º Estudo (2000/2001) \*

**Apêndice 4.10** Questionário do final do 2º semestre para a turma de comparação 2000/2001\*

**Apêndice 4.11** Perguntas e grades de classificação para validação dos instrumentos de análise da “qualidade” das perguntas\*

**Apêndice 4.12** Guião de entrevista semi-estruturada ao professor no final do 1º estudo - piloto (2000/2001) \*

**Apêndice 4.13** Perguntas do 1º Estudo (2000/2001) \*

**Apêndice 4.14** Perguntas formulada a partir de um texto. 1º Estudo (2000/2001) \*

**Apêndice 5.1** Manual para o programa <Q/Q>. 2º Estudo (2001/2002)\*

**Apêndice 5.2** Perguntas do Segundo Estudo (2001/2002).\*

**Apêndice 5.3** Análise dos questionários do 2º Estudo (2001/2002)\*

**Apêndice 5.4** Guião das entrevistas aos estudantes da Turma 1 e 2. 2º Estudo (2001/2002)\*\*

**Apêndice 5.5** Questionário para a turma 1 (2001/2002) \*\*

**Apêndice 5.6** Questionário para a turma 2 (2001/2002) \*

**Apêndice 5.7** Descrição das perguntas dos estudantes por dia do 2º Estudo (2001/2002) \*

**Apêndice 5.8** Perguntas formulada a partir de um texto. 2º Estudo (2001/2002)\*

**Apêndice 6.1** Desdobráveis do projecto <Q/Q>. 3º Estudo (2002/2003)\*

**Apêndice 6.2** Perguntas do 3º Estudo (2002/2003)\*

**Apêndice 6.3** Primeiro Questionário para os estudantes do 3º Estudo 2002/2003\*\*

**Apêndice 6.4** Segundo Questionário para os estudantes do 3º Estudo 2002/2003\*\*

**Apêndice 6.5** Perguntas de Ivete, Carla, Patrícia (2002/2003) \*

**Apêndice 6.6** Perguntas formulada a partir de um texto. 3º Estudo (2002/2003)\*

**Apêndice 8.1** Primeiro questionário, Terceiro Estudo (2002/2003)\*

**Apêndice 8.2** Segundo questionário, Terceiro Estudo (2002/2003)\*\*

**Apêndice 9.1** Perguntas formulada a partir de um texto. 1º Estudo Piloto (2000/2001)\*

## **ANEXOS**

**Anexo 4.1** Conteúdo do programa das disciplinas de Química I e II \*

**Anexo 4.2** Conteúdos das aulas práticas \*

## ANEXO 4.1 Conteúdo do programa das disciplinas de Química I e II

### QUÍMICA I

---

#### 1. Água e soluções aquosas.

---

A água como substância singular: breve referência inicial às suas propriedades mais importantes. Composição e estrutura molecular da água. Ligação de hidrogénio. Gelo e hidratos de gás. Comparação das propriedades físicas da água com as de outras substâncias: densidade em função da temperatura, máximo da densidade, diagrama de fases, temperatura de ebulição, capacidade calorífica, tensão superficial, constante dielétrica. Relação com a estrutura da água. Autoionização da água e carácter anfotérico. A água como solvente: soluções de electrólitos e de não-electrólitos. “Água dura” e permuta iónica por zeólitos. Destilação: outra maneira de purificar a água. Osmose inversa e dessalinização da água.

#### 2. Arquitectura molecular: estrutura, forma e organização.

Estrutura atómica da matéria e microscopia de efeito de túnel. Electrões num átomo: distribuição espacial – orbitais no átomo H, números quânticos, spin do electrão e experiência de Stern-Gerlach – e distribuição de energias – energias das orbitais e espectroscopia fotoelectrónica. Configurações electrónicas e quadro periódico. Estrutura e forma moleculares: ligações covalentes equivalentes – hibridação de orbitais atómicas – e modelo da repulsão de pares de electrões de valência. Ligações  $\pi$ . Polaridade das ligações e diferença de electronegatividades de átomos ligados. Estruturas de ressonância. O átomo de carbono como elemento estrutural na construção de edifícios moleculares e cristalinos. Benzeno e estruturas de Kekulé. Energia de ressonância do benzeno. Referência a hidrocarbonetos aromáticos policíclicos: naftaleno, antraceno e fenantreno. Grafite e diamante. Referência à obtenção do adamantano e à síntese do dodecaedrano. Fullerenos: especial referência à descoberta e simetria da molécula  $C_{60}$ . Dos níveis às bandas: isoladores, condutores, semicondutores. Dopagem de tipo n e de tipo p, de semicondutores. Referência ao díodo emissor de luz e ao laser de semicondutor. Supercondutividade. Sistemas coloidais. Efeito de Tyndall. Formação de micelas em meios óleo-em-água e água-em-óleo. Polímeros tixotrópicos. Cristais líquidos: mesofases (esméctica, nemática) e cristais líquidos (termotrópicos e liotrópicos). Anisotropia de propriedades ópticas.

#### 3. Energética química. Entalpia.

Calor, trabalho e variação da energia interna de um sistema: a Primeira Lei da Termodinâmica. Universo de uma transformação e conservação de energia. Calorimetria e capacidades caloríficas. Calores a volume e a pressão constantes. Variação de entalpia de um sistema. Entalpia-padrão de fusão e de vaporização. Curva de aquecimento de uma substância. Lei de Hess. Entalpia de formação padrão. Entalpia média de ligação. Propriedades termoquímicas de combustíveis e alimentos.

#### 4. Transformações espontâneas. Entropia.

Máquinas térmicas. Enunciados de Kelvin e de Clausius. Conceito operacional de entropia. Rendimento máximo de máquina térmica. Rendimentos de estações termoeléctricas, centrais nucleares, motores de automóvel versus rendimentos teóricos máximos. Energia não-livre e energia livre (para realizar trabalho). Cociente de reacção e variação da energia de Gibbs. Constante de equilíbrio e energia de Gibbs padrão.

---

## QUÍMICA II

---

### 5. Ácidos e bases.

Ácidos e bases de Bronsted-Lowry. Frações das espécies HA e A<sup>-</sup> em função do pH. Soluções tampão. Cálculo do pH de uma solução aquosa: solução geral e aproximações. Indicadores. Ácidos polipróticos: frações das espécies H<sub>2</sub>A, HA<sup>-</sup>, A<sup>2-</sup> em função do pH. Ácidos e bases de Lewis.

### 6. Electroquímica.

Reacções de oxidação-redução. Acerto de equações de oxidação-redução. Células galvânicas. Potencial de célula e energia de Gibbs. Potencial padrão. Equação de Nernst. Constantes de equilíbrio. Medidores de pH. Pilhas e baterias. Células de combustível. Corrosão e sua prevenção.

### 7. Cinética química.

Velocidade de uma reacção química e factores de que depende. Velocidades de reacção e concentrações dos reagentes. Ordem de reacção. Reacções químicas de diferentes ordens. Determinação da equação de velocidade: método das velocidades iniciais. Relações concentrações-tempo. Meia-vida: as reacções de 1.<sup>a</sup> ordem. Visão microscópica das velocidades de reacção: teoria das colisões. Temperatura e energia de activação: a equação de Arrhenius. Mecanismos de reacções. Mecanismos propostos e marcação isotópica. Catálise enzimática. Conversores catalíticos.

### 8. Química nuclear.

Decaimento nuclear espontâneo e conversão massa-energia. Nuclídeos. Processos elementares de decaimento nuclear. Acerto de reacções nucleares. Variações de massa e de energia em reacções nucleares. Energia de ligação de nuclídeo. Padrões de estabilidade dos núcleos. Fissão e fusão nucleares. Detecção e medição da radioactividade. Cinética de reacções nucleares. Datação através de decaimento nuclear espontâneo. Radioactividade em Medicina. Reacções nucleares nas estrelas: a síntese dos núcleos.

### 9. Química do carbono. Polímeros.

Ligações carbono-carbono. Hidrocarbonetos (alcanos, alcenos, alcinos, hidrocarbonetos aromáticos): características estruturais e reactividade química. Reacções de adição a alcenos. Compostos orgânicos segundo os grupos funcionais mais importantes: álcoois, éteres, fenóis, aldeídos e cetonas, ácidos carboxílicos e ésteres, aminas e amidas. Reacções de substituição e de eliminação em álcoois. Reacções de condensação. Condensação de ácidos gordos de cadeia longa com glicerol: óleos e gorduras. Polímeros de condensação: poliésteres e poliamidas. Aminoácidos e proteínas. Polímeros de adição. Biopolímeros: proteínas, hidratos de carbono e ácidos nucleicos.

---

## Anexos 4.2 Conteúdos das aulas práticas.

### 1.º Semestre 2000/2001(Química I)

**1. Número de Avogadro: estimativa da ordem de grandeza.** Formação de uma película de ácido esteárico à superfície de água, correspondente a uma monocamada de ácido. Estimativa da ordem de grandeza do número de Avogadro, a partir da área.

**2. Detecção da presença de iões em soluções aquosas.** Construção de um detector simples da presença de iões em soluções aquosas. Aplicação a soluções de electrólitos fortes, fracos e de não-electrólitos.

**3. Entalpia de combustão de um óleo vegetal.** Construção de calorímetro rudimentar. Aplicação à determinação da entalpia de combustão de um óleo alimentar.

**4. Pressão de vapor de água.** Determinação experimental da pressão de vapor de água a diferentes temperaturas. Utilização destes resultados para determinação da entalpia de vaporização da água.

**5. Soluções coradas: estudo espectrofotométrico.** Utilização de um colorímetro para determinação do espectro de absorção de substâncias coradas na região do visível. Correlação espectro-cor.

**6. Estequiometria de um complexo: o método de Job.** Determinação experimental da estequiometria de um complexo pelo método das variações contínuas (método de Job). Determinação experimental da constante de formação do complexo.

**7. Fórmula de um hidrato:** determinação da água de hidratação (trabalho a planear pelo estudante). Determinação da água de hidratação na fórmula do sulfato de cobre hidratado,  $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}(s)$ .



## 2.º Semestre 2000/2001 (Química II)

**8. Constante de ionização de um indicador ácido-base.** Determinação experimental da constante de ionização de um indicador ácido-base.

**9. Química da vitamina C.** Determinação do teor de vitamina C num comprimido comercial, recorrendo às propriedades redutoras da vitamina C.

**10. Potenciais de redução: sua ordenação.** Realização de experiências para ordenação dos pares  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu}(\text{s})$ ,  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})/\text{Fe}(\text{s})$ ,  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})/\text{Zn}(\text{s})$  e  $\text{H}^{+}(\text{aq})/\text{H}_2$ , segundo a capacidade de redução do respectivo ião.

**11. Pilha de concentração  $\text{SnCl}_2/\text{Sn}$ .** Célula galvânica  $\text{SnCl}_2/\text{Sn}$  de concentração, em montagem em recipiente único, sem condutores exteriores. Célula electroquímica correspondente à anterior, construída a partir de duas semi-células e condutores exteriores. Medição do respectivo potencial de célula.

**12. Ciclo do cobre.** Realização de uma sequência de reacções em ciclo envolvendo o elemento cobre, iniciadas e finalizadas com cobre. Determinação da percentagem de recuperação do cobre.

**13. Cinética da redução ião dicromato a Cr(III).** Redução do ião dicromato a crómio (III) pelo etanol, em largo excesso de etanol e de hidrogénio. Determinação experimental da ordem específica relativa ao ião dicromato.

**14. Cristalização fraccionada.** (trabalho a planear pelo estudante) Cristalização separada do sulfato de cobre e do ácido salicílico, a partir de soluções com estes dois solutos. Utilização dos solventes água e etanol.

## Apêndice 2.1 – Artigos que utilizam o termo “Active Learning”

Relação dos artigos que utilizam o termo “Active Learning”, nos seguintes jornais:

1. International Journal of Science Education (IJSE)
2. Journal of Research in Science Teaching (JRST)
3. Science Education (SE)
4. University Chemistry Education (UCE)
5. Chemistry Education: Research and Practice (CERP)

**Tabela 1:** Artigos que utilizam o termo “active learning” no período de 2000 à 2004

	<i>IJSE</i>	<i>JRST</i>	<i>SE</i>	<i>UCE</i>	<i>CERP</i>	
2000	2* (3)**	6(68)	2(4)	1(5)	-	<b>11(80)</b>
2001	5(23)	2(2)	1(2)	1(2)	2(6)	<b>11(35)</b>
2002	6(7)	1(1)	1(9)	2(8)	-	<b>10(25)</b>
2003	4(6)	4(7)	2(2)	-	2(14)	<b>12(29)</b>
2004	3(3)	3(4)	4(6)	1(1)	3(3)	<b>14(17)</b>
	<b>20(42)</b>	<b>16(82)</b>	<b>10(23)</b>	<b>5(16)</b>	<b>7(23)</b>	<b>58(186)</b>

\*Número de artigos, \*\*Número de menções do termo “active learning”.

**Tabela 2:** International Journal of Science Education (2000-2004)

<b>Artigo</b>	<b>Nível Escolar</b>	<b>Área Disciplinar</b>	<b>Definição de "Active Learning"</b>	<b>Estratégias de "Active Learning"</b>
(Labudde et al., 2000)	Secundário	Física	Não há definição formal. O termo "active learning" é usado apenas uma vez.	" <b>Active and interactive learning</b> environments have to be created whenever possible: e.g. hands-on-activities; little 'research-projects'; group-discussions; presentations of students and writing essays or designing posters. Teaching methods are favoured that enhance co-operation and communication between student-student and teacher-student." (p. 147)
(Dawson, 2000)	Primário	Ciência	Não há definição formal. O termo "active learning" é usado duas vezes.	"In the 1997 data, girls are seen to have given much lower ratings to the grouping of copying items, and higher ratings to <b>active learning</b> activities than they did in 1980. Boys rated the creative activities more highly in 1997. Clearly copying and the reception of information were unpopular for both sexes, whereas audiovisual, creative and, especially, <b>active learning</b> approaches were rated positively." (p. 563)
(Chapman, 2001)	Universitário	Biologia	Não há uma definição directa, mas o autor deixa subentender o que compreende por "active learning". O termo é usado dez vezes. Por exemplo "The problem addressed in this work is the need to redesign college introductory biology courses so that they emphasize <b>active learning</b> and higher-order reasoning skills. (p. 1157)	"The implementation thus included concept oriented content, specific instruction in scientific thinking and higher order reasoning skills, use of assessments that evaluated inductive, deductive and hypothetical reasoning skills and problem-solving ability, and use of <b>active-learning</b> methods that required students to share responsibility for their learning." (p.1160)
(Buncick et al., 2001)	Universitário	Física	O termo é usado oito vezes. "Active learning models include full	"Several active learning classes have been developed that work within the lecture. In these models, short lecture

			studio models, discovery labs, lecture-based models and recitation-based models.” (p.1240)	sessions are followed by individual student activities and peer discussion. Models of this type are Peer Instruction ConcepTests (Mazur 1996) and Active Learning Problem Sheets (ALPS) (Heuvelen 1994). Recently, Sokoloff and Thornton have introduced the Interactive Lecture Demonstration (IDL) based on their laboratory curriculum, Tools for Scientific Thinking, and the microcomputer-based laboratory (MBL) tools (Sokoloff and Thornton 1997). This approach to active learning - where the lecture is not replaced but modified - is similar to our approach with road map demonstrations.” (p. 1240)
(Kinchin, 2001)	Secundário	Biologia	Usa apenas uma vez o termo, ao dizer: “Concept mapping is an <b>active learning</b> tool with numerous uses in the biology classroom, including planning, teaching, revision and assessment (e.g. Edmondson 2000, Kinchin 2000a).” (p. 1257)	“Concept mapping is an <b>active learning</b> tool...” (p.1257)
(Tal et al., 2001)	Secundário	CTS	Usa o termo três vezes, mas não o define.	Meaning of learning was perceived by teachers (both pre- and post-stages) as <b>active learning</b> (130%), autonomous learner (about 20%), self-thinking development (140%) and knowledge enrichment (about 10%)
(Yan Yip, 2001)	Secundário	Biologia	Usa o termo apenas uma vez, mas não o define.	“For these activities (interactive learning activities) to be effective in promoting <b>active learning</b> , pupils should be arranged to work in small groups and allowed to present their ideas for class discussion.” (p.767)
(Gao & Watkins, 2002)	Secundário	Física	Usa o termo apenas uma vez, mas não o define. “Some conceptions identified by other researchers in the literature shared ideas in common with the Attitude Promotion conception identified in this research. For example, Dunkin (1990) identified a	

			conception of 'teaching as motivating learning', and Martin and Balla (1990) identified a conception viewing 'teaching as encouraging <b>active learning</b> .' (p.72)	
(Cho, 2002)	Secundário - universitário	CTS- Química	"Teachers should play various roles such as curriculum developer and community collaborator, and be equipped with a list of competencies such as communication skills and ability to encourage and facilitate student active learning." (p.1022)	
(Justi & Gilbert, 2002)	Secundário	Química e Biologia	Usa o termo apenas uma vez, mas não o define.	"We think that such kinds of activities (models and modelling activities) would both result in teachers' <b>active learning</b> and contribute to the important shift in emphasis in science education." (p.1289)
(Chin et al., 2002)	Secundário	Química	Usa o termo apenas uma vez, mas não o define.	The study by Marbach-Ad and Sokolove (2000) found that students from 'active learning', co-operative groups (which focused on question-asking) were able to pose better and higher level questions than those taught in a traditional lecture format." (p.546)
(McSharry & Jones, 2002)	Adultos	Ciência	Usa o termo apenas uma vez, mas não o define.	"The alternative view is one of individuals being able to use the mass media as a kind of <b>active learning</b> device, using whatever information they require from it, whenever they require it, in an objective way (Barwise and Ehrenberg 1988)." (p.488)
(Huppert et al., 2002)	Secundário	Informática, Biologia e Matemática	Usa o termo apenas uma vez, mas não o define.	The students noted the results shown on the computer screen from a set of simulated experiments in their notebooks and were asked to enter them back in the computer in order to find their impact on the investigated dependent variables. These activities stimulated the students to <b>active learning</b> which may have influenced students' cognitive domain, since learners were required to make decisions and solve problems if asked to decide

				what range of the data to enter into the computer simulations regarding the variables investigated.” (p.808)
(Rop, 2002)	Secundário	Química	Usa o termo apenas uma vez, mas não o define.	Marbach-Ad and Sokolove (2000) suggest that even if teachers feel uncomfortable about not covering enough content material in an active learning classroom, they should try as much as possible to encourage thoughtful student questions because they can be indicators of student thinking” (p.14)
(Zohar & Sela, 2003)	Secundário	Física		“Such pedagogies include the following components: assessment and use of students’ prior knowledge to construct new knowledge; concept mapping to reveal misconceptions and assess conceptual change; <b>active learning</b> contexts for students; constructing models; class discussions; a democratic non-authoritarian teaching style; co-operative group work; science inquiries; and diverse assessment practices (e.g. Hart 1996, Hilderbrand 1996, Lewis 1996, Aramblula-Greenfield and Feldman 1997, Haussler et al. 1998, Labudde et al. 2000).” (p.
(Hodson, 2003)		Ciência	Utiliza duas vez o termo. “Teaching and learning methods have been extended in interesting new directions: there is now much less emphasis on the acquisition of factual knowledge via direct instruction and correspondingly greater emphasis on <b>active learning</b> ; there are more opportunities for students to engage in their own scientific investigations...” (p.647)	It (Politicization of science education) can provide increased opportunities for <b>active learning</b> , collaborative learning and direct experience of the situatedness of scientific and technological practice.(p. 654)
(Brill et al., 2004)	Secundário	Biologia	“Curricula in science education should, therefore, encourage <b>active learning</b> , and allow opportunities for students to construct their own knowledge.” (p.497)	

(Geelan et al., 2004)	Secundário	Física		“Teaching for understanding is an agenda for educational reform that has been receiving significant interest in international educational communities since the late 1980s (McLaughlin and Talbert 1993, Prawat 1989, Rutherford and Ahlgren 1990, Wiske 1998). In some other contexts it is called ‘active learning’ (Organisation for Economic Co-operation and Development, 1993), ‘adventurous teaching’ (Cohen 1988), ‘higher-level cognitive learning’ (Tobin et al. 1990), and ‘teaching for the twenty-first century’ (America 2000 1991).” (p.448)
(Barbosa et al., 2004)	Universitário	Química		“While small-group discussions have been advocated for a number of years as one of a range of learner-centred teaching approaches or ‘ <b>active learning</b> ’ strategies, the case studies reported here illustrate both the mechanisms and advantages of this way of working. These particular approaches have significantly increased learners’ autonomy over the learning activity, and have acted as a means of stimulating students’ interest in what they are studying.” (p.946)

**Tabela 3:** Journal of Research in Science Teaching (2000-2004)

<b>Artigo</b>	<b>Nível Escolar</b>	<b>Área Disciplinar</b>	<b>Definição de "Active Learning"</b>	<b>Estratégias de "Active Learning"</b>
(Willson et al., 2000)	Universitário	Física	Usa três vezes o termo “active learning”, mas não o define.	“Physics learning has been promoted over the last decade from an active learning perspective (Hestenes, Wells, & Swakhammer, 1992; Redish, 1994; Thacker, Kim, &

				Trefz, 1994; Thornton & Sokoloff, 1994; Goldberg & Bendall, 1995; Reif, 1995; Gautreau, 1997; Laws, 1997; Hake, 1998)” (p. 1114)
(Chin & Brown, 2000)	Secundário	Química	Usa apenas uma vez o termo e não define.	“Tsai (1998) found that students having constructivist epistemological beliefs engaged in more active learning as well as used more meaningful strategies when learning science, whereas students having epistemological beliefs more aligned with empiricism tended to use more rote-like strategies because they believed science was like a collection of correct facts.” (p.113)
(Iqbal & Shayer, 2000)	Secundário	Ciência	Usa três vezes o termo, mas não o define	“In government schools, teachers spent 6.02% of the time on active learning, 7.25% on enhanced reception learning, and 90.95% on reception learning, while in private schools, teachers spent 7.25%, 7.14% and 85.56% of the time on active, enhanced reception learning, and reception learning, respectively. In a well-managed CASE lesson, the relative proportions may be (Figure 2) 70% active learning, 20% enhanced reception learning (where the teacher intervenes with interpretations and suggestions of her own), and 10% reception learning (where the teacher tells the students how to use apparatus, etc.). In other science lessons where some of the time may be given to bridging to TS lessons where a relevant reasoning pattern has been involved, the proportion of time spent in active learning would also increase.” (p.272)
(Hart et al., 2000)	Secundário	Ciência	Usa apenas uma vez o termo e não define.	“Renner, Abraham, and Birnie (1985a, 1985b) examined ways of making the laboratory an active learning environment for students and found that discussion was pivotal. The importance of this finding is in ways enhanced by the observation that a large number of science teachers struggle with discussion as a pivotal concept in laboratory work.” (p.665)
(Kelly & Anderson, 2000)			Usa apenas uma vez o termo e não	“A second theme manifest across a number of these



			define.	articles concerns active construction of patterns and models. It is common wisdom that `` <b>active learning</b> '' is essential for understanding. These articles go beyond that platitude, though, by exploring the kinds of activity that lead tounderstanding. In particular, we see in these articles the importance of pattern-finding and model-building activities.” (p.758)
(Marbach-Ad & Sokolove, 2000)	Universitário	Biologia	Usa o termo “active learning” 59 vezes: “ <b>Active learning</b> using cooperative groups is an instructional technique that requires students to work together in small, fixed groups on a structured learning task (Cooper, Prescott, Cook, Smith, & Mueck, 1990).” (p.856)	The <b>active learning</b> class employs many innovative approaches including name badges (so students, TAs, and the instructor can get to know each others' names), wireless microphones (so that students can hear each other's questions and comments), and a class session about recognizing good questions (conducted early in the semester to begin to focus student attention on questions - both their own and those of others)
(Anderson & Helms, 2001)				“Science education reform, especially as outlined by the National Science Education Standards, emphasizes the importance of active learning as a means to achieve the goals the reforms set forth.” (p.9)
(Stake & Mares, 2001)			“Other comparisons of hands-on versus more passive learning paradigms also support the value of <b>active learning</b> for enhancing science achievement (Houtz, 1995; Freedman, 1997)” (p.1066)	
(van Driel et al., 2001)			“At the same time, the curriculum of the traditional subjects has been changed to promote active learning activities by the students, especially through inquiry, and, in general, to promote students' critical thinking abilities.” (p.139)	
(Tien et al., 2002)				“Other chemistry faculty have also introduced

				cooperative and <b>active learning</b> opportunities into small-enrollment lecture courses (Dinan & Frydrychowski, 1995; Paulson, 1999). The course instructor, as opposed to an undergraduate peer, facilitated the group work in each case; however, this is not always practical.” (p.609)
(Luft et al., 2003)				“Beginning Secondary Science Teachers in the Science-Focused Induction Program. Within this group of teachers, several qualities emerged from the collected data. One of the most salient was their instructional approaches and dispositions toward inquiry instruction. Typically, they used student groups and <b>active learning</b> environments that emphasized inquiry instruction more than did the other groups of teachers. (p.90)
(Wallace et al., 2003)			Usa duas vezes o termo.	“Additional studies of college or secondary biology learning have documented that instructional interventions designed to promote <b>active learning</b> , reflection, and metacognition have either improved learning outcomes for the treatment groups, or have solidified the learning for a longer period of time (Blank, 2000; Lin & Lehman, 1999; Marbach-Ad & Sokolove, 2000). For example, Blank (2000) found that students engaged in a metacognitive learning cycle exhibited richer and more critical dialogue during class discussion and retained ecology understandings longer than those in a traditional learning cycle group. Lin and Lehman (1999) tested the effects of reasoning prompts through computer programs for biology and found that reflecting on reasoning led to a better understanding of experimental design. Marbach-Ad and Sokolove (2000) have indicated that students in an <b>active learning</b> environment ask better biological questions than those in a traditional learning environment.” (p.988)
(Cox-Petersen et al., 2003)				The following are examples of pedagogical elements that could be incorporated into guided docent tours:

				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incorporate orientation and signals that focus visitors' attention, suggest how to approach a museum, or how to make effective use of the museum as a learning opportunity.</li> <li>2. Integrate learning tools for the use of visitors—notebooks, clipboards, measuring devices, prompt sheets, and pictures.</li> <li>3. Provide learning cues related to overarching concepts or what to pay attention to.</li> <li>4. Incorporate opportunities for <b>active learning</b>—hands-on exploration of objects and cooperative social experiences.</li> <li>5. Include labels or cues that prompt students to connect exhibit content with home and school.</li> <li>6. Provide labels or cues that provide scaffolding of learning to correspond with the age of the visitor.</li> <li>7. Develop mechanisms that draw on strengths of the diversity of students with special attention to students from non-English language backgrounds and students with disabilities.</li> </ol>
(Zacharia, 2003)	Universitário	Física, Computadores	O termo é usado 3 vezes	“Creates an active learning environment in that students are motivated and challenged.” (p.807, 808)
(Luft et al., 2004)	Universitário	Ciências	Apenas uma vez	“New undergraduate courses emphasize conceptual instruction, provide active learning environments, and use writing to help students comprehend key concepts.” (p.214)
(Loughran et al., 2004)				“Through this research project, our experience has been that asking teachers to talk about their topic-specific PCK (i.e., about why they teach particular content in a particular way) often leads to descriptions of practice that are driven by pedagogical reasons other than those most closely connected with an understanding of the content (e.g., encouraging more <b>active learning</b> ).” (p.373)
(Zembylas, 2004)	Primário	Ciências	Duas Vezes	“Forms of intellectual practices in talking about and

				doing science. Intellectual practice is the involvement with knowledge and, in particular, the critical interpretation of knowledge. As it might be obvious by now, the hallmarks of the ‘learning process grammar’ (Cobb et al., 1993) in Catherine’s science classroom included three key intellectual practices: participatory <b>active learning</b> ; analysis/justification of ideas; and the nurturing of wonder and imagination.” (p. 710)
--	--	--	--	--

**Tabela 4:** Science Education (2000-2004)

<b>Artigo</b>	<b>Nível Escolar</b>	<b>Área Disciplinar</b>	<b>Definição de "Active Learning"</b>	<b>Estratégias de "Active Learning"</b>
(Rivard & Straw, 2000)			Science educators have argued that science classrooms ought to be <b>active learning</b> environments in which students construct personal meanings within the classroom community (Erickson & MacKinnon, 1991; Roth, 1990). (p. 567)	“According to the National Science Education Standards, the goal of science literacy for all will necessitate the creation of <b>active learning</b> environments in which students construct knowledge and achieve understanding of fundamental scientific ideas while engaging in discourse within the classroom learning community (National Research Council, 1996).” (p.567)
(Black & Deci, 2000)	Universitário	Química	“The traditional model of college-level instruction in the natural sciences is organized around the lecture hall. Classroom instruction involves a one-way transfer of information, with homework problems being the means of trying to engage students in active learning. with homework problems being the means of trying to engage students in <b>active learning</b> .” (p.741)	“In light of these results, it appears that shifts in teaching approaches toward providing more support for students’ autonomy and active learning may hold promise for enhancing students’ achievement and psychological development.” (p.754)

(Seymour, 2001)				“For these faculty, and others constrained by departmental norms to teach in traditional lecture mode, a middle path is to use recitation sessions run by teaching assistants as a way to insert more active learning, and checks on student comprehension, into an otherwise unchanged lecture and lab pedagogy.” (p.87)
(Haney & McArthur, 2002)			O termo é usado por nove vezes. “Phoebe reflected that active learning, shared control, and student negotiation are often difficult because “the kids aren’t used to this type of teaching.” She revealed dissatisfaction with the behavior of the students during the activities and recognized this conflict.” (p.792)	
(Howe & Stubbs, 2003)				“The task assigned to participants was to develop a plan for a lesson that would include at least three components: (a) involvement of all students in observation, experimentation, or another form of active learning, (b) cooperative learning, and (c) open-ended experiences.” (p.287)
(van Zee et al., 2003)			“The Spring 2000 class, for example, listed the following factors that fostered their science learning: experiments, creativity, self discovery/surprise, predictions, visual, fun, end product, ownership, hands-on, curiosity, discovering, technology, imagination, interesting, active learning, challenging, positive teaching attitude, and integrating disciplines.” (p.594)	
(Seymour et al., 2004)			Usa o termo 2 vezes “Learning to work independently was	“Improved approach to learning: shift from passive to <b>active learning</b> (19,23,26,45,46, 52,53,54);” (p.498)

			cited by one Type 1 study (Fitzsimmons et al. (9)) and the shift from passive to more <b>active learning</b> appears in three Type 2 accounts (19,23,25).” (p.528)	
(Angell et al., 2004)	Secundário	Física		“In order for curriculum innovations to be effective and lead to the desired results, a number of factors are important. Geelan (1997) noted how teacher, pupil, parent, and administrator attitudes to appropriate roles for teachers and pupils may impede changes towards instruction forms that favour active learning.” (p.684)
(Chin & Chia, 2004)	Secundário	Biologia	Usa o termo 2 vezes: Grounded in constructivist theory, PBL affords many possibilities for transforming classrooms into <b>active learning environments</b> where there is a dynamic interplay of questioning, explanation, argumentation, design of investigations, communication of ideas and findings, collaboration, and reflection.” (p.725)	One of the recent initiatives implemented to promote <b>active learning</b> and higher-order thinking in our students is collaborative project work. The rationale for this is that project work offers “possibilities to develop qualities like curiosity, creativity and resourcefulness among our young. (p.708) STUDENTS’ QUESTIONS
(Zion et al., 2004)				The Biomind curriculum, in which students have to demonstrate self-direction, personal initiative and teamwork, is structured around students’ <b>active learning</b> processes.” (p.730)

**Tabela 5:** University Chemistry Education (2000-2004)

<b>Artigo</b>	<b>Nível Escolar</b>	<b>Área Disciplinar</b>	<b>Definição de "Active Learning"</b>	<b>Estratégias de "Active Learning"</b>
(Hutchinson, 2000)	Universitário	Química	Usa o termo 5 vezes <p>“The limitations of the traditional lecture have not gone unnoticed, of course. A number of approaches have been introduced to initiate what has been termed ‘<b>active learning</b>’. These approaches include peer instruction, concept question discussion, discovery laboratories, team assignments, and ‘minute’ essays.” (p.3)</p>	<p>“In this way the formal presentation of the procedure of concept and model building given in the Case Study is transformed into an <b>active learning</b> process.” (p.5)</p> <p>“The approach described in this paper is based on two key principles. First, effective learning requires intellectual engagement of students in the instructional process. This requires an <b>active learning environment</b>, but it also requires textual materials which complement <b>active learning</b>, so that discussion of chemical concepts is possible. Second, students learn concepts far more effectively when these concepts are developed via observation and inductive reasoning, rather than in expository prose. This requires a textbook which presents the experimental basis and reasoning behind chemical concepts, rather than simply a statement of these concepts along with problem solving applications.” (p.7)</p>
(Byers, 2001)	Universitário	Química	Usa duas vezes o termo “active learning”, uma delas no título do artigo.	The aim of questioning was not to assess current knowledge or understanding; though undoubtedly some misconceptions, which need to be rectified quickly, will be identified. Rather, the questions sought to promote <b>active learning</b> through the stimulation of thinking and the creation of disequilibrium.” (p.25)
(Byers, 2002)	Universitário	Química		“A recent attempt to promote <b>active learning</b> through the introduction of student-led pre- and post-lab sessions into two environment-based group laboratory assignments is

				described.”(p.28)  “A recent report suggests that <b>active learning</b> strategies can be undermined where demonstrators are either unfamiliar with or do not successfully fulfill their required roles.” (p.31)
(Bailey, 2002)	Universitário	Química	<b>Usa o termo 5 vezes</b> “The term ‘active learning’ is often used in association with ‘student centred learning’ to describe the shift away from the traditional lecture towards an approach to teaching which puts more responsibility on the student to participate actively in the learning process.” (p.52)	“In similar vein, small group tutorials (or appropriately organized workshops) can provide an opportunity to respond to the needs of different students, and to ensure that they participate in active learning; large group teaching is likely to involve little active involvement of students,...” (p.49)
(McGarvey, 2004)				“Given the very considerable resources (time, money, space, equipment etc.) devoted to support undergraduate laboratory work in chemistry it is unfortunate that the findings of Johnstone and Wham in 1979 “...that in the midst of an apparently <b>active learning</b> situation, it is possible for the student to be passive with his brain in neutral” still strikes a resonance.”(p.58)



**Tabela 6:** Chemistry Education: Research and Practice (2000-2004)

<b>Artigo</b>	<b>Nível Escolar</b>	<b>Área Disciplinar</b>	<b>Definição de "Active Learning"</b>	<b>Estratégias de "Active Learning"</b>
(Toomey et al., 2001)	Universitário	Química	Usa o termo 5 vezes, mas não o define. A likely contributing factor to poor performance for many students is resistance to <b>active learning</b> , and failure to attend help sessions.	“Important issues include choice and sequence of topics (including time spent on each topic and which topics to omit), nurturing an <b>active learning</b> environment, coordinating lab and classroom activities, and coupling content to the development of specific reasoning skills.” (p.186) ... “Instructor-generated handouts drive classroom discussion and think-aloud problemsolving sessions (Lochhead & Whimby, 1987), which provide students with rapid feedback. Students also experience active learning during the instructor’s daily office hour, which is conducted in a classroom and usually attended by 10-15 students (Cohen et al., 2000). Presentations encourage students to link new information to what they already know, through Socratic lines of questioning.” (p.186)
(Coll & Taylor, 2001)			“Constructivists, in contrast, attempt to foster active learning, guiding learners to create their own constructs using a process of peer and teacher-facilitated learning (Driver, 1989a,b; Driver & Oldham, 1986; Wheatley, 1991).” (p.218)	
(Diederer et al., 2003)	Universitário	Química	Usa 10 vezes o termo “active learning”. Definição indirecta. Several authors assert that active	“A complete set of digital exercises for introductory Food Chemistry has been developed. The major function of the exercises is to promote active acquisition of food

			learning is a necessity for understanding, acquiring knowledge and retention of this knowledge (Anderson, 1995; Merriënboer, 1997; Keyser, 2000). By active learning students are actively working with (prior) knowledge and information that is presented during the activities. (p.357)	chemistry knowledge. This paper describes the design process and the result of the design process. Design guidelines and requirements were derived, based on theories about cognitive load, motivation and active learning.” (p.353)  “Given this main purpose and the characteristics of the subject matter, for the design of the digital exercises practical guidelines were derived from three perspectives on learning and instruction: 1. cognitive load, 2. motivation of students, and 3. active learning. (p.355)
(Seddigi & Overton, 2003)				“Only 2 students responded that chemistry is not a boring subject, however after the exercise, 11 students felt that chemistry is not a boring subject, which is a dramatic change. Again, other factors could have contributed to these changes as mentioned before but the use of <b>active learning</b> , group work and a real life context must surely have been contributing factors in this response.” (p.392)
(Toomey & Garafalo, 2003)			Usa 3 Vezes o termo mas não o define directamente.	We began incorporating <b>active learning</b> strategies into presentations, including Socratic lines of <b>questioning</b> , think-aloud sessions in the classroom, laboratory, and help sessions, and writing for understanding in the laboratory.” (p.192)
(Schallies & Eysel, 2004)	Universitário	Química		According to this theory, students could reach higher stages of cognition only through active learning processes in a social and material environment that offers a range of possibilities for decision-making, action-taking and valuing. (p.113)
(Morgíl et al., 2004)		Química		“In applications, students realized active learning and reached knowledge sources that were determined by the researchers (Charlesworth & Vician, 2003).” (p.106)
(Mahaffy, 2004)		Química		Tetrahedral chemistry education emphasizes case studies, investigative projects, problem solving strategies, active

				learning, and matching pedagogical strategies to the learning styles of students. It maps pedagogical strategies for introducing the chemical world at the symbolic, macroscopic, and molecular level, onto knowledge of student conceptions and misconceptions.” (p.231)
--	--	--	--	---

## **Bibliografia:**

- Anderson, R. D., & Helms, J. V. (2001). The Ideal of Standards and the Reality of Schools: Needed Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(1), 3-16.
- Angell, C., Guttersrud, Ø., Henriksen, E. K., & Isnes, A. (2004). Physics: Frightful, But Fun Pupils' and Teachers' Views of Physics and Physics Teaching. *Science Education*, 88(5), 683–706.
- Bailey, P. D. (2002). Chemical education: theory and practice. *University Chemistry Education*, 6(2), 39-55.
- Barbosa, R., Jófil, Z., & Watts, M. (2004). Cooperating in constructing knowledge: case studies from chemistry and citizenship. *International Journal of Science Education*, 26(8), 935-949.
- Black, A. E., & Deci, E. L. (2000). The Effects of Instructors' Autonomy Support and Students' Autonomous Motivation on Learning Organic Chemistry: A Self-Determination Theory Perspective. *Science Education*, 84, 740–756,.
- Brill, G., Falk, H., & Yarden, A. (2004). The learning processes of two high-school biology students when reading primary literature. *International Journal of Science Education*, 26(4), 497-512.
- Buncick, M. C., Betts, P. G., & Horgan, D. D. (2001). Using demonstrations as a contextual road map: enhancing course continuity and promoting active engagement in introductory college physics. *International Journal of Science Education*, 23(12), 1237-1255.
- Byers, W. (2001). Using questions to promote active learning in lectures. *University Chemistry Education*, 5(1), 24-30.
- Byers, W. (2002). Promoting active learning through small group laboratory classes. *University Chemistry Education*, 6(1), 28-31.
- Chapman, B. S. (2001). Emphasizing concepts and reasoning skills in introductory college molecular cell biology. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1157-1176.
- Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in Science: A Comparison of Deep and Surface Approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 109-138.
- Chin, C., Brown, D. E., & Bruce, B. C. (2002). Student-generated questions: a meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 521-549.
- Chin, C., & Chia, L.-G. (2004). Problem-Based Learning: Using Students' Questions to Drive Knowledge Construction. *Science Education*, 88(5), 707–727.
- Cho, J. (2002). The development of an alternative in-service programme for Korean science teachers with an emphasis on science-technology-society. *International Journal of Science Education*, 24(10), 1021-1035.
- Coll, R. K., & Taylor, T. G. N. (2001). Using Constructivism to Inform Tertiary Chemistry Pedagogy. *Chemistry Education: Research and Practice*, 2(3), 215-226.
- Cox-Petersen, A. M., Marsh, D. D., Kisiel, J., & Melber, L. M. (2003). Investigation of Guided School Tours, Student Learning, and Science Reform Recommendations at a Museum of Natural History. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 200-218.
- Dawson, C. (2000). Upper primary boys' and girls' interests in science: have they changed since 1980? *International Journal of Science Education*, 22(6), 557-570.

- Diederer, J., Gruppen, H., Hartog, R., Moerland, G., & Voragen, A. G. J. (2003). Design of Activating Digital Learning Material for Food Chemistry Education. *Chemistry Education: Research and Practice*, 4(3), 353-371.
- Gao, L., & Watkins, D. A. (2002). Conceptions of teaching held by school science teachers in P.R. China: identification and crosscultural comparisons. *International Journal of Science Education*, 24(1), 61-79.
- Geelan, D. R., Wildy, H., Loudon, W., & Wallace, J. (2004). Teaching for understanding and/or teaching for the examination in high school physics. *International Journal of Science Education*, 19(4), 447-462.
- Haney, J. J., & McArthur, J. (2002). Four Case Studies of Prospective Science Teachers' Beliefs Concerning Constructivist Teaching Practices. *Science Education*, 86(6), 783- 802.
- Hart, C., Mulhall, P., Berry, A., Loughran, J., & Gunstone, R. (2000). What is the Purpose of this Experiment? Or Can Students Learn Something from Doing Experiments? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 655-675.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Howe, A. C., & Stubbs, H. S. (2003). From Science Teacher to Teacher Leader: Leadership Development as Meaning Making in a Community of Practice. *Science Education*, 87(2), 281- 297.
- Huppert, J., Lomask, S. M., & Lazarowitz, R. (2002). Computer simulations in the high school: students' cognitive stages, science process skills and academic achievement in microbiology. *International Journal of Science Education*, 24(8), 803-821.
- Hutchinson, J. S. (2000). Teaching Introductory Chemistry using Concept Development Case Studies: Interactive and Inductive Learning. *University Chemistry Education*, 4(1), 3-9.
- Iqbal, H. M., & Shayer, M. (2000). Accelerating the Development of Formal Thinking in Pakistan Secondary School Students: Achievement Effects and Professional Development Issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(3), 259-274.
- Justi, R., & Gilbert, J. K. (2002). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1273-1292.
- Kelly, G. J., & Anderson, C. W. (2000). Learning with Understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 757-759.
- Kinchin, I. M. (2001). If concept mapping is so helpful to learning biology, why aren't we all doing it? *International Journal of Science Education*, 23(12), 1257-1269.
- Labudde, P., Herzog, W., Neuenschwander, M. P., Violi, E., & Gerber, C. (2000). Girls and physics: teaching and learning strategies tested by classroom interventions in grade 11. *International Journal of Science Education*, 22(2), 143-157.
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- Luft, J. A., Kurdziel, J. P., Roehrig, G. H., & Turner, J. (2004). Growing a Garden without Water: Graduate Teaching Assistants in Introductory Science Laboratories at a Doctoral/Research University. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(3), 211-233.
- Luft, J. A., Roehrig, G. H., & Patterson, N. C. (2003). Contrasting Landscapes: A Comparison of the Impact of Different Induction Programs on Beginning

- Secondary Science Teachers' Practices, Beliefs, and Experiences. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(1), 77-97.
- Mahaffy, P. (2004). The Future Shape of Chemistry Education. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 229-245.
- Marbach-Ad, G., & Sokolove, P. G. (2000). Can Undergraduate Biology Students Learn to Ask Higher Level Questions? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 854-870.
- McGarvey, D. J. (2004). Experimenting with undergraduate practicals. *University Chemistry Education*, 8(2), 58-65.
- McSharry, G., & Jones, S. (2002). Television programming and advertisements: help or hindrance to effective science education? *International Journal of Science Education*, 24(5), 487-497.
- Morgül, I., Arda, S., Seçken, N., Yavuz, S., & Oskay, Ö. Ö. (2004). The influence of computer-assisted education on environmental knowledge and environmental awareness. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(2), 99-110.
- Rivard, L. P., & Straw, S. B. (2000). The Effect of Talk and Writing on Learning Science: An Exploratory Study. *Science Education*, 84, 566-593.
- Rop, C. J. (2002). The Meaning of Student Inquiry Questions: a Teacher's Beliefs and Responses. *International Journal of Science Education*, 24(7), 717-736.
- Schallies, M., & Eysel, C. (2004). learning beyond school: establishing a laboratory for sustainable education. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(2), 111-126.
- Seddigi, Z. S., & Overton, T. L. (2003). How students perceive group problem solving: the case of a non-specialist chemistry class. *Chemistry Education: Research and Practice*, 4(3), 387-395.
- Seymour, E. (2001). Tracking the Processes of Change in US Undergraduate Education in Science, Mathematics, Engineering, and Technology. *Science Education*, 86, 79 - 105.
- Seymour, E., Hunter, A.-B., Laursen, S. L., & Deantoni, T. (2004). Establishing the Benefits of Research Experiences for Undergraduates in the Sciences: First Findings from a Three-Year Study. *Science Education*, 88(4), 493- 534.
- Stake, J. E., & Mares, K. R. (2001). Science Enrichment Programs for Gifted High School Girls and Boys: Predictors of Program Impact on Science Confidence and Motivation. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(10), 1065-1088.
- Tal, R. T., Dori, Y. J., Keiny, S., & Zoller, U. (2001). Assessing conceptual change of teachers involved in STES education and curriculum development—the STES project approach. *International Journal of Science Education*, 23(3), 247-262.
- Tien, L. T., Roth, V., & Kampmeier, J. A. (2002). Implementation of a Peer-Led Team Learning Instructional Approach in an Undergraduate Organic Chemistry Course. 39, 7(606-632).
- Toomey, R., DePierro, E., & Garafalo, F. (2001). Helping students to make inferences about the atomic realm by delaying the presentation of atomic structure. *Chemistry Education: Research and Practice*, 2(3), 183-202.
- Toomey, R., & Garafalo, F. (2003). Linking physics with chemistry - opportunities in a constructivist classroom. *Chemistry Education: Research and Practice*, 4(2), 189-204.
- van Driel, J. H., Beijaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional Development and Reform in Science Education: The Role of Teachers' Practical Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137-158.

- van Zee, E., Lay, D., & Roberts, D. (2003). Fostering Collaborative Inquiries by Prospective and Practicing Elementary and Middle School Teachers. *Science Education*, 87(4), 587-612.
- Wallace, C. S., Tsoi, M. Y., Calkin, J., & Darley, M. (2003). Learning from Inquiry-Based Laboratories in Nonmajor Biology: An Interpretive Study of the Relationships among Inquiry Experience, Epistemologies, and Conceptual Growth. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 986-1024.
- Willson, V. L., Ackerman, C., & Malave, C. (2000). Cross-Time Attitudes, Concept Formation, and Achievement in College Freshman Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1112-1120.
- Yan Yip, D. (2001). Promoting the development of a conceptual change model of science instruction in prospective secondary biology teachers. *International Journal of Science Education*, 23(7), 755-770.
- Zacharia, Z. (2003). Beliefs, Attitudes, and Intentions of Science Teachers Regarding the Educational Use of Computer Simulations and Inquiry-Based Experiments in Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), 792-823.
- Zembylas, M. (2004). Young Children's Emotional Practices While Engaged in Long-Term Science Investigation. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(7), 693-719.
- Zion, M., Slezak, M., Shapira, D., Link, E., Bashan, N., Brumer, M., et al. (2004). Dynamic, Open Inquiry in Biology Learning. *Science Education*, 88(5), 728– 753.
- Zohar, A., & Sela, D. (2003). Her physics, his physics: gender issues in Israeli advanced placement physics classes. *International Journal of Science Education*, 25(2), 245-268.

### Grade de Observação Aula Teórica

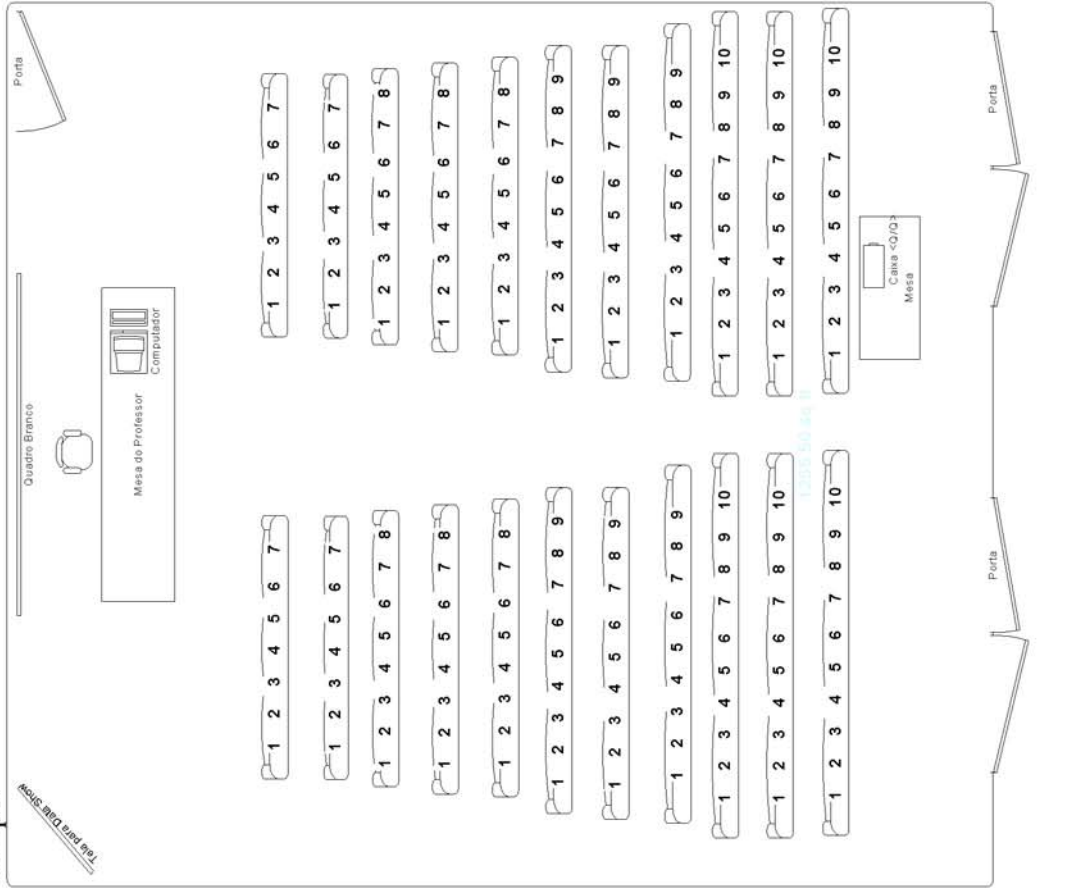
Disciplina de Química I      Prof. 1       Prof. 2       Sala 24.1.6  
 Tema \_\_\_\_\_      Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_      Hora \_\_\_\_      N° de Estudantes \_\_\_\_  
 Obs. \_\_\_\_\_      Dia \_\_\_\_\_

Tempo H M	P	Voz	Comportamento		Inferências Observações
			Verbais	Não-Verbais	
Conteúdos: Transparência N.º, Anotações, Material					

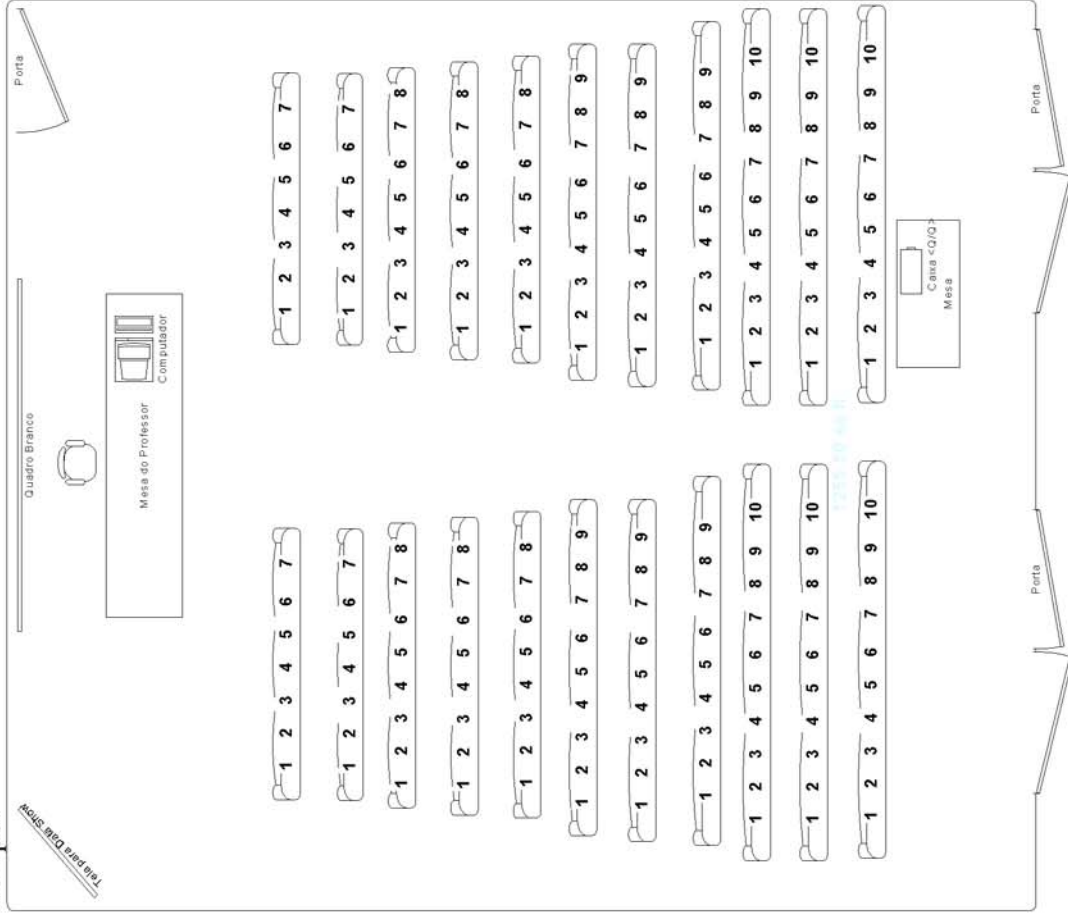


Data: \_\_\_\_\_  
 Dia: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_  
 T Dias  G Marques

Tempo: \_\_\_\_\_



Tempo: \_\_\_\_\_



Observações: \_\_\_\_\_

**Grade de Observação Aula Teórico Prática.**

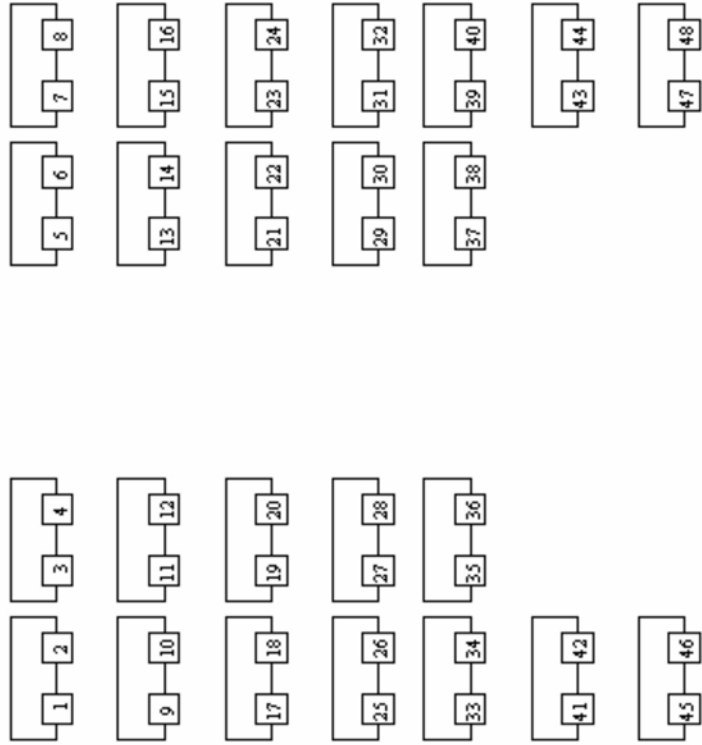
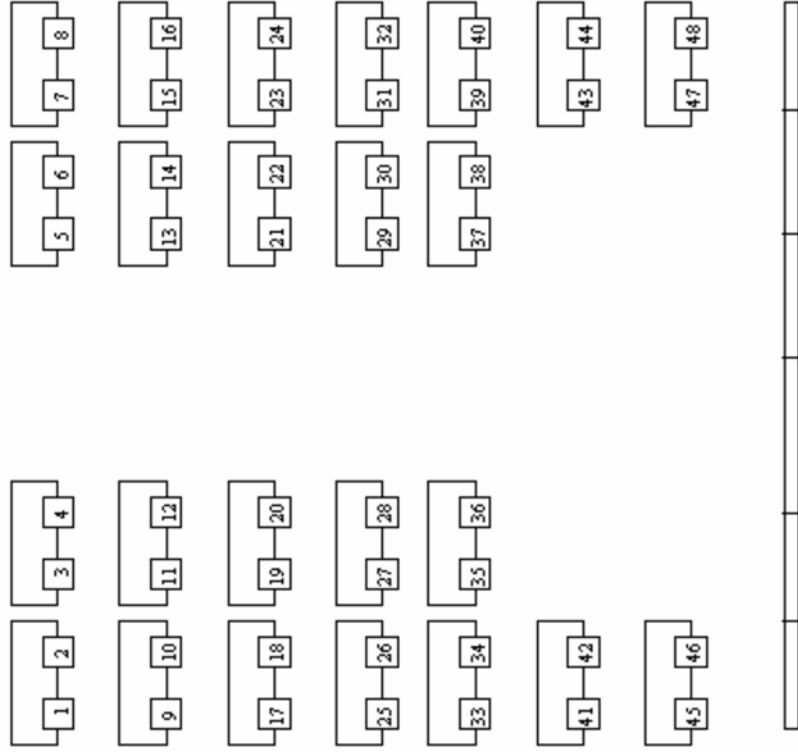
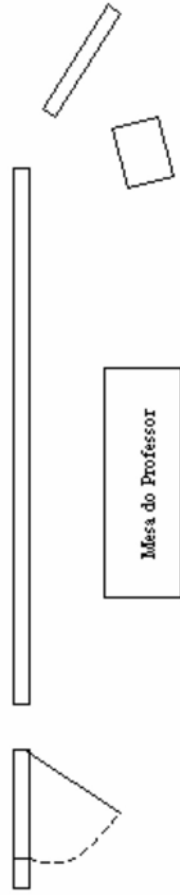
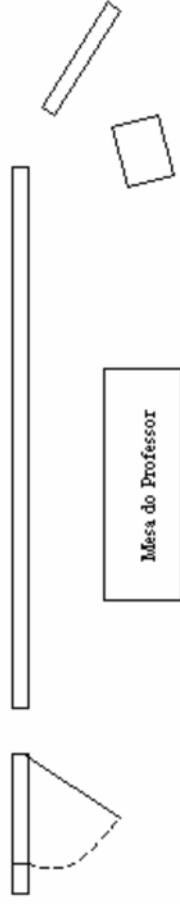
Disciplina de Química I      Prof. 1       Prof. 2       Turma \_\_\_\_\_ N° de Estudantes \_\_\_\_\_  
 Tema \_\_\_\_\_      Data \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_      Hora \_\_\_\_\_  
 Obs. \_\_\_\_\_      Dia \_\_\_\_\_

Tempo H M	P Voz	Comportamento		Actividades, Anotações, Conteúdos	Inferências Observações
		Verbais	Não-Verbais		

Data: \_\_\_\_\_  
 Dia: \_\_\_\_\_  
 Turma: \_\_\_\_\_  
 TDias  GMarques

**Tempo:**

**Tempo:**



Observações: \_\_\_\_\_







Programa Questões em Química

Manual do utilizador



Universidade de Aveiro

Como foi exposto pelo professor da Turma 1 de Química II, o projecto *Questões em Química* (<Q/Q>) foi concebido para desenvolver o interesse e curiosidade do estudante pela Química. Embora este projecto se circunscreva apenas à Química, espera-se que os estudantes que se envolvam com entusiasmo no projecto venham a melhorar significativamente os seus rendimentos de estudo, não apenas em Química, mas também, de um modo geral, nas restantes disciplinas dos seus cursos.

De um modo geral, sugere-se que apresente as suas questões "por escrito". Para isso, disponibilizam-se dois modos de o fazer: através da *Caixa de Questões* e do computador. A *Caixa de Questões* encontrar-se-á à sua disposição em todas as aulas de Química II (teóricas, teórico-práticas e práticas). Quanto aos computadores disponíveis para este projecto, estes encontram-se distribuídos em locais próprios do Complexo Pedagógico: dois computadores (*Computadores <Q/Q>*) localizados nos corredores do Complexo, (um junto à Secretaria, e outro próximo dos gabinetes dos professores) no primeiro andar do edifício, e ainda nos laboratórios de Química, no 2º andar. Para a sua utilização foi desenvolvido um programa informático específico (*Programa <Q/Q>*) para que possa dirigir as suas perguntas, dúvidas e sugestões aos professores. Assim, e para que possa ter acesso ao *Programa <Q/Q>* será distribuído um *User Name/Nome do Utilizador* e uma *Password/Senha* a todos os alunos abrangidos por este projecto (alunos de Química II da Turma 1), que receberá juntamente com este Manual. Os *Computadores <Q/Q>* estarão acessíveis durante todo o período de funcionamento do Complexo Pedagógico. Por sua vez, poderá também aceder ao *Programa <Q/Q>* através de qualquer outro computador que tenha ligação a Internet.

## Como aceder ao Programa <Q/Q> através dos Computadores <Q/Q>?

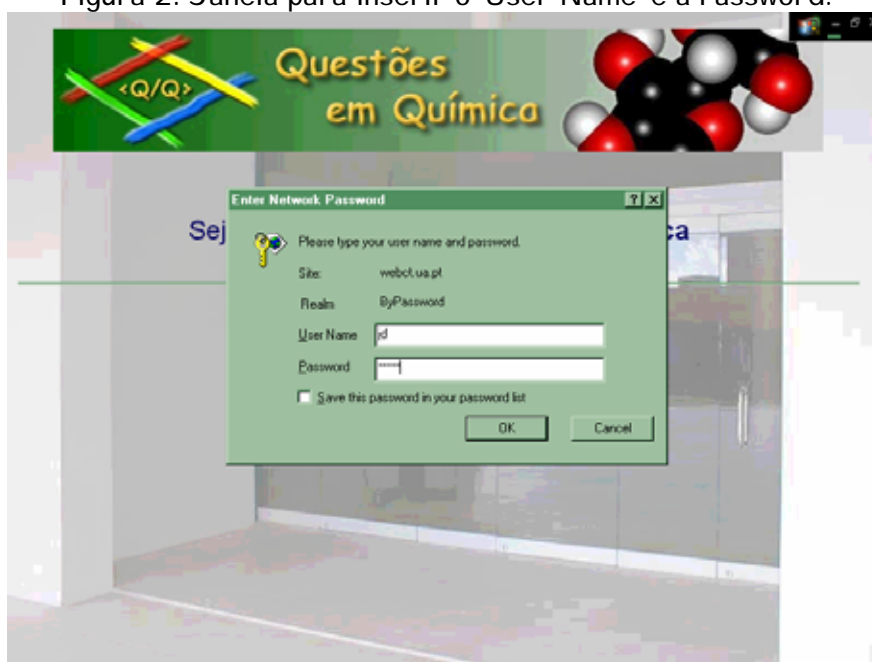
1. Dirija-se a um dos computadores assinalados. Encontrará uma página como a indicada na Figura 1. Caso encontre uma página diferente (de "descanso") mexa levemente o rato do computador para obter a página inicial ou prima uma vez no ícone <Q/Q>.

Figura 1: Primeira página de acesso ao programa <Q/Q>



2. Após um clique sobre a janela com a palavra *Login* (Figura 1), aparecerá uma outra janela (ver Figura 2) onde deverá escrever seu *Login* (*User Name/Nome do Utilizador*) e sua *Password/Senha*. Clique 'OK' em seguida.

Figura 2: Janela para inserir o 'User Name' e a Password.




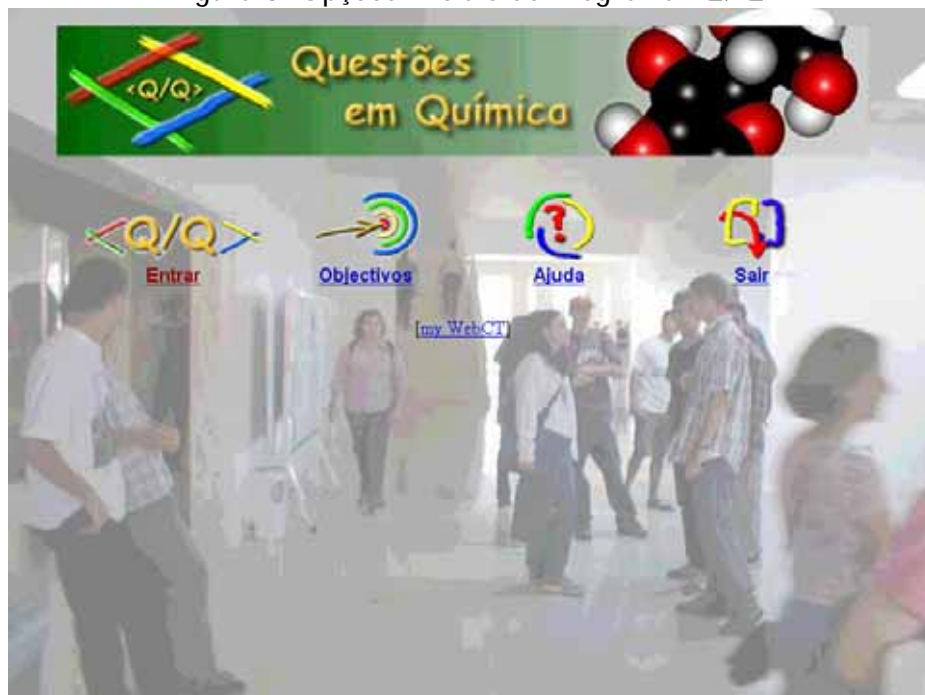
3. A próxima página será semelhante à da Figura 3. Para entrar na área principal, clique uma única vez no ícone: 

Figura 3: Opções iniciais do Programa <Q/Q>



4. Na área principal, existem três opções: *Questões ao Professor*, *Questões aos Colegas*, *Questões e Respostas*.

Figura 4: Opções da área principal





## Como aceder ao Programa <Q/Q> pela Internet, a partir de casa?

1. Use o programa de acesso à Internet que preferir (Internet Explorer, Netscape, Eudora ... etc.)
2. Escreva o endereço: <http://qq.dte.ua.pt> ou <http://webct.ua.pt/public/qq>
3. Introduza o *User Name/Nome do Utilizador* e *Password/Senha* que recebeu (ver Figura 2).
4. Navegue até *Questões ao Professor*, *Questões aos Colegas* ou *Questões e Respostas*.

## Como fazer perguntas ao professor?


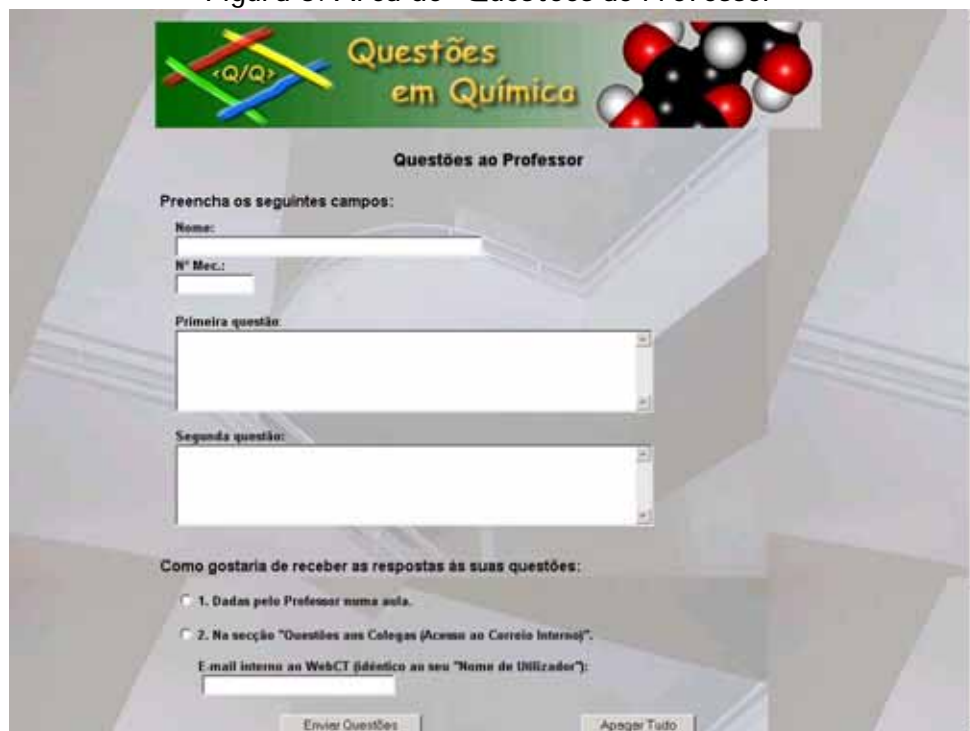
1. Clique no ícone indicado para entrar na área que lhe permite fazer perguntas directamente ao professor (ver Figura 4) .
2. A próxima página (Figura 5) apresenta espaços próprios para as suas perguntas. Poderá escrever mais de uma de cada vez. Depois de verificar as suas perguntas, clique sobre a palavra *Enviar*.

Figura 5: Área de "Questões ao Professor"



**Questões em Química**

**Questões ao Professor**

Preencha os seguintes campos:

Nome:

N.º Mec.:

Primeira questão:

Segunda questão:


Como gostaria de receber as respostas às suas questões:

1. Dadas pelo Professor numa aula.

2. Na secção "Questões aos Colegas (Acesso ao Correlio Interno)".

E-mail interno ao WebCT (idêntico ao seu "Nome de Utilizador"):

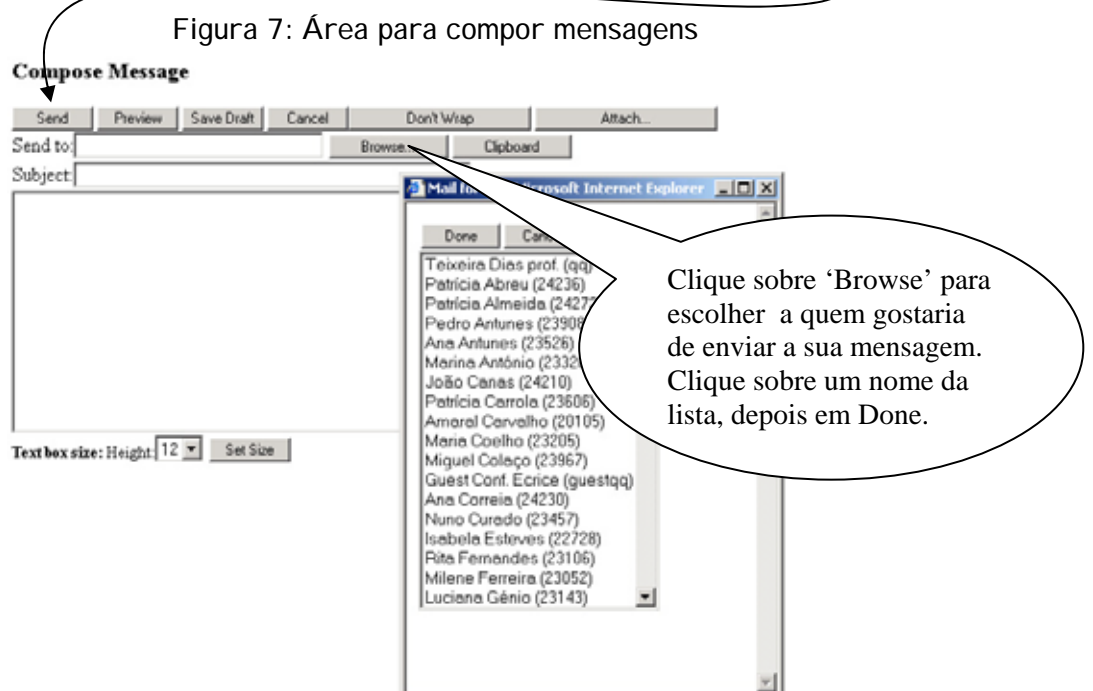
## Como fazer perguntas aos colegas?

1. Para fazer perguntas aos seus colegas registados no projecto <Q/Q>, basta clicar no ícone do Jogo-do-Galo. 

2. Surgirá uma página semelhante à da Figura 6. Apesar de estar em inglês (por causa de problemas técnicos não está em português), é de fácil 'navegação'. Clique em 'Compose' para compor um e-mail para os seus colegas (ver Figura 6).



3. Após entrar em 'Compose', aparecerá uma página onde poderá escrever o e-mail ao colega e também ao professor. Para escolher a quem gostaria de enviar a sua mensagem electrónica, clique em 'Browse' e obterá uma lista como indica a Figura 7. Depois de escrever o assunto (Subject) e a sua mensagem, clique em Send.



### **Quantas perguntas posso fazer?**

Quantas quiser. Contudo, será prudente ler a secção *Questões e Respostas* já feitas, para não repetir uma questão desnecessariamente.

### **Ver os objectivos do curso Química**

Para ver os objectivos de Química bem como outros conteúdos importantes colocados pelo professor, clique uma só vez no ícone indicado.



### **Como posso ver as questões já apresentadas?**

O programa "Questões em Química" permite ler outras questões já formuladas quer pelos seus colegas, quer pelo professor. Premindo no ícone mostrado abaixo pode obter ajuda na identificação das suas próprias questões. Sugere-se, por esse motivo, que visite esta secção antes de colocar as suas próprias questões.



### **As questões formuladas terão algum peso na avaliação?**

O Prof. Teixeira Dias irá valorizar o seu envolvimento neste projecto segundo o critério que ele próprio explicará nas aulas.

### **O que pode acontecer se não formular nenhuma questão?**

Não beneficiará da valorização que o envolvimento neste projecto venha a ter. Contudo, repare que o seu envolvimento no projecto não requer tempo disponível, apenas exige que aproveite as dúvidas e perguntas que tiver no seu estudo para as apresentar ao professor através dos meios que aqui são expostos. Faça um esforço neste sentido e verá que consegue efeitos surpreendentes no seu rendimento de estudo.

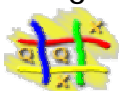
### **Como poderei saber se existe alguma Questão e Resposta nova?**

Logo que entre no programa "Questões em Química", o ícone ficará com um fundo amarelo (ver abaixo) caso haja uma nova Questão e Resposta.



### **Como poderei saber se existe uma nova mensagem ?**

O Jogo-do-Galo apresentará um fundo amarelo caso haja mensagens de outros colegas para si, a indicação em amarelo também aparecerá.



### **11. Existem outras ajudas neste programa?**

Sim, nas secções "Questões aos colegas (acesso ao correio interno)" e em "Questões e Respostas" existe um 'Help' (Ajuda).

Sequência dos dias de aulas com alguma relevância para o projecto <Q/Q> no primeiro semestre do 1º estudo - piloto (2000/2001).

**Química I (2000/2001)**

Mês	Dia	Aula	Descrição	Observação
Outubro	28	Quinta	Primeiro dia de aula	Química I
Novembro	02	Quinta	Apresentação do projecto, Início <Q/Q>	Aula Teórico-Prática
	06	Segunda	Houve aula de dúvidas. Password a faltosos na aula prática.	Única “caixa de questão”.
	08	Quarta	Houve 11 perguntas.	
	09	Quinta	Primeiro dia que foi colocado as folhas <Q/Q> na aula Teórica-prática (TP)	Dia da 1ª Aula-conferência às 17h
	13	Segunda	Primeiro dia da nova caixa, uma em cada laboratório de aula prática.	Nova “Caixa de Questões”
	16	Quinta	Primeiro dia da “Caixa de Questões” pequena na aula teórico-prática	Dia de maior nº de perguntas (15 perguntas)
	20	Segunda	Houve aula de dúvidas 15h	Apenas 1 pergunta
	23	Quinta	Aula Teórica sobre metais, condutores, supercondutores. TP exercício sobre Nox.	
	27	Segunda	Aula sobre sistemas coloidais, colagénio...	
	28	Terça	Primeira reunião <Q/Q> (15h 30)	
	30	Quinta	Houve novamente reunião <Q/Q> 10h	
Dezembro	04	Segunda	Aula teórica sobre electroquímica, pilhas	Houve 11 perguntas
	06	Quarta	2ª Aula-conferência	Às 15h
	07	Quinta	Não houve aula teórica faltou energia eléctrica no edifício	Houve aula TP
	11	Segunda	Entropia, Entalpia, transferência de calor	
	14	Quinta	Dia da aplicação dos questionários.	
	18	Segunda	Aula sobre a 2ª Lei da Termodinâmica.	
Janeiro	04	Quinta	Aula e exercício de revisão: Calor de combustão, Entalpia, Lei de Hess ...	
	08	Segunda	Última aula	Química I

	09	Terça	Primeira entrevista das 10	Após dia 16, Através do computador somente
	29	Segunda	Última questão enviada no 1º Semestre	



## ***INQUÉRITO AOS ALUNOS DE QUÍMICA I***

Caro aluno(a):

O projecto **Questões em Química** foi pensado para desenvolver o seu interesse e curiosidade pela Química. Com este questionário pretende-se conhecer a sua opinião sobre alguns aspectos do projecto em curso, mas também identificar possíveis falhas, para que estas possam ser superadas. Neste sentido, pedimo-lhes o favor de responder com toda a sinceridade.

### **A. “Projecto Questões em Química”**

1. Na Universidade de Aveiro, sei que posso aceder a “Questões em Química” através de:

- Computadores <Q/Q> colocados nos corredores do Complexo Pedagógico
- Outros Computadores da Universidade de Aveiro
- Salas do Programa de Ensino à Distância da UA
- “Caixa de Questões” sempre à disposição no Laboratório 5
- Caderno de Laboratório
- Outros locais \_\_\_\_\_

2. Sobre a formulação de questões e a possibilidade de as fazer ao professor e aos colegas (utilize a seguinte escala):

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③      Sinto-me à vontade para fazer perguntas ao professor
- ① ② ③      Tenho receio de mostrar a minha falta de conhecimentos ao professor
- ① ② ③      Tenho receio que os colegas trocem de mim
- ① ② ③      Sei formular perguntas
- ① ② ③      Sinto grande dificuldade em escrever questões
- ① ② ③      Sou tímido(a), e não me sinto à vontade com a utilização das novas tecnologias
- ① ② ③      Domino as matérias, por isso não preciso fazer perguntas
- ① ② ③      Frequento as aulas sempre, por isso não preciso fazer perguntas
- ① ② ③      Sinto-me mais à vontade em fazer perguntas aos colegas

Outras Razões: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Sobre as razões que considera contribuir para que se sintam mais motivados a fazer perguntas (utilize a seguinte escala):

① **Discordo**      ② **Sem opinião**      ③ **Concordo**

① ② ③      Frequência às aulas e mais estudo

① ② ③      O professor responder às perguntas com mais rapidez

① ② ③      Desenvolvimento de actividades de grupo

① ② ③      Um acesso fácil aos computadores na Universidade de Aveiro

Outras Razões: \_\_\_\_\_

4. Sobre o projecto “Questões em Química”

① **Discordo**      ② **Sem opinião**      ③ **Concordo**

① ② ③      Considero importante a oportunidade de escrever as minhas dúvidas durante a aula.

① ② ③      Prefiro colocar questões por escrito

① ② ③      Prefiro colocar questões oralmente

① ② ③      Prefiro colocar questões pessoalmente ao professor

① ② ③      As questões que escrevi ajudaram o professor a entender as minhas dúvidas

① ② ③      Acho que o projecto “Questões em Química” não deveria continuar

① ② ③      Acho que o projecto “Questões em Química” deveria continuar por algum tempo

① ② ③      Acho que o projecto “Questões em Química” deveria continuar em Química II

① ② ③      Acho que projectos do tipo <Q/Q> deveria estender-se a todas as disciplinas

① ② ③      Acho que o projecto “Questões em Química” deveria melhorar em:

5. Se participou do projecto “Questões em Química”, colocando uma ou mais questões, apresente pelo menos uma razão para a sua participação:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Se não participou, colocando questões nos formatos sugeridos no projecto “Questões em Química”, apresente pelo menos uma razão para sua opção:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. Apresente as suas sugestões e críticas construtivas:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## B. Conhecimentos e acessos Informáticos.

8. Sobre o conhecimento informático (utilize a seguinte escala):

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③    Sei utilizar o Correio Electrónico
- ① ② ③    Sei utilizar o Placard
- ① ② ③    Consigo utilizar o Chat para conversar
- ① ② ③    Faço facilmente pesquisas na Internet
- ① ② ③    Sou capaz de instalar programas no computador
- ① ② ③    Sei enviar ficheiros em anexo no Correio Electrónico e Placard
- ① ② ③    Sei trabalhar com um processador de texto
- ① ② ③    Tenho um bom nível global de conhecimentos informáticos (na óptica do utilizador)

9. Tenho o meu próprio computador com ligação à Internet

Sim     Não

10. Tenho acesso a um computador com ligação à Internet em:

Casa     Na Universidade     No emprego     Aveiro Digital

Outros \_\_\_\_\_

11. Tenho dificuldades em enviar mensagens através do programa “Questões em Química”?

Sim     Não     Não envio mensagens

Se respondeu “Sim”, especifique as suas dificuldade:

\_\_\_\_\_

12. Pensa ser necessário algum tipo de explicação para utilizar o programa “Questões em Química” antes de começar a usá-lo?

Sim     Não    **Sugestões:** \_\_\_\_\_

## C. Perfil do aluno(a)

13. Idade: \_\_\_\_\_ anos

14. Sexo

Feminino     Masculino

15. Ano de ingresso na Universidade \_\_\_\_\_

16. Curso que frequenta \_\_\_\_\_

17. Estatuto como aluno (assinale com um X a sua escolha):

Aluno Comum (Ordinário)     Aluno dirigente associativo     Aluno de alta competição

Trabalhador Estudante     Aluno Militar



18. É a primeira vez que frequenta a disciplina de Química I?

Sim     Não

Se respondeu “Não”, indique o número de matrículas anteriores:

---

19. Sobre o curso que frequenta (utilize a seguinte escala):

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③    O curso oferece boas saídas profissionais  
① ② ③    Escolhi este curso por sentir que tenho vocação  
① ② ③    Escolhi este curso devido à média de entrada ser baixa  
① ② ③    Escolhi por influência dos meus pais  
① ② ③    Escolhi por influência dos amigos  
① ② ③    Sinto-me satisfeito com o curso  
① ② ③    Foi a minha primeira escolha  
① ② ③    Estou satisfeito com os meus resultados no curso

20. Sobre a disciplina de Química I (utilize a seguinte escala):

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

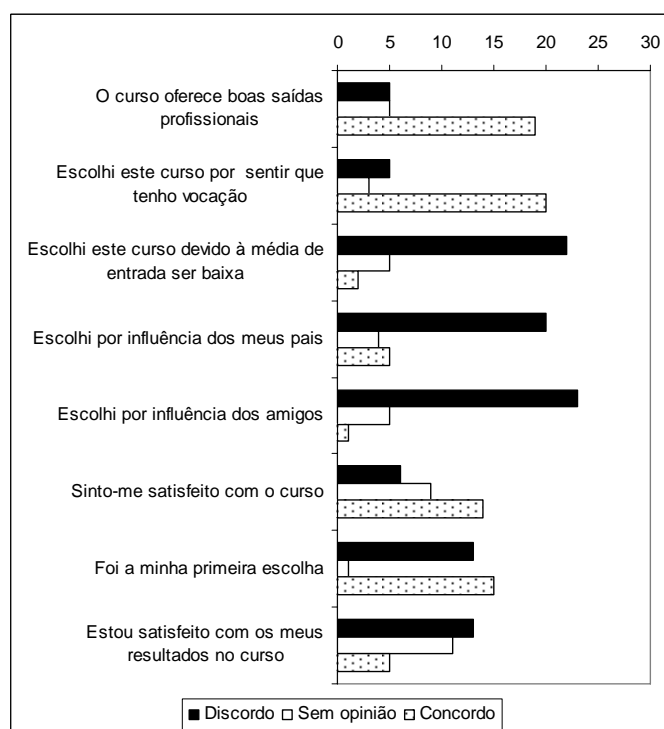
- ① ② ③    Sinto grande interesse pela disciplina  
① ② ③    Penso que esta disciplina é importante para o meu futuro profissional  
① ② ③    Se essa disciplina fosse opcional, frequentá-la-ia mesmo assim  
① ② ③    Gosto de estudar Química  
① ② ③    Sinto muitas dificuldades

***Obrigado pela sua colaboração!***

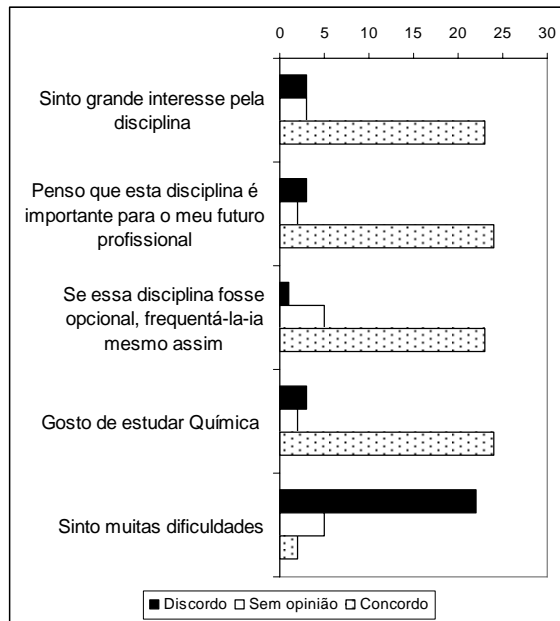
## Apêndice 4.4 Quadros de Análise dos questionários do Primeiro Estudo (2000/2001)

**Tabela 1** Número de estudantes por curso. 1º Estudo - Piloto (2000/2001)

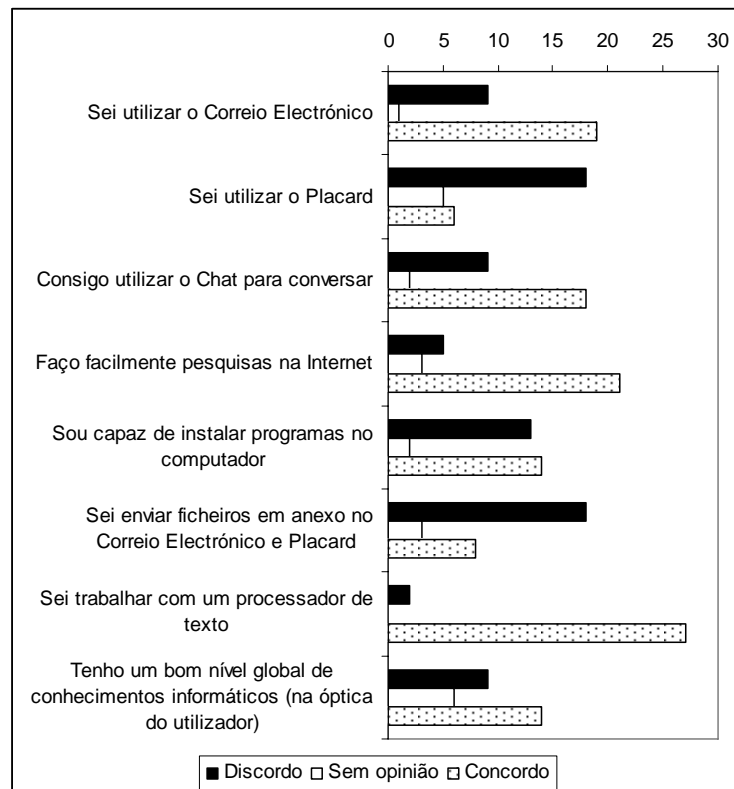
<i>Curso</i>	<i>Número de Estudantes</i>
1. Biologia	10
2. Engenharia Civil	1
3. Engenharia do Ambiente	12
4. Física e Química (Ensino)	6
5. Física e Química	1
6. Matemática Aplicada a Computação	2
Total	32



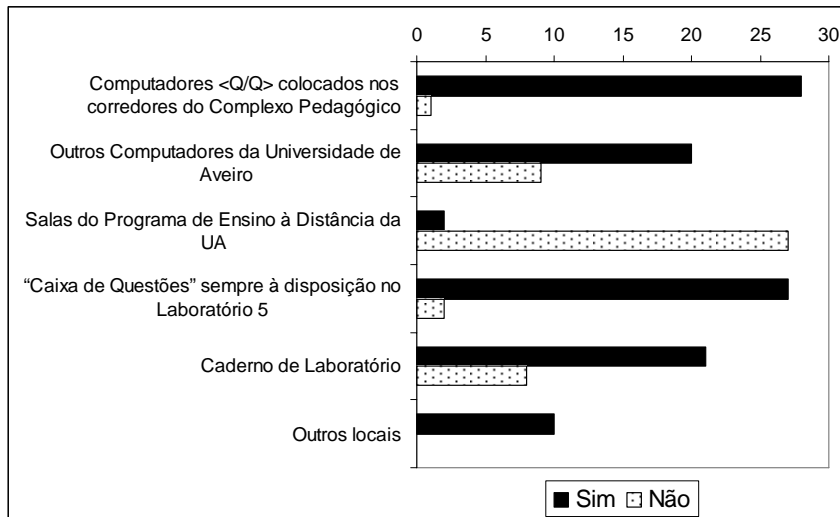
**Figura 1** Sobre o curso que frequenta (1º questionário 2000/2001)



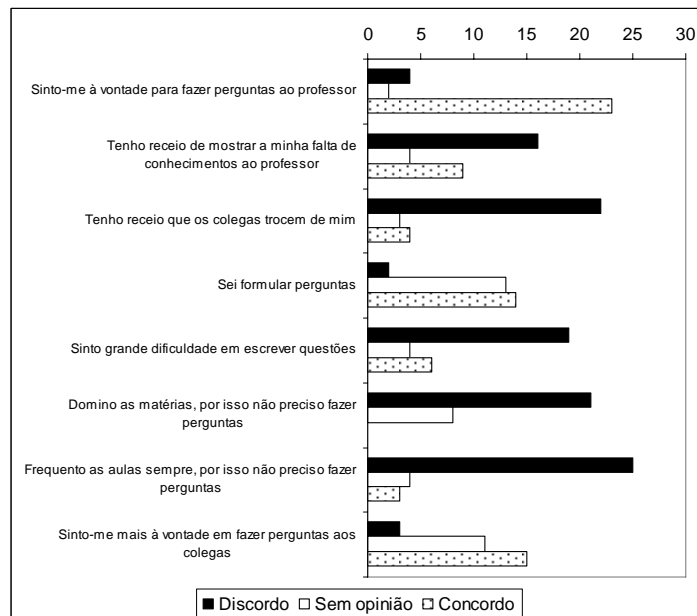
**Figura 2** Sobre a disciplina de Química I (1º questionário 2000/2001)



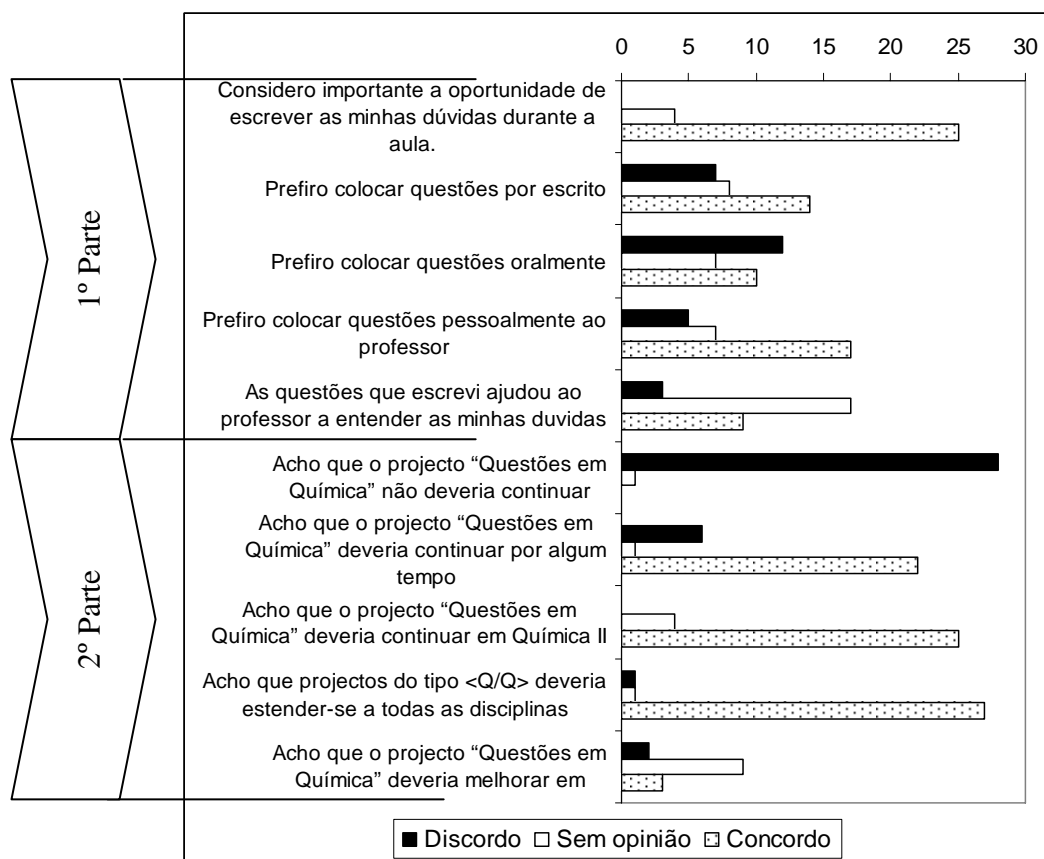
**Figura 3** Sobre o conhecimento informático (1º questionário 2000/2001)



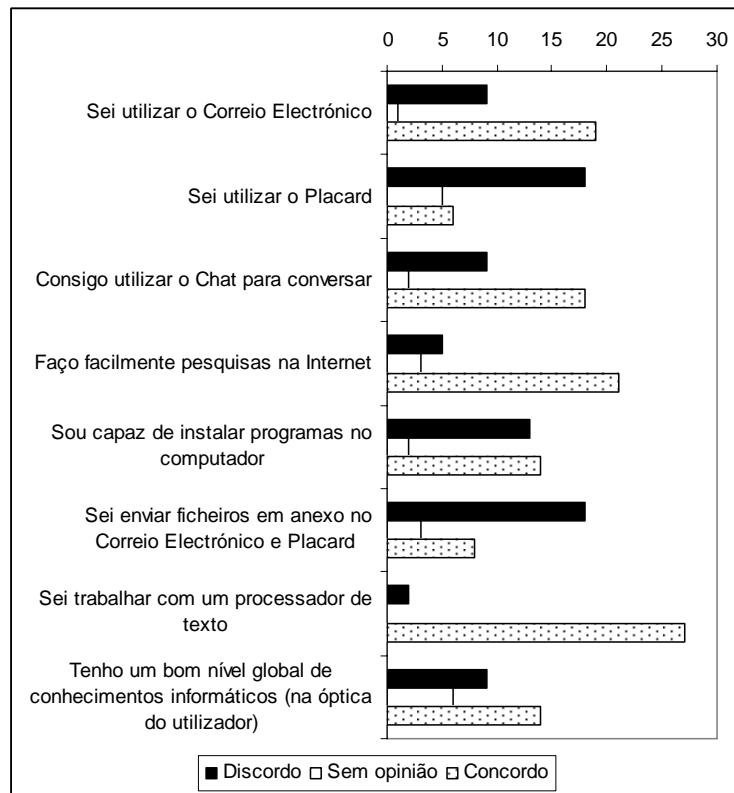
**Figura 4** Sobre os tipos de acessos para enviar perguntas (1º questionário 2000/2001)



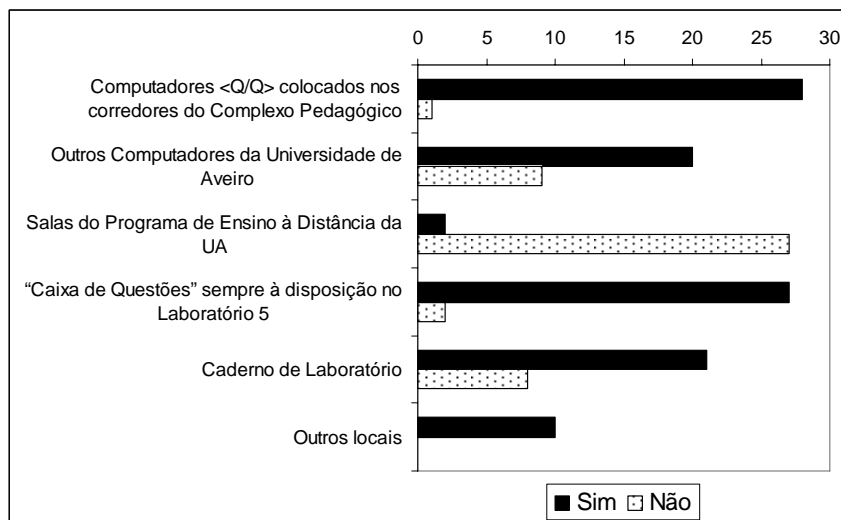
**Figura 5** Sobre a formulação de perguntas (1º questionário 2000/2001)



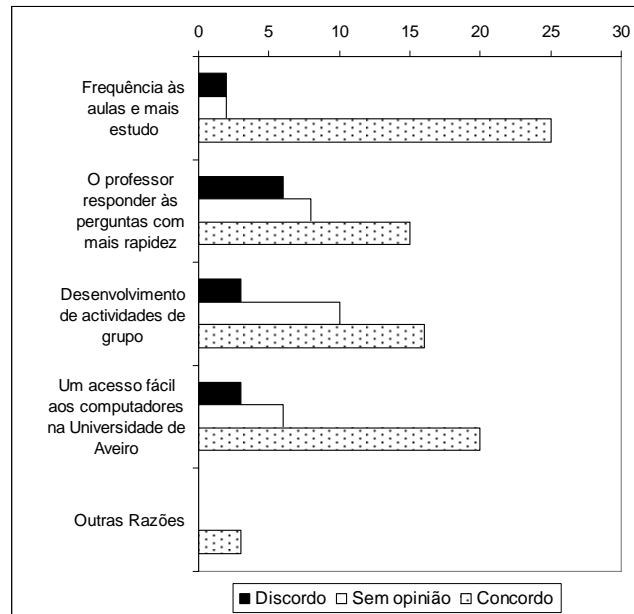
**Figura 6** Opinião dos estudantes sobre o projecto <Q/Q> (1º questionário 2000/2001)



**Figura 7** Sobre o conhecimento informático (1º questionário 2000/2001)



**Figura 8** Sobre os tipos de acessos para enviar perguntas (1º questionário 2000/2001)



**Figura 9** Factores de motivação para a formulação de perguntas  
(1º questionário 2000/2001)

Guião de entrevista semi-estruturada aos estudantes que formularam e aos que não formularam perguntas no 1º Estudo Piloto (2000/2001)

### **Objectivos Gerais:**

Recolher dados que permitam conhecer a opinião

- Obter feedback dos estudantes sobre o projecto <Q/Q>.
- Perceber o que motivou os estudantes a formular perguntas através do projecto <Q/Q>
- Obter informações sobre o “porquê” de alguns estudantes não enviarem perguntas.
- Obter informações sobre as barreiras para a formulação de mais perguntas e que dificuldades tinham com o programa <Q/Q>.
- Obter informações sobre os comportamentos específico de certos estudantes (por exemplo: estudante que formulou perguntas em associação com um colega ou não).
- Obter informações dos estudantes sobre como melhorar os instrumentos e estratégias do projecto <Q/Q>.

### **GUIÃO DE ENTREVISTA PARA OS FORMULARAM PERGUNTAS.**

#### **Legitimação:**

Como passou as festas? Ficou com a família? Você é de Aveiro? De onde é? Que curso frequenta? Gosta do curso? O curso que frequenta foi a primeira escolha?...

Bem! Como deve saber o projecto “Questões em Química” foi pensado para desenvolver o seu interesse e curiosidade pela Química... No momento em que paramos para fazer uma pergunta passamos a ser um agente activo no processo da aprendizagem... Por essa razão nosso interesse em melhorar os métodos e instrumentos... Neste sentido ser-me-ia muito útil saber sua opinião... Agora! Para não dispersar a nossa conversa tirando notas, gostaria de gravá-la? Importa-se?

Objectivos específicos de cada pergunta da entrevista aos estudantes que formularam perguntas no 1º Estudo - Piloto (2000/2001):



Perguntas	Objectivo específico
<b>Projecto &lt;Q/Q&gt;</b>	
<p>1. Estava no primeiro dia em que o projecto foi apresentado pelo Prof. TDias? Entendeu logo e de uma forma clara os objectivos do projecto “Questões em Química” ou foi entendendo melhor à medida que o projecto decorria ?</p>	<p>Compreender se os estudantes entenderam as explicações iniciais dadas de com o projecto &lt;Q/Q&gt; funcionaria, ou só vieram a entender depois.</p>
<p>2. Quais as situações em que lhe surgem mais questões ? (nas aulas T, TP ou P, quando está a estudar...) Encontra alguma razão para isso?</p>	<p>Avaliar em que tipo de aula ou contexto surge mais perguntas para os estudantes.</p>
<p>3. Quando uma questão lhe ocorre durante a aula, consegue escrever a questão e, simultaneamente, continuar a dar atenção à aula?</p>	<p>Avaliar se os estudantes conseguem escrever suas perguntas no decorrer das aulas.</p>
<p>4. Alguma vez lhe surgiu uma questão durante as aulas T, TP, P ou mesmo quando estava a estudar e acabou por desistir de colocar essa questão em &lt;Q/Q&gt;? Quais as razão?</p>	<p>Avaliar se existiu alguma barreira para as perguntas que os estudantes tinham a intenção de enviar e acabou por desistir.</p>
<p>5. No seu entender quais dos instrumentos postos à sua disposição para colocar as suas questões contribuíram para que sentisse mais à vontade?</p>	<p>Avaliar qual dos instrumentos os estudantes utilizaram com maior à vontade.</p>
<p>6. O facto do projecto ser designado “Questões em Química”, condicionou o tipo de questões que gostaria de fazer?</p>	<p>Compreender como os estudantes entenderam o projecto Questões em Química.</p>
<p>7. Todas as dúvidas que colocou foram exclusivamente suas, ou escreveu também questões de outros colegas de turma ou mesmo de outras turmas?</p>	<p>Compreender se as perguntas dos estudantes eram exclusivamente suas ou de outras colegas.</p>
<p>8. É capaz de identificar algumas das razões que contribuíram para apresentar as suas questões? (por <b>Curiosidade</b>, para obter uma melhor explicação, <b>dúvida</b>, por economia de tempo, privacidade, o projecto estimulou)</p>	<p>Identificar algumas das razões que motivaram as perguntas dos estudantes.</p>
<p>9. Sobre o tempo que demorou a receber a resposta às suas questões. Esse facto contribuiu para que entretanto não fizesse novas questões?</p>	<p>Obter a opinião dos estudantes sobre o sistema de respostas as perguntas.</p>
<p>10. O que acha que poderia melhorar neste</p>	<p>Obter a opinião dos estudantes</p>

projecto? Por exemplo, acha que deveríamos continuar com todos os tipos de instrumentos de recolha de questões?	sobre alguns aspectos do projecto <Q/Q>
11. O facto da participação no projecto contar positivamente para a nota teve alguma influência no número ou qualidade das suas questões? (Fez questões para as quais já sabia a resposta ou sabia onde encontrar a resposta? Fez questões só para contar a sua participação no projecto?)	Avaliar a influência da “avaliação positiva” às perguntas na motivação dos estudantes em participar do projecto <Q/Q>. Avaliar a genuinidade das perguntas.
<b>Aspectos Tecnológicos</b>	
12. Consegue utilizar o correio electrónico do <Q/Q> sem dificuldades?	Avaliar a habilidade dos estudantes em enviar e-mails através do programa <Q/Q>
13. Sabia que poderia enviar mensagens para os colegas através do programa <Q/Q>?	Avaliar o nível de entendimento dos estudantes do programa <Q/Q>
14. Acha necessário algum tipo de explicação suplementar para utilizar <Q/Q>?	Avaliar a necessidade de estratégias e instrumentos para melhor explicar o uso do programa <Q/Q>
15. Qual a sua opinião sobre o programa <Q/Q>? (simples, complicado, pouco atractivo, ...) O que modificaria?	Avaliar o nível de entendimento dos estudantes do programa <Q/Q>

## GUIÃO DE ENTREVISTA PARA OS QUE NÃO FORMULARAM PERGUNTAS.

### Legitimação:

Como passou as festas? Ficou com a família? Você é de Aveiro? De onde é? Que curso frequenta? Gosta do curso? O curso que frequenta foi a primeira escolha?...

Bem! Como deve saber o projecto “Questões em Química” foi pensado para desenvolver o seu interesse e curiosidade pela Química ... No momento em que paramos para fazer uma pergunta passamos a ser um agente activo no processo da aprendizagem ... Por essa razão nosso interesse em melhorar os métodos e instrumentos ... Neste sentido ser-me-ia muito útil saber sua opinião ... Agora! Para não dispersar a nossa conversa tirando notas, gostaria de gravá-la? Importa-se?

Objectivos específicos de cada pergunta da entrevista aos estudantes que não formularam perguntas no Estudo Piloto (2000/2001):

Pergunta	Objectivo específico
<b>Projecto &lt;Q/Q&gt;</b>	
1. Estava no primeiro dia em que o projecto foi	Compreender se os estudantes

apresentado pelo Prof. TDias? Entendeu logo e de uma forma clara os objectivos do projecto “Questões em Química” ou foi entendendo melhor à medida que o projecto decorria?	entenderam as explicações iniciais dadas de com o projecto <Q/Q> funcionaria.
2. Alguma vez lhe surgiram uma questões durante as aulas T, TP, P ou mesmo quando estava a estudar e acabou por desistir de colocar essas questões em <Q/Q>? Que razões contribuíram para esses facto? Ou Quais as razões para essas suas decisões?	Avaliar se existiu alguma barreira para as perguntas que os estudantes tinham a intenção de enviar e acabou por desistir.
3. Quais as principais razões que o levaram a não apresentar questões? (tempo, não sentiu necessidade, as dúvidas foram respondidas no decorrer da aula, , não tem dúvidas ...)	Compreender quais as principais barreiras para os estudantes não enviar perguntas.
4. Sabia que a participação no projecto “Questões em Química” poderia contribuir positivamente para a nota final? Mesmo assim não pôs questões? Porquê?	Compreender porque a avaliação positiva ás perguntas não motivou estes estudantes a formular perguntas.
5. O facto do projecto ser designado “Questões em Química”, condicionou o tipo de questões que gostaria de fazer?	Avaliar se a limitação em formular perguntas em Química consistiu em alguma barreira na formulação de perguntas.
6. O que acha que poderia melhorar neste projecto? Por exemplo, acha que deveríamos continuar com todos os tipos de instrumentos de recolha de questões?	Obter a opinião dos estudantes sobre o que poderia melhorar no projecto <Q/Q>
7. O que poderia contribuir para passar a fazer questões aos professores?	Compreender o que poderia motivar os estudantes a passar a formular perguntas.
<b>Aspectos Tecnológicos</b>	
8. Utilizou o programa <Q/Q> para ver as questões dos colegas? Entrou no sistema pelo menos uma vez?	Confirmar se os estudantes que não formularam perguntas mas que mesmo assim acederam ao programa <Q/Q>
9. Conseguiu ver as respostas as questões sem dificuldades?	Confirmar se os estudantes que não formularam perguntas mas que mesmo assim acederam ao programa <Q/Q>
10. Sabia que poderia enviar mensagens para os colegas através do programa <Q/Q>?	



## **INQUÉRITO AOS ALUNOS DE QUÍMICA II**

Caro aluno(a):

Durante todo este ano o projecto **Questões em Química** esteve consigo para desenvolver o seu interesse e curiosidade pela Química. Agora, queremos fazer uma avaliação deste projecto-piloto. Neste sentido, a sua opinião é muito importante para identificarmos possíveis falhas, para que possam vir a ser superadas. Pedimos-lhe novamente o favor de responder com toda a sinceridade.

**Nome:** \_\_\_\_\_ **N.º Mec. ou e-mail:** \_\_\_\_\_

### **A. “Projecto Questões em Química”**

1. **Na sua opinião, é importante formular questões porque** [marque APENAS UMA afirmação, a que mais se aproxime da sua opinião ou, então, acrescente outra(s)]:

- Desenvolve o raciocínio.
- Ajuda a encontrar as respostas.
- Facilita a aprendizagem.
- É apenas um bom exercício para a mente.
- Não acho importante formular questões.
- Outras razões \_\_\_\_\_

2. **Sobre a formulação de questões e a possibilidade de as fazer ao professor e aos colegas** (utilize a seguinte escala para marcar todas as afirmações):

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③    Sinto-me mais à vontade para fazer perguntas ao professor.
- ① ② ③    Tenho receio de mostrar a minha falta de conhecimentos ao professor.
- ① ② ③    O projecto <Q/Q> ajudou-me a fazer questões sem me expor perante os colegas.
- ① ② ③    Ainda sinto grande dificuldade em escrever questões.
- ① ② ③    Sinto-me mais à vontade agora do que no início do ano académico, para levantar questões.
- ① ② ③    Fui motivado a fazer questões por causa da avaliação positiva.
- Outras Razões: \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

3. **Leia com atenção (se necessário releia) o texto seguinte e formule pelo menos 2 questões** que este lhe sugira.

“Uma solução-tampão não experimenta uma variação de pH apreciável quando lhe for adicionada uma pequena quantidade de ácido ou base fortes. No geral, as soluções-tampão são formadas por um ácido fraco (HA) e pelo sal do respectivo anião ( $A^-$ ), ou por uma base fraca (B) e pelo sal do respectivo catião ( $BH^+$ ), ambos em quantidades elevadas e próximas. Um sistema “tamponado” é tão vital para a existência de um organismo vivo que a mais imediata ameaça à sobrevivência de uma pessoa com ferimentos ou queimaduras graves reside na possível mudança brusca do pH do sangue. Assim, uma das primeiras acções de socorro de um paramédico consiste na administração de fluidos intravenosos. ...” (Atkins, P and Jones, L. Chemistry 4<sup>th</sup>. Edition, p. 730.)

#### 4. Quando lhe surgem mais questões?

nas aulas Teóricas  nas aulas Teórico-Práticas  nas aulas Práticas  quando estou a estudar

outra: \_\_\_\_\_

Encontra alguma razão para isso?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### 5. Sabe se foi beneficiado na sua nota de Química I, por ter feito questões?

Sim  Não    Se sim, em quanto: \_\_\_\_\_     Não fiz questões.

6. **Sobre o projecto “Questões em Química II”**, indique a sua concordância/discordância em todas as afirmações:

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③ Pensei mais nas minhas questões de Química II do que das de Química I, antes de as escrever.
- ① ② ③ Senti vontade de escrever questões, mas acabei por desistir.
- ① ② ③ O projecto tornou-se desinteressante em Química II, por isso deixei de fazer questões.
- ① ② ③ Não gostei da nova forma de obter respostas às questões em Química II.
- ① ② ③ Os conteúdos de Química II são mais fáceis que os de Química I, por isso não fiz questões.
- ① ② ③ O meu nível de interesse pelo projecto <Q/Q> manteve-se constante em Química I e II.
- ① ② ③ Tive mais solicitações das outras disciplinas neste 2º semestre, por isso não escrevi questões.
- ① ② ③ Gostaria de pôr questões nas aulas Teóricas, caso houvesse oportunidade.
- ① ② ③ As aulas Práticas de Química II são mais fáceis do que as de Química I
- ① ② ③ Gostaria que as respostas às minhas questões fossem dadas nas aulas Teórico-Práticas.
- ① ② ③ Frequentei todas as aulas-conferência de Química I e II.
- ① ② ③ Verifiquei que em todas as aulas-conferência a que assisti me surgiram muitas questões.

Outras: \_\_\_\_\_

7. **Sobre os mini projectos de Química II**, indique a sua concordância/discordância em todas as afirmações:

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③ Considero que os mini projectos me ajudaram a fazer mais e melhores questões.
- ① ② ③ Gostaria de ter escolhido outro tema para o meu mini projecto.
- ① ② ③ Gostaria de ter optado por não participar no mini projecto.
- ① ② ③ O tema do meu grupo era muito interessante e motivante.
- ① ② ③ O meu grupo não teve tempo para as reuniões.
- ① ② ③ Gostaria de ter escolhido outros membros para o meu grupo.
- ① ② ③ Não estava motivado para desenvolver o tema com o meu grupo.
- ① ② ③ Gostaria que os objectivos dos mini projectos fossem mais claros.
- ① ② ③ O professor deveria ter dito o que deveríamos investigar em cada tema.
- ① ② ③ Se os mini projectos tivessem uma valorização maior estaria mais motivado.

Outras: \_\_\_\_\_

8. **O que é que mudou no projecto <Q/Q> de Química I para Química II** que considera como mais positivo e/ou negativo:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

9. **Qual o assunto de Química I e II que mais lhe custou a estudar?** Que razões encontra para as dificuldades que encontrou? O que fez (ou poderia ter feito) para ultrapassar essas dificuldades?

---



---



---



---

10. **Apresente as suas sugestões e críticas construtivas:**

---



---



---



---

## B. Conhecimentos e acessos Informáticos.

11. **Sobre o seu conhecimento informático**, indique a sua concordância/discordância em todas as afirmações:

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③ Sinto que utilizo melhor o computador agora do que no primeiro semestre.
- ① ② ③ Continuo com o mesmo nível de conhecimentos de informática que tinha antes.
- ① ② ③ Lembro-me da *password* e de como obter acesso ao programa <Q/Q>.
- ① ② ③ Não gosto de fazer questões através do computador.
- ① ② ③ Gosto de fazer questões pelo computador porque não há risco de me expor perante os colegas.
- ① ② ③ Encontrei sempre um computador <Q/Q> à disposição e a funcionar nos corredores do Complexo Pedagógico.
- ① ② ③ Quando encontrei o computador <Q/Q> desligado, desisti de escrever a minha questão.
- ① ② ③ Preferia que as respostas fossem enviadas pelo computador.

12. **Agora tenho o meu próprio computador com ligação à Internet**

Sim     Não     Sempre tive

13. **Tenho acesso a um computador com ligação à Internet em:**

Casa     Na Universidade     No emprego     Aveiro Digital

Outros \_\_\_\_\_

14. **Quantos anos de Química teve no ensino secundário?**

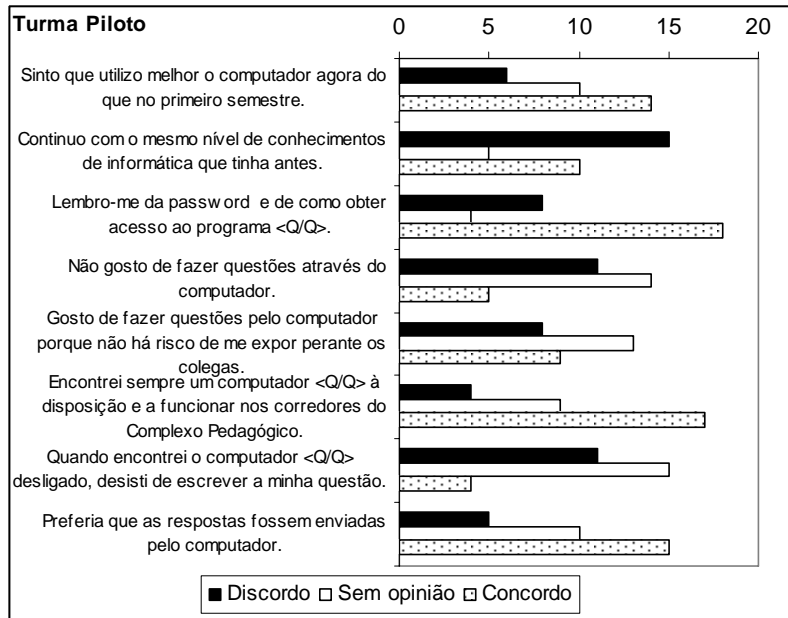
---

*“Em ciência, existem questões ingénuas, questões enfadonhas, questões apresentadas de modo inadequado. Mas cada questão é sempre um grito para entender o mundo. Não existem perguntas estúpidas!”*

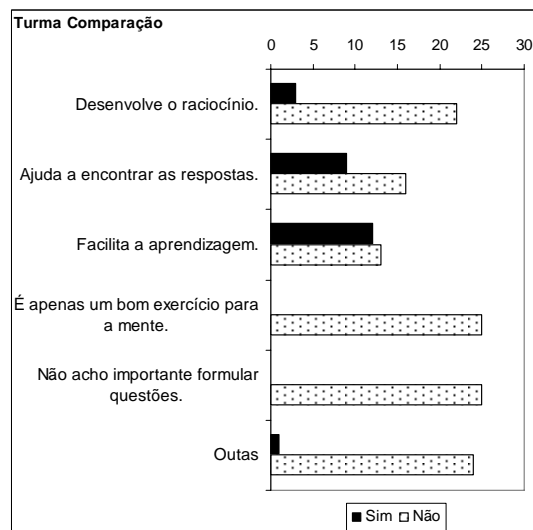
**Carl Sagan** (1934-1997).

***Obrigado pela sua colaboração!***

**Apêndice 4.7** Quadro de análise do questionário do final do 2º semestre do 1º Estudo 2000/2001 \*

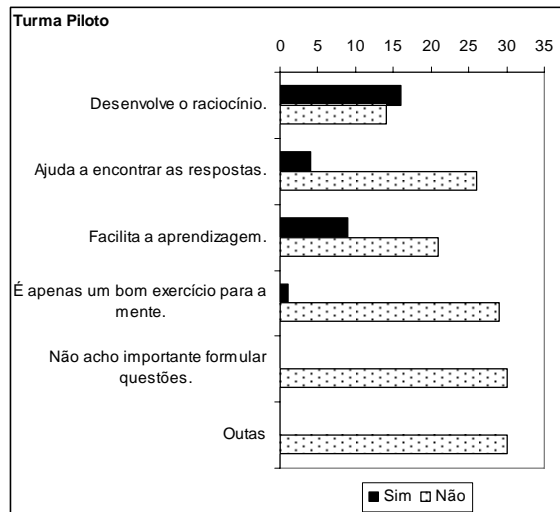


**Figura 4.27** Sobre o conhecimento informático. Turma Piloto.

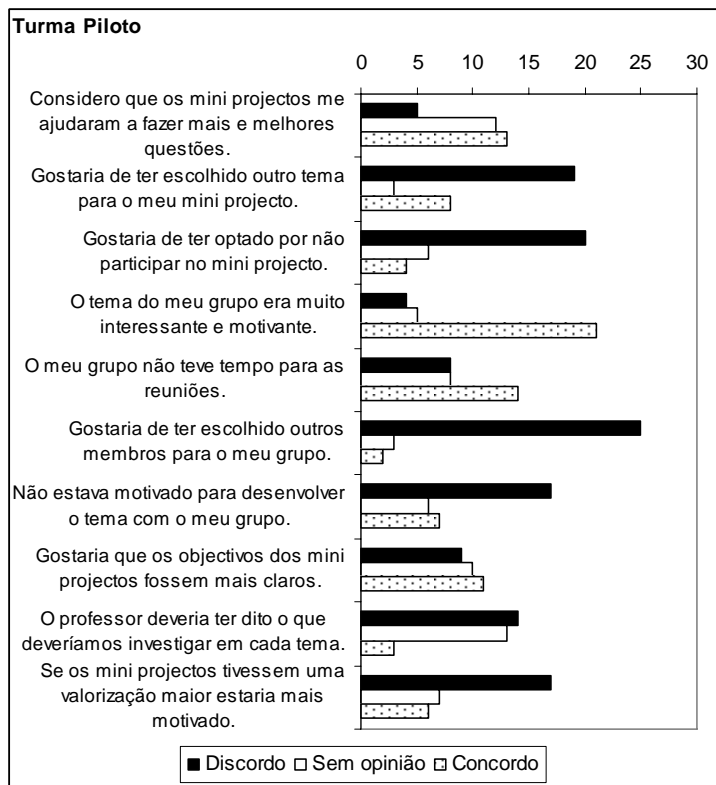


**Figura 4.28** Sobre a importância de formular perguntas. Turma Comparação





**Figura 4.29** Sobre a importância de formular perguntas. Turma Piloto



**Figura 4.33** Sobre os mini projectos. Turma Piloto

**PERGUNTAS DO ESTUDO PILOTO 2000/2001**

Data	Instrumento	Tipo de aula	Qualidade	Perguntas	Informação	Consolidação	Exploração	Elaboração	Síntese	Avaliação	Nºpergunta
02 Nov.	Computador	Teórica	Conf.	Antes de mais gostaria de felicitar es pessoas envolvidas neste projecto que considero muito importante para todos. Estou em Engenharia do Ambiente e a minha questão vai de certa forma de encontro com o meu curso: Há muitos anos que ouço falar das chuvas ácidas contudo não sei bem do que se trata. Gostaria de saber o que realmente são as chuvas ácidas e o porque de serem tão perigosas para o meio ambiente. Nas últimas aulas o tema de estudo tem sido a água daí a minha pergunta estar relacionada com a água. Obrigado ass: João Pereira	2	2	1	0	0	0	1
02 Nov.	Caixa	Teórica-Prática	Conf.	Existe algum método experimental que permita distinguir fermões de bosões?	2	1	1	0	0	0	2
02 Nov.	Caixa	Teórica-Prática	Conf.	Fermiões e Bosões existem ou servem apenas para agrupa e rotular partículas?	1	1	0	0	0	0	3
02 Nov.	Caixa	Teórica-Prática	Conf.	A designação de Fermiões e Bosões ajuda-nos a perceber o quê?	1	0	0	0	0	0	4
02 Nov.	Caixa	Teórica-Prática	Conf.	Qual a sua utilidade teórica (Designação de Fermiões e Bosões)?	1	1	1	0	0	0	5
6 Nov.	Caixa	Prática 3	Conf.	Gostaria de saber como se efectuam os cálculos relativos á elaboração do trabalho nº3, uma vez que não compreendi as equivalências e relações estabelecidas.	1	1	0	0	0	0	6
6 Nov.	Caixa	Prática	Conf.	(7C)(23967-1) Como calcular calor específico a partir do calor de combustão?	1	1	0	0	0	0	7
6 Nov.	Caixa	Prática	Conf.	(8C)(23426-1) Qual a diferença entre entalpia e capacidade calorifica	1	2	0	0	0	0	8
6 Nov.	Caixa	Prática	Conf.	(9C)(23426-2) Porque é que $AH=q_p$ (pressão constante)	1	1	0	0	0	0	9
6 Nov.	Caixa	Prática	Conf.	(10C)(23426-3) Cálculos do trabalho 3	1	0	0	0	0	0	10
6 Nov.	Caderno Lab.	Prática 4	Conf.	(11C)(23944-1) Pergunta: Porque e que a 5C a pressao de vapor e considerada aproximadamente zero? Existe sempre pressão de vapor, não é?	1	2	0	0	0	0	11
8 Nov.	Computador	Teórica	Conf.	(12C)(23326-1) questao1: Como são fabricados os aromas artificiais ?	2	0	1	0	0	0	12
8 Nov.	Computador	Teórica	Conf.	(13C) (23326-2) Por exemplo : Como produzir experimentalmente o aroma da banana sem utilizar o fruto para a sua produção ?	2	1	2	0	0	0	13
8 Nov.	Computador	Teorica	Conf.	(14C)(23326-3) questao2: De que forma é possível através da química provocar chuvas artificiais em qualquer parte do mundo, mesmo no meio de um deserto ?	2	0	1	0	0	0	14
8 Nov.	Computador	Teórica	Conf.	(15C)(23326-4) questao1: Gostava de saber qual é o processo químico envolvido na determinação da idade de um fóssil descoberto?	2	1	2	0	0	0	15
8 Nov.	Computador	Teórica	Tranf.	(16T)(23326-5) E até que ponto o resultado obtido se aproxima da sua verdadeira idade (datação de um fóssil)?	2	1	1	1	0	0	16
8 Nov.	Computador	Teórica	Tranf.	(17T)(23326-6) questao2: De onde provem o DNA e porque todos os seres vivos, desde uma bactéria (ainda que rudimentar) a um elefante o possuem?	2	2	2	1	1	0	17
8 Nov.	Computador	Teórica	Tranf.	(18T)(23326-7) Constitui ele (DNA) um prova orgânica que diferencia seres vivos de não vivos ?	2	1	1	2	0	0	18

8 Nov.	Computador	Curiosidade	Conf.	(19C)(22728-1) questao1: Existe alguma explicação química para o facto de se por acaso deixar-mos uma torneira mal fechada a água cair sob a forma de gotas e não de modo contínuo?	1	0	2	0	0	0	19
8 Nov.	Computador	Curiosidade	Conf.	(20C)(22728-2) E se algum modo essa mesma propriedade é a responsável pela aderência da água sob a forma de gotas às paredes de uma banheira ,por exemplo .	1	0	2	0	0	0	20
8 Nov.	Computador	Curiosidade	Conf.	(21C)(22728-3) questao2: Será possível que ao retirar-mos uma peça de roupa feita de determinadas fibras , haja emissão embora em pequena escala de luz?	1	2	1	0	0	0	21
8 Nov.	Computador	Curiosidade	Conf.	(22C)(22728-4) Caso isto se verifique (roupa emitir luz), está de algum modo relacionado com a electricidade estática? Gostaria, que se possível me esclarecessem estes assuntos que me suscitam curiosidade , atenciosamente Isabela .	1	2	1	0	0	0	22
9 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(23C)(22950-1) É possível obter novos elementos químicos, partido dos existentes? Se sim, como?	2	1	1	0	0	0	23
10 Nov.	Computador	Aula Conferência	Tranf.	(24T)(23326-8) questao1: Sendo o Raio-X um raio tao prejudicial para o corpo humano, porque razão é ainda hoje utilizado como auxiliar da medicina? Há alternativas ao Raio-X?	2	2	2	1	0	1	24
10 Nov.	Computador	Aula Conferência	Conf.	(25C)(23326-9) questao2: Em que consiste a quarta linha do DNA humano ?	2	0	0	0	0	0	25
10 Nov.	Computador	Aula Conferência	Conf.	(26C)(23326-10) Porque não apresenta ela (DNA) simétrico e pigmentação na difracção ?	2	0	1	0	0	0	26
12 Nov.	Computador		Conf.	(27C)(23052-1) questao1: Não fiquei esclarecida quanto ao e-mail que abaixo está indicado como "E-mail interno ao WebCt", que e-mail é esse e como é que eu o posso aceder?	1	0	0	0	0	0	27
13 Nov.	Caixa	Prática	Conf.	(28C)(22901-7) Visto que a lua se situa sempre á mesma distância da terra, por que razão por vezes vemos a lua tão perto e outras vezes tão longe?	1	1	0	0	0	0	28
16 Nov.	Computador	Teórica	Conf.	(29C)(22901-2) Questao1: No segundo Capítulo fala-se de híbridos sp3, sp2, sp, etc., mas afinal do que se trata, quais as diferenças entre os vários híbridos? obrigado	1	2	1	0	0	0	29
16 Nov.	Computador	Teórico-Prática	Conf.	(30C)(22901-8) 1 Por que razão os átomos cuja configuração electrónica apresenta menor energia são mais estáveis?	1	2	2	0	0	0	30
16 Nov.	Computador	Teórico-Prática	Conf.	(31C)(22901-9) 2. Porquê esta diferença de energias nestas configurações. $E([\text{Ar}] 4s1 3d5) < E([\text{Ar}]4s2 3d4)$	2	0	0	0	0	0	31
16 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(32C)(23326-20) Será possível criar um material mais resistente do que o diamante?	1	1	1	0	0	0	32
16 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(33C)(23326-21) A sua dureza (diamante) advém da sua forte estrutura compacta?	1	2	0	0	0	0	33
16 Nov.	Computador	Teórica	Conf.	(34C)(23052-2) questao1: O que é que é o spin do electrão?	1	0	0	0	0	0	34
16 Nov.	Computador	Teórica	Conf.	(35C)(23106-1) questao1: Queria mais informações sobre os hidratos de carbono, "gelo inflamável", tais como onde foram encontrados e quais os benefícios para a sociedade.	2	1	2	1	0	0	35

16 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(36C)(24164-1) Qual é o objectivo principal das ligações híbridas?	1	1	0	0	0	0	36
16 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(37C)(24164-2) O que é Hibridação?	0	0	0	0	0	0	37
16 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(38C)(24164-3) Que ligação é que a hibridação tem com as outras ligações?	1	0	1	0	0	0	38
16 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(39C)(23157-1) 1. Na estrutura da molécula de Benzeno (desenha dois anéis com duplas ligações alternadas) (Inserir Figura) como híbrido de ressonância, o significado da seta é dizer que as ligações nesta molécula estão entre as ligações duplas e as simples? Ou, a molécula apresenta estados em que as suas ligações alternam da ligação simples para a dupla?	1	2	1	2	0	0	39
16 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(40C)(23157-2) F 2. Como é possível que os electrões quando excitados por uma radiação se desloquem para níveis superiores sem passar por níveis intermédias?	2	1	1	0	0	0	40
16 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(41C)(23457-1) F Como é que, tendo um átomo as dimensões ínfimas que têm e não sendo possível vê-lo, foi possível criar uma ponta do tamanho de um átomo para a microscopia Efeito Túnel?	2	0	0	1	0	0	41
16 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(42C)(23282-1) F 1. Quantas hibridações aparecem em cada átomo de carbono? (no caso do diamante)	1	0	0	0	0	0	42
16 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(43C)(23282-2) F 2. No exercício nº 15, sobre o átomo de Cr (Z=24), qual é a configuração electrónica que tem maior energia entre [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>5</sup> e [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>4</sup>	2	0	0	0	0	0	43
20 Nov.	Caixa	Teórica	Conf.	(44C)(23457-2) Como é que, tendo dois alótropos se sabe qual é o mais estável?	2	1	1	0	0	0	44
23 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(45C)(23326-22) Como determinou, Eurico Fermi, experimentalmente a característica que denominou por fermiões, dos electrões?	2	1	1	0	0	0	45
23 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(46C)(23326-23) Os prótons e os neutrões são constituídos por quarks?	2	1	0	0	0	0	46
23 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(47T)(23326-24) A São os quarks as partículas mais pequenas existentes? Ou também estes são constituídos por partículas ainda mais pequenas?	2	0	2	0	0	0	47
23 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(48C)(23205-1) Qual a verdadeira diferença entre os fermiões e os bozões e de que forma essa diferença se revela a nível prático?	2	1	1	0	0	0	48
23 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(49C)(23282-5) Qual é a diferença entre as estruturas hipotéticas e moléculas?	1	1	1	0	0	0	49
27 Nov.	Computador	Curiosidade	Tranf.	(50T)(23326-11) questão1: Porque é considerado tão perigosa e reprovável a manipulação genética, como por exemplo nos alimentos transgénicos ?	2	1	2	2	0	0	50
27 Nov.	Computador	Curiosidade	Conf.	(51C)(23326-12) Tal modificação poderia ocorrer naturalmente através de mutações e recombinações génicas.	2	1	0	0	0	0	51
27 Nov.	Computador	Curiosidade	Conf.	(52C)(23326-13) Não estarão os organismos preparados para tais mudanças (genéticas) ?	2	2	2	1	0	0	52
30 Nov.	Caixa	Teórica	Conf.	(53C)(23516-5) 1. O que se passa a nível das orbitais que leva a que se formem ligações p ou s ?	2	0	1	0	0	0	53
30 Nov.	Caixa	Teórica	Conf.	(54T)(23516-6) Nas ligações s, existe algum método experimental que confirme que a densidade electrónica se situa ao longo do eixo internuclear?	2	1	1	0	0	0	54

30 Nov.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(55C)(22950-2) Quais são as diferenças entre o diamante puro e o obtido laboratorialmente?	2	1	0	0	0	0	55
04 Dez.	Computador	Teórica	Conf.	(56C)(23326-14) F questao1: O Professor referiu hoje na aula que nada do que é convencional é arbitrário. Sendo assim, gostaria de saber porque é que o sentido da corrente eléctrica é do pólo positivo da pilha para o negativo, em algumas convenções, e noutras é do negativo para o positivo ? Existe alguma explicação científica que defenda e confira lógica a ambas ?	2	1	1	0	0	0	56
04 Dez.	Computador	Aula Conferência	Tranf.	(57T)(23326-15) A Se realmente os quarks possuírem uma estrutura interna tal como antevê a referência publicada na revista Physical Review Letters, em que consistirá?	2	1	2	1	1	0	57
04 Dez.	Computador	Aula Conferência	Tranf.	(58T)(23326-16) Será que nunca será possível encontrar a mais pequena partícula existente?	2	2	2	1	0	1	58
04 Dez.	Computador	Aula Conferência	Tranf.	(59T)(23326-17) Será possível que seja esta a chave (encontrar a menor particular) para a explicação de como tudo começou ?	2	2	1	2	0	1	59
04 Dez.	Caixa	Prática 5	Conf.	(60C)(23282-3) 1- Qual é a relação que existe entre a transmitância e a absorvância?	1	0	0	0	0	0	60
04 Dez.	Caixa	Prática 5	Conf.	(61C)(23282-4) 2- Como se relacionou os valores máximos de absorvância das duas soluções (azul e a vermelha) graficamente?	2	0	0	0	0	0	61
04 Dez.	Caderno Lab.	Prática 5	Conf.	(62C)(23375-1) O olho humano só consegue detectar uma fracção muito pequena do espectro, que se designa por região visível. Porque?	2	1	2	0	0	0	62
04 Dez.	Caderno Lab.	Prática 5	Tranf.	(63C)(23223-1) Após a realização do trabalho, surgio-me 1 duvida que por mais vã ou - que pareça, vou colocar: Será que a água tem transmitância de 100%, isto é, tem uma absorvancia totalmente nula?	2	1	1	2	0	0	63
04 Dez.	Caderno Lab.	Prática 5	Tranf.	(64C)(23223-2) Eu sei que teoricamente, a água é incolor, mas quando observamos para grandes massas de água como num rio ou o oceano, podemos pensar - Se a água tem uma absorvância nula então, qual a razão de não vermos o fundo do mar(ou oceano). Se a absorvância fosse nula teriamos a oportunidade de o fazer, e também não teriamos uma reacção do azul do mar!!! É lógico que a água do mar não é só água, mas por mais pura que a água seja, nunca se consegue ver nitidamente o fundo do mar (do rio), porque será?	2	2	2	1	0	0	64
04 Dez.	Caderno Lab.	Prática 5	Conf.	(65C)(24249-1) Porque o olho humano só consegue detectar uma fracção muito pequena do espectro de luz?	2	1	2	0	0	0	65
04 Dez.	Caderno Lab.	Prática 5	Tranf.	(66T)(24249-2) E porque essa pequena fracção (do espectro) é a do visível?	2	0	2	1	0	0	66
07 Dez.	Caixa	Teórico-Prática	Tranf.	(67T)(23326-25) No dia de ontem (Quarta-feira, 6 de Dezembro), devido à tempestade, foi-me possível observar a queda de um cabo de electricidade. Este ao cair produziu fortes raios de luz verde. Porque é esta luz verde? Porque não é branca?	2	1	1	2	0	0	67
07 Dez.	Caixa	Teórico-Prática	Tranf.	(68T)(24274-1) 1. No átomo de hidrogénio os electrões mais próximos do núcleo tem maior energia, enquanto que nos outros átomos á medida que nos afastamos do núcleo mais energético são os electrões. Porque?	2	2	1	1	0	0	68
11 Dez.	Computador	Teórica	Conf.	(69C)(22901-3) questao1: No etino, que tipo de ligações envolvem o atomo de carbono?	1	1	0	0	0	0	69
11 Dez.	Computador	Teórica	Conf.	(70C)(22901-4) Que tipo de ligações estão envolvidas numa ligação simples, numa dupla e numa tripla?	1	0	0	0	0	0	70
11 Dez.	Caderno Lab.	Prática 5	Conf.	(71C)(23944-2) Como é que surge o transparente?	1	1	1	0	0	0	71

12 Dez.	Computador	Teórica	Conf.	(72C)(22901-5) Questao1: O que são propriedades de estado?	1	0	0	0	0	0	72
12 Dez.	Computador	Teórica	Conf.	(73C)(22901-6) Porque é que e (E) é propriedade de estado e o (calor) e (trabalho) não são?	1	0	0	0	0	0	73
14 Dez.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(74C)(23375-2) Porque é que a água se autoioniza numa pequena extensão?	2	0	0	0	0	0	74
18 Dez.	Caixa	Teórica	Conf.	(75T)(23143-1) Sendo um automóvel uma invenção humana, hoje em dia, tão utilizada, o seu motor apresenta um rendimento actual tão baixo em relação ao que se poderia obter teoricamente. Que tipos de materiais poderiam aumentar este rendimento?	2	2	2	0	0	0	75
18 Dez.	Caixa	Teórica	Conf.	(76C)(23143-2) Qual a relação entre a natureza do material e a sua capacidade de transformar e trabalho, a energia recebida como calor?	2	2	2	1	2	0	76
04 Jan.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(77C)(23157-3) Se a entropia é uma medida do carácter caótico de sistema, como é que ela pode ser negativa?	1	1	1	0	0	0	77
04 Jan.	Caixa	Teórico-Prática	Tranf.	(78T)(23157-4) O facto de a entropia ser nula querererá dizer que o sistema continua ordenado apesar das variações de pressão e temperatura?	2	1	2	1	0	0	78
08 Jan.	Caixa	Prática	Conf.	(79C)(23262-1) Que substância contém o exsicador na parte inferior?	2	0	0	0	0	0	79
12 Jan.	Computador	Curiosidade	Tranf.	(80T)(23908-1) questao1: É possível alterar a atmosfera do planeta Marte de modo que possam existir formas de vida nesse planeta (microscópicas), mesmo que não tenham proveniência terrestre, uma vez que a temperatura é compatível com a vida embora a água seja pouco abundante ?	2	1	2	2	0	1	80
12 Jan.	Computador	Curiosidade	Conf.	(81C)(23908-1) questao1: De que substância(s) é constituído um íman?	1	0	0	0	0	0	81
12 Jan.	Computador	Curiosidade	Conf.	(82C)(23908-2) O que é que faz variar a capacidade de atracção de metais por um íman ?	1	0	1	0	0	0	82
12 Jan.	Computador	Prática	Conf.	(83C)(23908-3) questao2: Existem líquidos que por terem grande viscosidade são aparentemente sólidos?	1	2	0	0	0	0	83
14 Jan.	Computador	Teórica	Tranf.	(84T)(23326-18) questao1: Tendo em conta a recente polémica acerca dos efeitos possivelmente nocivos do urânio enriquecido, surgiu-me uma questão. Existe alguma forma de baixar os níveis de radioactividade ? Ou a única forma de a evitar é apenas evitar produzi-la ?	2	1	1	2	0	0	84
16 Jan.	Caixa	Curiosidade	Conf.	(85C)(24230-1) Quando ocorrem trovoadas, existem descargas eléctricas (relâmpagos), mas como é que as nuvens possuem essa carga eléctrica.	2	1	1	0	0	0	85
18 Jan.	Computador	Curiosidade	Conf.	(86C)(23908) questao1: É verdade que pessoas que vivem a grandes altitudes , geralmente correm mais e mais depressa que pessoas que vivem a baixas altitudes , se correrem ambas à mesma altitude , uma vez que para obter a mesma quantidade de oxigénio , pessoas que vivem a grandes altitudes tem que respirar mais ar , desenvolvendo pulmões e coração maiores ?	2	2	0	0	0	0	86
18 Jan.	Computador	Curiosidade	Conf.	(87C)questao2: É possível produzir por um processo artificial os compostos mais importantes , presentes nos combustíveis fósseis ?	2	1	2	0	0	0	87
18 Jan.	Computador	Curiosidade	Conf.	(88C)questao1: A seguinte afirmação é verdadeira ou falsa : A partir de determinada temperatura Qualquer reacção não espontânea passa a ser espontânea ?	1	1	0	0	0	0	88

18 Jan.	Computador	Curiosidade	Conf.	(89C)questao2: Considere-se a reacção que tem lugar nos dentes em que a hidroxiapatite(s) dá origem a $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 3\text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) + \text{OH}^{-}(\text{aq})$ . -- Quais as medidas a tomar para que esta reacção se desloque no sentido da formação da hidroxiapatite(s) (mineralização)? -- É possível produzir dentes artificiais com hidroxiapatite de modo que sejam imperceptíveis e funcionais como qualquer dente natural ?	2	1	0	0	0	0	89
22 Jan.	Computador	Curiosidade	Conf.	(90C)questao1: De onde provêm as forças que mantêm os átomos e as moléculas unidas?	2	1	1	0	0	0	90
22 Jan.	Computador	Curiosidade	Conf.	(91C) questao2: Será que artificialmente se podem formar pérolas e cristais? De que forma isso é possível?	2	2	1	0	0	0	91
22 Jan.	Computador	Curiosidade	Tranf.	(92T) questao1: Como se forma o nevoeiro e a que se deve o seu aparecimento?	1	1	1	1	0	0	92
22 Jan.	Computador	Curiosidade	Tranf.	(93T)questao2: Porquê que na mistura de água com ácido se deve colocar 1º a água e só depois o ácido?	1	1	0	1	0	0	93
29 Jan.	Computador	Curiosidade	Conf.	(94C)questao1: De onde provêm as forças que mantêm os átomos e moléculas unidas?	2	1	1	0	0	0	94
29 Jan.	Computador	Curiosidade	Tranf.	(95T) questao2: Será que artificialmente se podem formar pérolas e cristais? De que forma isso é possível?	2	2	1	0	0	0	95
22 Fev.	Caixa	Teórico-Prática	Tranf.	(1T)Existe alguma situação em que a concentração de $\text{H}_2\text{O}$ não pode ser omitida no cálculo de $K_a$ ? Como detectar essas situações?	2	1	1	2	0	0	96
22 Fev.	Caixa	Teórico-Prática	Tranf.	(2T) Na curva de sigmoide, o que acontece quando o pH for suficientemente inferior que $K_a$ .	2	1	1	1	0	0	97
22 Fev.	Caixa	Teórico-Prática	Tranf.	(3T)É sabido que a água não conduz corrente eléctrica, mas então porque é que se apanha um choque quando se mexe em fios eléctricos com as mãos molhadas, ou quando temos um aparelho eléctrico dentro de um recipiente com água se pusermos a mão na água apanhamos choque?	2	2	2	1	0	0	98
01 Mar.	Caixa	Teórico-Prática	Tranf.	(4T) O que acontece se a concentração de pH for 0 (zero).	2	1	2	1	0	0	99
01 Mar.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(5C) Como varia a concentração de $\text{OH}^{-}$ quando se dissolve com um ácido forte.	1	1	0	0	0	0	100
01 Mar.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(6C) Efeito Indutivo! · Em que tipo de reacção se verifica · Será apenas onde existe carbono? · Qual o seu efeito no fluxo de energia de uma reacção?	2	1	1	0	0	0	101
01 Mar.	Caixa	Teórico-Prática	Tranf.	(7T) Uma vez que o pH e o pOH não variam apenas entre os valores zero catorze (como anteriormente acreditava), qual a substância mais ácida existente ou quimicamente fabricada? E qual o seu pH? E a mais básica?	2	2	2	2	0	0	102
01 Mar.	Caixa	Teórico-Prática	Tranf.	(8T) pH: A escala de pH varia de 1 a 14? Se é possível que haja valores para pH negativos, como é que eles se medem usando, por exemplo o papel medidor de pH?	2	2	1	1	0	0	103
08 Mar.	Caixa	Teórico-Prática	Tranf.	(9T)Se nas pilhas vulgares se dá uma reacção redox, porque é que apenas algumas pilhas é que se podem recarregar?	2	1	2	1	0	0	104
08 Mar.	Caixa	Teórico-Prática	Tranf.	(10T)Porque é que com o tempo de uso, as baterias recarregáveis perdem capacidade?	2	1	2	1	0	0	105
08 Mar.	Computador	Teórica	Conf.	(11C) questao1: Como funcionam as comuns pilhas que compramos nos supermercados? Que material funciona como cátodo e anodo?	2	0	0	0	0	0	106
08 Mar.	Computador	Teórica	Conf.	(12C) Por que razão algumas dessas pilhas são denominadas de alcalinas? OBRIGADO	2	1	0	0	0	0	107

19 Mar.	Computador	Teórica	Tranf.	(13T) questao1: Qual a razão pela qual se adiciona água destilada às baterias dos automóveis quando estas estão "gastas"?	2	1	1	1	0	0	108
19 Mar.	Computador	Teórica	Tranf.	(14T) questao2: Porque é que em certas situações, após estarem algum tempo dentro dos aparelhos, algumas pilhas libertam um líquido viscoso/gorduroso?	2	1	1	2	0	0	109
29 Mar.	Computador	Teórica	Tranf.	(15T)questao1: Qual a razão pela qual é comum adicionar água destilada às baterias recarregáveis de chumbo utilizadas nos automóveis quando estas se encontram gastas?	2	1	1	1	0	0	110
02 Abr.	Caixa	Curiosidade	Tranf.	(16T) Como é que uma enguia eléctrica consegue gerar uma diferença de potencial no seu corpo? (que segundo o livro do Atkins é de cerca de 700V)	2	1	2	1	0	0	111
19 Abr.	Caixa	Teórica-Prática	Tranf.	(17T) Porque é que na reacção: $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ a $V = k [\text{NO}]^2 [\text{H}_2]$ e não $V = k [\text{NO}]^2 [\text{H}_2]^2$ ?	1	2	2	0	0	0	112
19 Abr.	Caixa	Teórica-Prática	Conf.	(18C)1.Porque razão cada aparelho de R.M tem uma frequência característica?	2	2	2	0	0	0	113
19 Abr.	Caixa	Teórica-Prática	Conf.	(19C)2. De que forma é que a radiação libertada pelos prótons é transformada numa imagem?	2	1	2	1	0	0	114
19 Abr.	Caixa	Teórica-Prática	Conf.	(20C)3. Que dois tipos de moléculas são responsáveis pelo sinal em IRM (imageologia)?	2	1	1	0	0	0	115
19 Abr.	Caixa	Teórica-Prática	Tranf.	(21T)1.Porque é que apenas um selecto grupo de átomos, que possuem momentos angular, têm utilidade em Medicina?	2	2	2	2	0	0	116
19 Abr.	Caixa	Teórica-Prática	Tranf.	(22T)2.Porque é que o átomo de hidrogénio é o mais usado em imageologia em Medicina?	2	1	1	0	0	0	117
19 Abr.	Caixa	Teórica-Prática	Tranf.	(23T)3.Haverá possibilidade para alinhar os prótons, além de um magnete (campo magnético)?	2	1	2	1	0	0	118
19 Abr.	Caixa	Teórica-Prática	Tranf.	(24T)1.Como se determina a gama de radiofrequências que originam transições energéticas entre diferentes estados? (em Ressonância Magnética Nuclear - RMN).	2	2	2	1	0	0	119
19 Abr.	Caixa	Teórica-Prática	Tranf.	(25T)2.A RMN só produz efeito com ondas de rádio? Porquê?	2	2	1	1	0	0	120
19 Abr.	Caixa	Teórica-Prática	Tranf.	(26T)3.Porque é que somente os átomos que possuem um nº impar de prótons e/ou neutrões são capazes de produzir sinal em RMN?	2	2	2	1	0	0	121
26 Abr.	Caixa	Aula Conferência	Tranf.	(27T)Porque é que nas estrelas se dá a reacção $3\text{He} \rightarrow \text{C}$ e não outra reacção, uma vez que depois deste, o número atómico aumenta de dois em dois.	2	1	2	1	0	0	122
26 Abr.	Caixa	Aula Conferência	Tranf.	(28T)1. A morte de uma estrela é algumas vezes associada a formação de um buraco negro. Estes são indicados como "absorventes" de matéria, absorvendo aparentemente tudo o que dele se aproxima. Como é de facto a sua formação? E qual o destino da matéria que aparentemente desaparece?	2	1	2	1	0	0	123
26 Abr.	Caixa	Aula Conferência	Conf.	(29C) Como é que se soube que a explosão da estrela tinha sido a 165 M.A. ? O que são partículas a ?	1	1	2	0	0	0	124
09 Mai.	Computador	Teórica	Tranf.	(30T)questao1: Sendo o plutónio-238 tão nefasto para o meio ambiente, porque é utilizado em pace-makers ? Não prejudicará igualmente o seu portador ?	2	1	1	2	0	0	125



10 Mai.	Computador	Teórica	Tranf.	(31T) questao1: Uma vez que a doença de Alzheimer é fruto de um metabolismo de glicose muito reduzido no cérebro, esta não poderia ser amenizada pela ingestão em quantidades superiores às normais deste composto ?	2	1	2	1	2	0	126
10 Mai.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	(32C) Afinal o que é um positrão? Como surge e como intervém numa reacção química? Peço resposta via e-mail ou QQ nos computadores! Obrigado	2	1	2	0	0	0	127
16 Mai.	Caixa	Teórico-Prática	Conf.	Projecto de Química: Tema: Mergulhadores e a pressão nos gases. (33C) 1.O que o termo inglês "bend" designa é o equivalente em português à "doença da descompressão", "paralisia do mergulhador" ou "doenças dos caixões"?	1	1	1	1	0	0	128
17 Mai.	Caixa	Teórico-Prática	Tranf.	(34T) "Um álcool terciário não experimenta oxidação porque para que tal acontecesse teria que se quebrar o esqueleto da molécula e para isso é necessário uma grande energia de activação". Mas se fornecer essa energia de activação a oxidação torna-se possível, ou não? Agradeço responder via computador Obrigado	2	2	2	1	0	2	129
17 Mai.	Caixa	Teórico-Prática	Tranf.	(35T)O que torna certas substâncias tão sensíveis a choques e temperatura, nitroglicerina, por exemplo. O que acontece a nível molecular quando se dá uma explosão? Agradeço responder via computador Obrigado	2	2	2	1	0	0	130
17 Mai.	Caixa	Teórico-Prática	Tranf.	(36T)Porque razão é que, estando o pondo de ebulição relacionado com as interações intermoleculares, no caso de isómeros, por exemplo, sendo moléculas semelhantes (diferem apenas na estrutura), o ponto de ebulição é diferente, apenas porque um é mais (ou menos) ramificado que o outro?	2	2	1	2	0	0	131
17 Mai.	Caixa	Aula Conferência	Conf.	(37C) As colónias de amibas Dictyostelium discoideum, sujeitas a deficiências de nutrientes produzem cAMP. Sendo este um processo de auto-catálise significa que estas morrem ao produzir o composto para "renasceram" de novo.	2	1	1	1	0	0	132
22 Mai.	Caixa	Reunião	Conf.	(38C) O Chumbo (82Pb206) é o ultimo elemento da série de decaimento do nuclideo 238U? Se é, isso tem alguma coisa a ver com o facto dos raios não penetrarem o chumbo, ou este ser um bom isolador de Urânio?	2	2	1	0	0	0	133
24 Mai.	Computador	Reunião	Tranf.	(39T) questao1: Porque aumentam as pressões de oxigénio e nitrogénio a grande profundidade ?	2	2	2	1	0	0	134
28 Mai.	Caixa	Prática	Conf.	(40C) $\text{CrO}_4^{-2} + \text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{Cr}^{3+}$ O $\text{CrO}_4^{-2}$ reduz-se a $\text{Cr}^{3+}$ , pq o seu potencial de redução é grande, logo o potencial oxidação deste par é pequeno; então pq é que no sentido inverso, ou seja $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{CrO}_4^{-2}$ existe oxidação, se este par apresenta um potencial de oxidação pequeno, logo não devia haver oxidação. (tendo em conta os potenciais).	1	1	2	2	0	0	135

Sequência dos dias de aulas com alguma relevância para o projecto <Q/Q> no segundo semestre do 1º estudo - piloto (2000/2001).

### Química II (2000/2001)

Mês	Dia	Aula	Descrição	Observação
Fevereiro	22	Quinta	Primeiro dia de aula de Química II	Aula T e TP
Março	01	Quinta	Primeira reunião <Q/Q> com apresentação dos mini projectos e respostas nominais as perguntas.	15h
	05	Segunda	Aula sobre electroquímica, espontaneidade	Aula Teórica
	08	Quinta	Reunião <Q/Q> com resposta as perguntas.	15h
	12	Segunda	Continuação electroquímica	
	13	Terça	Reunião <Q/Q>	15h
	15	Quinta	Medidor de pH: é uma célula Galvânica	
	19	Segunda	Pilhas e Baterias	
	22	Quinta	Primeira aula conferência: Baterias e Pilhas	17h
	26	Segunda	Experiência: Coração de Mercúrio	
29	Quinta	Não colocado as folhas <Q/Q>, reunião <Q/Q> em outro edifício		
Abril	02	Segunda	Dia do 1º teste de química	
	05	Quinta	Continuação da aula sobre Cinética	Não houve reunião <Q/Q>
	19	Quinta	Mecanismos de reacção. Professor admoesta para fazer perguntas e pede para não ser no CL. Responde questões na Reunião <Q/Q> 15h	Pós Páscoa
	23	Segunda	Aula sobre Catalise. Folhas <Q/Q> distribuídas nas aulas Prática	
	26	Quinta	Aula Conferência: Síntese dos Elementos Químicos. Folhas <Q/Q> Aula Conferência	17h
Maio	07	Segunda	Decaimento radioactivo	
	10	Quinta	Química Orgânica. Reunião <Q/Q> resposta	15h
	14	Segunda	Química Orgânica.	
	17	Quinta	Polimerização de Adição. Reunião <Q/Q> 15h. Aula Conferência: Reacções Oscilantes	17h
	21	Segunda	Dia do segundo teste de Química.	
	22	Terça	Reunião <Q/Q> 15h. Sobre como apresentar o trabalho dos mini projectos	

	24	Quinta	Aula com baixa frequência 18 estudantes. Sobre Organismos Vivos	
	28	Segunda	Aplicação do 2º questionário. Última aula.	
Junho	05	Terça	Apresentação de mini projectos.	15h

### Química II (2000/2001)

Mês	Dia	Aula	Descrição	Observação
Fevereiro	22	Quinta	Primeiro dia de aula de Química. Professor apresenta no final da aula teórico-prática os mini-projecto para turma piloto e marca a primeira reunião.	Aula T e TP 9h e 11h
Março	01	Quinta	<b>1º Reunião &lt;Q/Q&gt;</b> com apresentação dos objectivos dos mini projectos e respostas nominais as perguntas enviadas.	Aula T e TP 9h e 11h Reunião 15h
	05	Segunda	Aula sobre electroquímica, espontaneidade	Aula Teórica
	08	Quinta	<b>2º Reunião &lt;Q/Q&gt;</b> com resposta as perguntas dos estudantes.	Aula T e TP 9h e 11h Reunião 15h
	12	Segunda	Continuação electroquímica	
	13	Terça	<b>3º Reunião &lt;Q/Q&gt;</b>	Aula T e TP 9h e 11h Reunião 15h
	15	Quinta	Medidor de pH: é uma célula Galvânica	
	19	Segunda	Pilhas e Baterias	
	22	Quinta	Primeira aula conferência: Baterias e Pilhas	17h
	26	Segunda	Experiência: Coração de Mercúrio	
	29	Quinta	<b>4º Reunião &lt;Q/Q&gt;</b> Não coloquei as folhas <Q/Q>, reunião em outro edifício	Aula T e TP 9h e 11h Reunião 15h
Abril	02	Segunda	Dia do 1º teste de química	
	05	Quinta	Continuação da aula sobre Cinética	Não houve reunião <Q/Q>
	19	Quinta	<b>5º Reunião &lt;Q/Q&gt;</b> . Aula teórica sobre Mecanismo de reacção. Admoesta para fazer perguntas e pede para não utilizar o Caderno de Laboratório. Responde perguntas na Reunião. (Pós Páscoa)	Aula T e TP 10-12h Reunião 15h
	23	Segunda	Aula sobre Catalise. Folhas <Q/Q> distribuídas nas aulas Práticas.	

	26	Quinta	Aula Conferência: Síntese dos Elementos Químicos. Folhas <Q/Q> Aula Conferência	17h
Maio	07	Segunda	Decaimento radioactivo	
	10	Quinta	<b>6ª Reunião &lt;Q/Q&gt;</b> Química Orgânica. Resposta as perguntas.	Aula T e TP 9h e 11h Reunião 15h
	14	Segunda	Química Orgânica.	
	17	Quinta	<b>7ª Reunião &lt;Q/Q&gt;</b> Polimerização de Adição. 15h. Aula Conferência: Reacções Oscilantes	17h
	21	Segunda	Dia do segundo teste de Química.	
	22	Terça	<b>8ª Reunião &lt;Q/Q&gt;</b> 15h. Sobre como apresentar o trabalho dos mini projectos	
	24	Quinta	Aula com baixa frequência 18 estudantes. Sobre Organismos Vivos	
	28	Segunda	Aulas de despedidas. Dia da aplicação dos questionários. 10h turma controlo, 11h turma piloto.	Aulas teórico-prática
Junho	05	Terça	<b>9ª Reunião &lt;Q/Q&gt;</b> Apresentação dos mini projectos.	15h

## ***INQUÉRITO AOS ALUNOS DE QUÍMICA II***

Caro aluno(a):

Com este questionário pretende conhecer-se a sua opinião sobre alguns aspectos da disciplina de Química que está a terminar, e identificar também possíveis falhas, para que estas possam vir a ser superadas. Neste sentido, pedimos-lhe que responda com toda a sinceridade.

### **A. “Questões em Química”**

1. **Sobre a formulação de questões e a possibilidade de as fazer ao professor e aos colegas** (indique a sua concordância/discordância em todas as afirmações):

① **Discordo**      ② **Sem opinião**      ③ **Concordo**

- ① ② ③      Sinto-me à vontade para fazer perguntas ao professor
- ① ② ③      Tenho receio de mostrar a minha falta de conhecimentos ao professor
- ① ② ③      Tenho receio dos comentários dos colegas.
- ① ② ③      Sei formular perguntas
- ① ② ③      Sinto grande dificuldade em escrever questões
- ① ② ③      Domino as matérias, por isso não preciso de fazer perguntas
- ① ② ③      Frequento as aulas sempre, por isso não preciso de fazer perguntas
- ① ② ③      Sinto-me mais à vontade em fazer perguntas aos colegas
- ① ② ③      Prefiro colocar questões por escrito
- ① ② ③      Prefiro colocar questões oralmente
- ① ② ③      Prefiro colocar questões pessoalmente ao professor
- ① ② ③      Sou tímido e não gosto de pôr questões

Outras Razões: \_\_\_\_\_

2. **Na sua opinião, é importante formular questões porque** [marque APENAS UMA afirmação, a que mais se aproxime da sua opinião ou, então, acrescente outra(s)]:

- Desenvolve o raciocínio.
- Ajuda a encontrar respostas.
- Facilita a aprendizagem.
- É apenas um bom exercício para a mente.
- Não acho importante formular questões.
- Outras razões \_\_\_\_\_

3. **Leia com atenção (se necessário releia) o texto seguinte e formule pelo menos 2 questões** que este lhe sugira.

“Uma solução-tampão não experimenta uma variação de pH apreciável quando lhe for adicionada uma pequena quantidade de ácido ou base fortes. No geral, as soluções-tampão são formadas por um ácido fraco (HA) e pelo sal do respectivo anião ( $A^-$ ), ou por uma base fraca (B) e pelo sal do respectivo catião ( $BH^+$ ), ambos em quantidades elevadas e próximas. Um sistema “tamponado” é tão vital para a existência de um organismo vivo que a mais imediata ameaça à sobrevivência de uma pessoa com ferimentos ou queimaduras graves reside na possível mudança brusca do pH do sangue. Assim, uma das primeiras acções de socorro de um paramédico consiste na administração de fluidos intravenosos. ...” (Atkins, P and Jones, L. Chemistry 4<sup>th</sup>. Edition, p. 730.)

4. **Sobre as razões que considera contribuir para que se sinta mais motivado a fazer perguntas,** indique a sua concordância/discordância em todas as afirmações:

- ① **Discordo**      ② **Sem opinião**      ③ **Concordo**
- ① ② ③      Frequência às aulas e mais estudo
- ① ② ③      Haver um sistema para fazer questões anonimamente
- ① ② ③      Desenvolvimento de actividades de grupo.
- ① ② ③      Menor pressão psicológica dos colegas e dos professores

Outras Razões: \_\_\_\_\_

---

## B. Conhecimentos e acessos Informáticos.

5. **Sobre o conhecimento informático** (indique a sua concordância/discordância em todas as afirmações):

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③    Sei utilizar o Correio Electrónico
- ① ② ③    Sei criar Pastas no Windows
- ① ② ③    Consigo utilizar o Chat para conversar
- ① ② ③    Faço facilmente pesquisas na Internet
- ① ② ③    Sou capaz de instalar programas no computador
- ① ② ③    Sei enviar ficheiros em anexo no Correio Electrónico e Placard
- ① ② ③    Sei trabalhar com um processador de texto
- ① ② ③    Tenho um bom nível global de conhecimentos informáticos (na óptica do utilizador)

6. **Tenho o meu próprio computador com ligação à Internet**

Sim     Não

7. **Tenho acesso fácil a um computador com ligação à Internet em:**

Casa     Na Universidade     No emprego     Aveiro Digital

Outros \_\_\_\_\_

8. **Tenho dificuldades em enviar mensagens através do meu e-mail?**

Sim     Não     Não envio mensagens     Não tenho e-mail

Se respondeu “Sim”, especifique as suas dificuldade:

\_\_\_\_\_

## C. Perfil do aluno(a)

9. **Idade:** \_\_\_\_\_ anos

10. **Sexo**

Feminino     Masculino

11. **Ano de ingresso na Universidade** \_\_\_\_\_

12. **Curso que frequenta** \_\_\_\_\_

13. **Estatuto como aluno** (assinale com um X a sua escolha):

- Aluno Comum (Ordinário)     Aluno dirigente associativo     Aluno de alta competição
- Trabalhador Estudante     Aluno Militar

14. **Quantos anos de Química teve no ensino secundário?**

\_\_\_\_\_

15. **É a primeira vez que frequenta a disciplina de Química I e II?**

Sim     Não

Se respondeu “Não”, indique o número de matrículas anteriores:

---

16. **Sobre o curso que frequenta** (indique a sua concordância/discordância em todas as afirmações):

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③    O curso oferece boas saídas profissionais  
 ① ② ③    Escolhi este curso por sentir que tenho vocação  
 ① ② ③    Escolhi este curso devido à média de entrada ser baixa  
 ① ② ③    Escolhi por influência dos meus pais  
 ① ② ③    Escolhi por influência dos amigos  
 ① ② ③    Foi a minha primeira escolha  
 ① ② ③    Estou satisfeito com os meus resultados no curso

17. **Sobre a disciplina de Química I e II** (indique a sua concordância/discordância em todas as afirmações):

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③    Sinto grande interesse pela disciplina  
 ① ② ③    Penso que esta disciplina é importante para o meu futuro profissional  
 ① ② ③    Se essa disciplina fosse opcional, frequentá-la-ia mesmo assim  
 ① ② ③    Gosto de estudar Química  
 ① ② ③    Sinto muitas dificuldades  
 ① ② ③    Espero utilizar a química que aprendi em Química I e II na minha vida profissional.  
 ① ② ③    Sinto-me satisfeito com o meu curso na UA  
 ① ② ③    Estou satisfeito com os meus resultados na UA

Se no futuro desejar ter conhecimento dos resultados desta investigação, por favor deixe a sua identificação e forma de contacto.

**Nome:** \_\_\_\_\_ **e-mail:** \_\_\_\_\_

**Outros:** \_\_\_\_\_

*“Em ciência, existem questões ingénuas, questões enfadonhas, questões apresentadas de modo inadequado. Mas cada questão é sempre um grito para entender o mundo. Não existem perguntas estúpidas!”* **Carl Sagan** (1934-1997).

***Obrigado pela sua colaboração!***





## “Qualidade” das perguntas dos estudantes

As perguntas que a seguir se apresentam foram formuladas por escrito por estudantes do 1º ano das Ciências e Engenharias da Universidade de Aveiro na disciplina de Química, no segundo semestre do ano lectivo 2001/2002, no âmbito do projecto “*As perguntas e a promoção da aprendizagem de Química no 1º ano universitário*”. Com esta classificação pretende-se obter uma apreciação da sua “qualidade” relativa considerando dois extremos: perguntas de confirmação e perguntas de transformação.

**Perguntas de  
Confirmação**



**Perguntas de  
Transformação**

**Perguntas de confirmação** são aquelas que procuram a clarificação da informação, buscando por vezes algum detalhe, tentando diferenciar factos de especulações, procurando resolver questões/aspectos específicos, solicitando exemplos e/ou definições. Com estas perguntas procura-se seleccionar a informação pertinente, percebendo a razão para a sua inclusão num determinado contexto, reconhecendo ainda o valor de determinadas evidências ou resultados.

**Exemplo:** “Os neutrinos referidos na aula conferência são apenas muito importantes para o estudo do universo?”

**Perguntas de transformação** são aquelas que parecem indicar alguma reestruturação ou reorganização do grau de compreensão de quem a formula. Estas perguntas mostram que o sujeito parece querer ir mais longe no seu conhecimento, mostrando ser hipotético-dedutivo, procurando conhecimentos novos e as suas relações com outros domínios. Com estas perguntas procura-se explorar argumentos, identificar omissões, examinar alguns esquemas de pensamento e até desafiar raciocínios aceites.

**Exemplo:** “Como em apenas  $10\text{m}^3$  foram detectados 7 neutrinos, é plausível afirmar que estamos constantemente a “sofrer radiações de neutrinos”, serão estes prejudiciais à saúde? Serão benéficos à vida na Terra? Em que interferem?”

De acordo com as definições apresentadas, por favor agrupe as perguntas abaixo indicadas em perguntas de **confirmação** ou de **transformação**:

Nº	Perguntas	Confirmação ou Transformação	OBS.
1	Porque é que há um abaixamento de temperatura na titulação, após o ponto de equivalência?		
2	Sabe-se que a escala de pH está compreendida entre 0 e 14, mas na actividade experimental 3 (fenolftaleína) trabalhou-se com pH inferior a 0! Como se pode explicar este facto?		
3	Numa pilha galvânica é utilizado KCl no tubo em forma de U, qual é a finalidade e a vantagem de usar uma solução saturada deste ácido?		
4	No trabalho prático nº 4 realizamos uma experiência sobre reacção de oxidação-redução. Gostaria de saber se a área de contacto do sólido com a solução aquosa influencia muito a velocidade a que a reacção ocorre.		
5	Como é que a chuva ácida se forma?		
6	Se se instalar uma fábrica de ácido sulfúrico junto a uma instalação de tratamento de minérios metálicos, como é que diminui eficazmente a missão de SO <sub>2</sub> ?		
7	Como funcionam as células de combustíveis?		
8	Quais são os poluentes e constituintes que constituem a chuva ácida?		
9	Olá professor. Relativamente às células de combustível, estas necessitam de fornecimento contínuo de energia para trabalhar. Porque é que não se utiliza essa tecnologia para por exemplo alimentar automóveis, uma vez que é também necessário fornecer ao motor combustível de forma contínua para que este continue a trabalhar e com um rendimento muito inferior ao das células de combustível?		
10	Quais as diferentes famílias destas células (Células de combustíveis)?		
11	Relativamente à equação de Henderson-Hasselbach é preciso sabê-la de cor? Esta é deduzida? É necessário saber a sua dedução? E qual é a diferença entre saber o pH de uma solução tampão por essa equação ou pela: $\text{pH}=\text{pK}_a \pm 1$ .		
12	Olá professor, gostaria de lhe colocar uma dúvida relativamente, á aula teórico-prática do dia 15/4/02. Se a velocidade de uma reacção de ordem 1 se "resume" a uma recta, então como podemos interpretar uma reacção de ordem 0? Se a velocidade de uma reacção for de ordem 1 ou 0, são uma recta, então como podemos distinguir uma da outra.		
13	As células de combustível, apesar do nome, não envolvem combustão?		
14	A cerca da matéria leccionada nas aulas teóricas sobre pilhas. Gostaria de saber como se processa a reciclagem das pilhas e principalmente quais os "produtos" que são reaproveitados para a formação de novas pilhas.		
15	Olá professor. Queria saber o que é que causa uma variação de pH numa pessoa que tenha sofrido uma queimadura. Creio que este assunto foi referido no decorrer de uma aula extra há já algum tempo. Obrigado		
16	Na aula de hoje (TP) falou-se da temperatura de ebulição nos hidrocarbonetos saturados. A minha dúvida é se, para além da temperatura ser influenciada pelo número de carbonos existentes num hidrocarboneto, o tipo de forças intra moleculares exercidas na ligação carbono-carbono influencia de alguma maneira a temperatura de ebulição. Além disso, quais as forças que existem nos hidrocarbonetos? (tanto inter como intra moleculares)		
17	Porque ocorre mudança de cor quando são utilizados indicadores de ácido-base?		

18	Esta pergunta é sobre o que li no "Atkins" sobre a chuva ácida: Todos sabemos que as erupções dos vulcões são determinantes na vida ecológica do planeta. Depois de tantos anos a tentar reduzir as emissões de enxofre por parte dos veículos automóveis, como nos poderemos "defender" duma eventual catástrofe natural? (agradeço confidencialidade)		
19	Qual a actual situação portuguesa no que concerne as chuvas ácidas?		
20	Acerca do trabalho da titulação. O que eu gostava de saber era se ao usar um indicador se as temperaturas iam ser maiores ou menores que as que me deram.		



## Indicadores de “qualidade” para as perguntas dos estudantes

As perguntas que irá receber foram formuladas por escrito pelos estudantes do 1º ano das Ciências e Engenharias da Universidade de Aveiro na disciplina de Química, no ano lectivo 2000/2001. A construção destes indicadores insere-se no âmbito do projecto “*As perguntas e a promoção da aprendizagem de Química no 1º ano universitário*”. Cada pergunta deverá ser avaliada pela escala numérica de 0 a 2, considerando todos os indicadores listados na Tabela 1 (exemplo). Na Tabela 2, está definido cada um dos indicadores, e ainda a caracterização dos seus extremos, isto é, quando se deve atribuir o valor Zero a uma pergunta e quando se deve atribuir o valor Dois, em cada indicador. Na Tabela 3, apresentam-se exemplos para os extremos destes indicadores. Nesta classificação assumimos que quanto maior for o nível cognitivo da pergunta maior será a “qualidade” relativa. Assim, valores elevados nos três últimos indicadores (Elaboração, Síntese, e Avaliação) apontam para perguntas de maior “qualidade” relativamente a valores elevados nos três primeiros indicadores (Informação, Consolidação e Exploração).

**Tabela 1:** Exemplo dos indicadores e respectivas escalas numéricas para uma pergunta.

02(23516-1) Existe algum método experimental que permita distinguir fermiões de bosões?

### Pergunta 02

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: Consolidação

**Nota:** Deve ao classificar cada pergunta, considerar apenas um indicador de cada vez, procedendo dessa forma para todas as perguntas. Para cada uma delas deve ainda referir o indicador predominante no espaço apropriado (ver exemplo). Não utilize mais do que um indicador para a mesma pergunta ao expressar a sua predominância.

**Tabela 2:** Definição dos indicadores para classificação das perguntas dos estudantes.

<b>INDICADORES</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Informação	Com este indicador procuramos identificar a “quantidade” e a “qualidade” de informação factual que o estudante solicita através da sua pergunta. Atribui-se zero ( <b>0 ➡</b> ) para a pergunta que requer uma informação básica ligada somente a conteúdos específicos (factos e definições) das ciências (Química) e dois ( <b>2 ➡</b> ) para aquela que requer muitos conteúdos específicos das ciências e/ou que requer uma informação profunda, uma compreensão não trivial (complexa).
Consolidação	O estudante demonstra através da pergunta que quer confirmar, consolidar uma informação ou um detalhe de certo conhecimento que já possui. <b>0 ➡</b> Há pouca ou nenhuma ideia sobre consolidação. <b>2 ➡</b> Procura consolidar conteúdos relevantes.
Exploração	Neste indicador analisa-se o “carácter” exploratório da pergunta do estudante. Leva-se em conta o quanto o estudante testa, perscruta (explora) em torno de um assunto específico das ciências. <b>0 ➡</b> Há pouco ou nenhum sentido de exploração na pergunta. <b>2 ➡</b> O estudante envolve-se completamente na exploração procurando uma melhor compreensão dos processos do conhecimento.
Elaboração	Neste indicador analisa-se se a pergunta procura aplicar o conhecimento já adquirido em novas situações para resolver problemas. O estudante tenta examinar com a sua pergunta uma ou mais partes de um todo. A pergunta procura separar, decompor, analisar um tema. <b>0 ➡</b> Não há elaboração. <b>2 ➡</b> Há um forte “grau” de elaboração. Demonstra que está interessado na essência do tema questionado.
Síntese	Este indicador leva em conta se a pergunta é resultante de uma extensão qualitativa do pensamento, generalização e/ou síntese de um conhecimento. A pergunta procura uma relação de factos e conceitos particulares num todo que os abrange e os sintetiza. <b>0 ➡</b> Não há síntese <b>2 ➡</b> Há uma profunda síntese de ideias.
Avaliação	Este indicador avalia se o estudante revelou através da sua pergunta um “juízo de valor”, argumentação fundamentada, apreciação, previsão, avaliação formada ou por querer formar. <b>0 ➡</b> Não faz avaliação alguma. <b>2 ➡</b> Faz uma avaliação relevante e/ou procura na pergunta uma reavaliação, estimativa, escolha.

**Tabela 3:** Exemplos para os extremos dos indicadores.

INDICADORES	EXEMPLOS
Informação	<p><b>0 ➔ Requer uma informação básica ligada somente a conteúdos específicos das ciências (Química).</b> 37(24164-2) O que é Hibridação?</p> <p><b>2 ➔ Requer uma informação complexa, não trivial.</b> 45(23326-22) Como determinou, Eurico Fermi, experimentalmente a característica que denominou por fermiões, dos electrões? 43(23282-2) Sobre o átomo de Cr (Z=24), qual é a configuração electrónica que tem maior energia entre [Ar] 4s<sup>2</sup> 3d<sup>5</sup> e [Ar] 4s<sup>2</sup> 3d<sup>4</sup></p>
Consolidação	<p><b>0 ➔ Há pouca ou nenhuma busca de confirmação e consolidação.</b> (25720) Como apareceram e como foram descobertas “essas” chuvas ácidas?</p> <p><b>2 ➔ Procura consolidação de conteúdos relevantes.</b> 68(24274-1) No átomo de hidrogénio os electrões mais próximos do núcleo têm maior energia, enquanto que nos outros átomos á medida que nos afastamos do núcleo mais energéticos são os electrões. Porquê?</p>
Exploração	<p><b>0 ➔ Há pouco ou nenhum sentido de exploração na pergunta.</b> 79(23262-1) Que substância contém o exsiccador na parte inferior?</p> <p><b>2 ➔ Explora em busca de compreensão.</b> 78(23157-4) O facto de a entropia ser nula quererá dizer que o sistema continua ordenado apesar das variações de pressão e temperatura?</p>
Elaboração	<p><b>0 ➔ Não há elaboração.</b></p> <p><b>2 ➔ Há um forte “grau” de elaboração.</b> A pergunta do estudante articula; representa; compara, constrói; contribui; transfere, subdivide; diferencia; discrimina; relaciona; distingue; enfoca; ilustra; deduz; limita; esboça; prioriza; separa. 63(23223-1) Após a realização do trabalho, surgiu-me uma duvida que por mais vã que pareça, vou colocar: Será que a água tem transmitância de 100%, isto é, tem uma absorvância totalmente nula?</p>
Síntese	<p><b>0 ➔ Não há síntese.</b></p> <p><b>2 ➔ Há síntese de ideias.</b> A pergunta do estudante adapta; categoriza; colabora; associa; comunica; compõe; contrasta; cria; designa; expressa; facilita; formula; individualiza; integra; intervém; modela; modifica; negocia; planeia; reorganiza; reforça; revisa; substitui; valida.) 76(23143-2) Qual a relação entre a natureza do material e a sua capacidade de transformar em trabalho, a energia recebida como calor?</p>
Avaliação	<p><b>0 ➔ Não faz avaliação.</b></p> <p><b>2 ➔ Faz ou procura uma avaliação relevante.</b> A pergunta do estudante reavalia, estima, escolhe, avalia; compara; conclui; critica; decide; defende; interpreta; julga; justifica; estrutura; apoia. 22(22901) “Um álcool terciário não experimenta oxidação porque para que tal acontecesse teria que se quebrar o esqueleto da molécula e para isso é necessário uma grande energia de activação”. Mas se fornecer essa energia de activação a oxidação torna-se possível, ou não?</p>

Pergunta 01

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 02

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 03

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 04

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 05

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 06

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 07

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 08

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 09

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 10

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 11

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 12

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 13

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 14

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 15

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 16

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 17

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 18

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 19

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

É predominantemente: \_\_\_\_\_

Pergunta 20

INDICADORES	Escala		
Informação	0	1	2
Consolidação	0	1	2
Exploração	0	1	2
Elaboração	0	1	2
Síntese	0	1	2
Avaliação	0	1	2

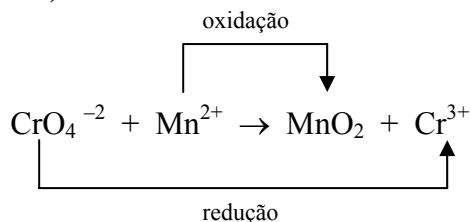
É predominantemente: \_\_\_\_\_



1(23426-1) Qual a diferença entre entalpia e capacidade calorífica?

2(23967-1) Como calcular calor específico a partir do calor de combustão?

3(24230)



O  $\text{CrO}_4^{-2}$  reduz-se a  $\text{Cr}^{3+}$ , pq o seu potencial de redução é grande, logo o potencial oxidação deste par é pequeno; então pq é que no sentido inverso, ou seja  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{CrO}_4^{-2}$  existe oxidação, se este par apresenta um potencial de oxidação pequeno, logo não devia haver oxidação, (tendo em conta os potenciais).

4(22950) Porque é que nas estrelas se dá a reacção  $3\ ^4_2\text{He} \rightarrow\ ^{12}_6\text{C}$  e não outra reacção, uma vez que depois deste, o número atómico aumenta de dois em dois?

5(23426-2) Porque é que  $\Delta H = q_p$  (pressão constante)?

6(23326-1) Como são fabricados os aromas artificiais?

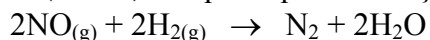
7(23326) Á morte de uma estrela é algumas vezes associada a formação de um buraco negro. Estes são indicados como “absorventes” de matéria, absorvendo aparentemente tudo o que dele se aproxima. Como é de facto a sua formação? E qual o destino da matéria que aparentemente desaparece?

8(22950-1) É possível obter novos elementos químicos, partido dos existentes? Se sim, como?

9(22901-2) Questao1: No segundo Capítulo fala-se de híbridos  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$ , etc., mas afinal do que se trata, quais as diferenças entre os vários híbridos?

10(22901-8) Por que razão os átomos cuja configuração electrónica apresenta menor energia são mais estáveis?

11(24164) Porque é que na reacção:



a  $V = k [\text{NO}]^2 [\text{H}_2]$  e não  $V = k [\text{NO}]^2 [\text{H}_2]^2$  ?

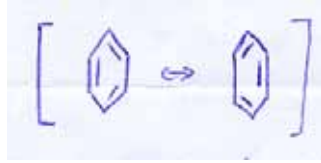
12(23410 e 23516) Porque é que o átomo de hidrogénio é o mais usado em imagiologia em Medicina?

13(23326-4) Gostava de saber qual é o processo químico envolvido na determinação da idade de um fóssil descoberto?

14(23326) Sendo o plutónio-238 tão nefasto para o meio ambiente, porque é utilizado em paces-makers? Não prejudicará igualmente o seu portador?

**15(23326)** Uma vez que a doença de Alzheimer é fruto de um metabolismo de glicose muito reduzido no cérebro, esta não poderia ser amenizada pela ingestão em quantidades superiores às normais deste composto ?

**16(23157-1)** Na estrutura da molécula de Benzeno



como híbrido de ressonância, o significado da seta é dizer que as ligações nesta molécula estão entre as ligações duplas e as simples? Ou, a molécula apresenta estados em que as suas ligações alternam da ligação simples para a dupla?

**17(22901)** O que torna certas substâncias tão sensíveis a choques e temperatura, nitroglicerina, por exemplo. O que acontece a nível molecular quando se dá uma explosão?

**18(23944)** Porque razão é que, estando o ponto de ebulição relacionado com as interações intermoleculares, no caso de isómeros, por exemplo, sendo moléculas semelhantes (diferem apenas na estrutura), o ponto de ebulição é diferente, apenas porque um é mais (ou menos) ramificado que o outro?

**19(23944-1)** Porque é que a  $5C$  a pressão de vapor é considerada aproximadamente zero? Existe sempre pressão de vapor, não é?

**20(23457)** O Chumbo ( ${}_{82}\text{Pb}^{206}$ ) é o último elemento da série de decaimento do nuclídeo  ${}^{238}\text{U}$ ? Se é, isso tem alguma coisa a ver com o facto dos raios não penetrarem o chumbo, ou este ser um bom isolador de Urânio?

Guião de entrevista semi-estruturada ao professor no final do 1º estudo - piloto  
(2000/2001)

**Objectivos:**

- Avaliar os diversos aspectos do projecto <Q/Q> no semestre que passou.
- Avaliar o desenvolvimento do projecto <Q/Q> ao longo dos últimos dois anos lectivos.
- Ponderar sobre a eficácia dos instrumentos e estratégias usadas, com vista a um maior envolvimento dos estudantes.
- Ponderar sobre futuros desenvolvimentos do Projecto <Q/Q>.

**I - Sobre o projecto <Q/Q>**

- Após dois anos de projecto <Q/Q> quais lhe parecem terem sido os aspectos mais positivos?
- O que é que pensa que pode ainda ser melhorado no projecto <Q/Q>?
- A sua visão sobre o projecto <Q/Q> tem mudado ao longo do tempo?

**II - Sobre as Ferramentas e Estratégias**

- Que instrumentos e/ou estratégias resultaram melhor para o incentivo às perguntas dos estudantes no semestre que passou?
- Acha que o facto de não termos começado o projecto <Q/Q> logo no início do ano lectivo (2001/2002) prejudicou o envolvimento dos estudantes?
- Porque será que os estudantes ainda continuaram a preferir a Caixa de Perguntas, apesar de existirem computadores em todos os laboratórios e nos corredores?

**III - Sobre as aulas Teórico-Práticas, Práticas e Teóricas**

- Como avalia o envolvimento dos estudantes na resolução dos problemas das aulas Teórico-Práticas?
- A que atribui a maior quantidade de perguntas sobre as aulas práticas deste ano em relação ao ano passado (2000/2001)?
- Sente que as perguntas dos estudantes influenciaram a sua maneira de leccionar nas aulas teóricas? Lembra-se de algum caso em concreto?

- Acha que os estudantes leram as páginas recomendadas do Atkins para formular as perguntas ou formularam mesmo sem as ler?

#### **IV - Sobre a participação dos estudantes no projecto <Q/Q>**

- Qual a sua opinião sobre as perguntas que os estudantes formularam este ano?
- Como compara o nível de empenhamento dos estudantes neste semestre com o dos estudantes do estudo piloto (2000/2001)?
- Apesar de ter sido apenas um semestre, acha que o projecto fez com que os estudantes fossem melhorando o seu envolvimento nas aulas?
- Acha que houve alguma evolução significativa no envolvimento dos estudantes do primeiro semestre (sem projecto <Q/Q>) para o segundo (com o Projecto <Q/Q>)?

#### **V - Sobre as dificuldade dos estudantes que participaram do Projecto <Q/Q>**

- Apesar das ferramentas e estratégias que foram usadas, alguns estudantes não formularam perguntas. Que tipos de “barreiras” pensa terem impedido as perguntas destes estudantes?
- Quais os temas em que os estudantes demonstraram ter maiores dificuldades para compreender ao longo do ano lectivo?
- Nas entrevistas e nos questionários, alguns estudantes manifestaram um certo desacordo pelo facto de ser atribuído valorização positiva às perguntas escritas. Como avalia o impacto daquela valorização?

#### **VII - Sobre os futuros desenvolvimentos do projecto <Q/Q>**

- Como pensa que o projecto <Q/Q> pode ser melhorado para o próximo ano lectivo?

## PERGUNTAS DO 1º ESTUDO - PILOTO (2000/2001)

Data	Perguntas	Nºpergunta
02 Nov.	Antes de mais gostaria de felicitar es pessoas envolvidas neste projecto que considero muito importante para todos. Estou em Engenharia do Ambiente e a minha questão vai de certa forma de encontro com o meu curso: Há muitos anos que ouço falar das chuvas ácidas contudo não sei bem do que se trata. Gostaria de saber o que realmente são as chuvas ácidas e o porque de serem tão perigosas para o meio ambiente. Nas últimas aulas o tema de estudo tem sido a água daí a minha pergunta estar relacionada com a água. Obrigado ass: João Pereira	1
02 Nov.	Existe algum método experimental que permita distinguir fermões de bosões?	2
02 Nov.	Fermiões e Bosões existem ou servem apenas para agrupa e rotular partículas?	3
02 Nov.	A designação de Fermiões e Bosões ajuda-nos a perceber o quê?	4
02 Nov.	Qual a sua utilidade teórica (Designação de Fermiões e Bosões)?	5
6 Nov.	Gostaria de saber como se efectuam os cálculos relativos á elaboração do trabalho nº3, uma vez que não compreendi as equivalências e relações estabelecidas.	6
6 Nov.	(7C)(23967-1) Como calcular calor específico a partir do calor de combustão?	7
6 Nov.	(8C)(23426-1) Qual a diferença entre entalpia e capacidade calorifica	8
6 Nov.	(9C)(23426-2) Porque é que $AH=qp$ (pressão constante)	9
6 Nov.	(10C)(23426-3) Cálculos do trabalho 3	10
6 Nov.	(11C)(23944-1) Pergunta: Porque e que a 5C a pressao de vapor e considerada aproximadamente zero? Existe sempre pressão de vapor, não é?	11
8 Nov.	(12C)(23326-1) questao1: Como são fabricados os aromas artificiais ?	12

8 Nov.	(13C)(23326-2) Por exemplo : Como produzir experimentalmente o aroma da banana sem utilizar o fruto para a sua produção ?	13
8 Nov.	(14C)(23326-3) questao2: De que forma é possível através da química provocar chuvas artificiais em qualquer parte do mundo, mesmo no meio de um deserto ?	14
8 Nov.	(15C)(23326-4) questao1: Gostava de saber qual é o processo químico envolvido na determinação da idade de um fóssil descoberto?	15
8 Nov.	(16T)(23326-5) E até que ponto o resultado obtido se aproxima da sua verdadeira idade (datação de um fóssil)?	16
8 Nov.	(17T)(23326-6) questao2: De onde provem o DNA e porque todos os seres vivos, desde uma bactéria (ainda que rudimentar) a um elefante o possuem?	17
8 Nov.	(18T)(23326-7) Constitui ele (DNA) um prova orgânica que diferencia seres vivos de não vivos ?	18
8 Nov.	(19C)(22728-1) questao1: Existe alguma explicação química para o facto de se por acaso deixar-mos uma torneira mal fechada a água cair sob a forma de gotas e não de modo contínuo?	19
8 Nov.	(20C)(22728-2) E se algum modo essa mesma propriedade é a responsável pela aderência da água sob a forma de gotas às paredes de uma banheira ,por exemplo .	20
8 Nov.	(21C)(22728-3) questao2: Será possível que ao retirar-mos uma peça de roupa feita de determinadas fibras , haja emissão embora em pequena escala de luz?	21
8 Nov.	(22C)(22728-4) Caso isto se verifique (roupa emitir luz), está de algum modo relacionado com a electricidade estática? Gostaria, que se possível me esclarecessem estes assuntos que me suscitam curiosidade , atenciosamente Isabela .	22
9 Nov.	(23C)(22950-1) É possível obter novos elementos químicos, partido dos existentes? Se sim, como?	23
10 Nov.	(24T)(23326-8) questao1: Sendo o Raio-X um raio tao prejudicial para o corpo humano, porque razão é ainda hoje utilizado como auxiliar da medicina? Há alternativas ao Raio-X?	24

10 Nov.	(25C)(23326-9) questao2: Em que consiste a quarta linha do DNA humano ?	25
10 Nov.	(26C)(23326-10) Porque não apresenta ela (DNA) simétrico e pigmentação na difracção ?	26
12 Nov.	(27C)(23052-1) questao1: Não fiquei esclarecida quanto ao e-mail que abaixo está indicado como "E-mail interno ao WebCt", que e-mail é esse e como é que eu o posso aceder?	27
13 Nov.	(28C)(22901-7) Visto que a lua se situa sempre á mesma distância da terra, por que razão por vezes vemos a lua tão perto e outras vezes tão longe?	28
16 Nov.	(29C)(22901-2) Questao1: No segundo Capítulo fala-se de híbridos sp3, sp2, sp, etc., mas afinal do que se trata, quais as diferenças entre os vários híbridos? obrigado	29
16 Nov.	(30C)(22901-8) 1 Por que razão os átomos cuja configuração electrónica apresenta menor energia são mais estáveis?	30
16 Nov.	(31C)(22901-9) 2. Porquê esta diferença de energias nestas configurações. $E([\text{Ar}] 4s1 3d5) < E([\text{Ar}]4s2 3d4)$	31
16 Nov.	(32C)(23326-20) Será possível criar um material mais resistente do que o diamante?	32
16 Nov.	(33C)(23326-21) A sua dureza (diamante) advém da sua forte estrutura compacta?	33
16 Nov.	(34C)(23052-2) questao1: O que é que é o spin do electrão?	34
16 Nov.	(35C)(23106-1) questao1: Queria mais informações sobre os hidratos de carbono, "gelo inflamável", tais como onde foram encontrados e quais os benefícios para a sociedade.	35
16 Nov.	(36C)(24164-1) Qual é o objectivo principal das ligações híbridas?	36

16 Nov.	(37C)(24164-2) O que é Hibridação?	37
16 Nov.	(38C)(24164-3) Que ligação é que a hibridação tem com as outras ligações?	38
16 Nov.	(39C)(23157-1) 1. Na estrutura da molécula de Benzeno (desenha dois anéis com duplas ligações alternadas) (Inserir Figura) como híbrido de ressonância, o significado da seta é dizer que as ligações nesta molécula estão entre as ligações duplas e as simples? Ou, a molécula apresenta estados em que as suas ligações alternam da ligação simples para a dupla?	39
16 Nov.	(40C)(23157-2) F 2. Como é possível que os electrões quando excitados por uma radiação se desloquem para níveis superiores sem passar por níveis intermédias?	40
16 Nov.	(41C)(23457-1) F Como é que, tendo um átomo as dimensões ínfimas que têm e não sendo possível vê-lo, foi possível criar uma ponta do tamanho de um átomo para a microscopia Efeito Túnel?	41
16 Nov.	(42C)(23282-1) F 1. Quantas hibridações aparecem em cada átomo de carbono? (no caso do diamante)	42
16 Nov.	(43C)(23282-2) F 2. No exercício nº 15, sobre o átomo de Cr (Z=24), qual é a configuração electrónica que tem maior energia entre [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>5</sup> e [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>4</sup>	43
20 Nov.	(44C)(23457-2) Como é que, tendo dois alótropos se sabe qual é o mais estável?	44
23 Nov.	(45C)(23326-22) Como determinou, Eurico Fermi, experimentalmente a característica que denominou por fermiões, dos electrões?	45
23 Nov.	(46C)(23326-23) Os protões e os neutrões são constituídos por quarks?	46
23 Nov.	(47T)(23326-24) A São os quarks as partículas mais pequenas existentes? Ou também estes são constituídos por partículas ainda mais pequenas?	47
23 Nov.	(48C)(23205-1) Qual a verdadeira diferença entre os fermiões e os bozões e de que forma essa diferença se revela a nível prático?	48



23 Nov.	(49C)(23282-5) Qual é a diferença entre as estruturas hipotéticas e moléculas?	49
27 Nov.	(50T)(23326-11) questao1: Porque é considerado tão perigosa e reprovável a manipulação genética, como por exemplo nos alimentos transgénicos ?	50
27 Nov.	(51C)(23326-12) Tal modificação poderia ocorrer naturalmente através de mutações e recombinações génicas.	51
27 Nov.	(52C)(23326-13) Não estarão os organismos preparados para tais mudanças (genéticas) ?	52
30 Nov.	(53C)(23516-5) 1. O que se passa a nível das orbitais que leva a que se formem ligações p ou s ?	53
30 Nov.	(54T)(23516-6) Nas ligações s, existe algum método experimental que confirme que a densidade electrónica se situa ao longo do eixo internuclear?	54
30 Nov.	(55C)(22950-2) Quais são as diferenças entre o diamante puro e o obtido laboratorialmente?	55
04 Dez.	(56C)(23326-14) F questao1: O Professor referiu hoje na aula que nada do que é convencionado é arbitrário. Sendo assim, gostaria de saber porque é que o sentido da corrente eléctrica é do pólo positivo da pilha para o negativo, em algumas convenções, e noutras é do negativo para o positivo ? Existe alguma explicação científica que defenda e confira lógica a ambas ?	56
04 Dez.	(57T)(23326-15) A Se realmente os quarks possuem uma estrutura interna tal como antevê a referência publicada na revista Physical Review Letters, em que consistirá?	57
04 Dez.	(58T)(23326-16) Será que nunca será possível encontrar a mais pequena partícula existente?	58
04 Dez.	(59T)(23326-17) Será possível que seja esta a chave (encontrar a menor particular) para a explicação de como tudo começou ?	59
04 Dez.	(60C)(23282-3) 1- Qual é a relação que existe entre a transmitância e a absorvância?	60
04 Dez.	(61C)(23282-4) 2- Como se relacionou os valores máximos de absorvância das duas soluções (azul e a vermelha) graficamente?	61

04 Dez.	(62C)(23375-1) O olho humano só consegue detectar uma fracção muito pequena do espectro, que se designa por região visível. Porque?	62
04 Dez.	(63C)(23223-1) Após a realização do trabalho, surgio-me 1 duvida que por mais vã ou - que pareça, vou colocar: Será que a água tem transmitacia de 100%, isto é, tem uma absorvancia totalmente nula?	63
04 Dez.	(64C)(23223-2) Eu sei que teoricamente, a água é incolor, mas quando observamos para grandes massas de água como num rio ou o oceano, podemos pensar - Se a água tem uma absorvância nula então, qual a razão de não vermos o fundo do mar(ou oceano). Se a absorvância fosse nula teriamos a oportunidade de o fazer, e também não teriamos uma reacção do azul do mar!!! É lógico que a água do mar não é só água, mas por mais pura que a água seja, nunca se consegue ver nitidamente o fundo do mar (do rio), porque será?	64
04 Dez.	(65C)(24249-1) Porque o olho humano só consegue detectar uma fracção muito pequena do espectro de luz?	65
04 Dez.	(66T)(24249-2) E porque essa pequena fracção (do espectro) é a do visível?	66
07 Dez.	(67T)(23326-25) No dia de ontem (Quarta-feira, 6 de Dezembro), devido à tempestade, foi-me possível observar a queda de um cabo de electricidade. Este ao cair produziu fortes raios de luz verde. Porque é esta luz verde? Porque não é branca?	67
07 Dez.	(68T)(24274-1) 1. No átomo de hidrogénio os electrões mais próximos do núcleo tem maior energia, enquanto que nos outros átomos á medida que nos afastamos do núcleo mais energético são os electrões. Porque?	68
11 Dez.	(69C)(22901-3) questao1: No etino, que tipo de ligações envolvem o atomo de cabono?	69
11 Dez.	(70C)(22901-4) Que tipo de ligações estão envolvidas numa ligação simples, numa dupla e numa tripla?	70
11 Dez.	(71C)(23944-2)Como é que surge o transparente?	71
12 Dez.	(72C)(22901-5) Questao1: O que são propriedades de estado?	72

12 Dez.	(73C)(22901-6) Porque é que e (E) é propriedade de estado e o (calor) e (trabalho) não são?	73
14 Dez.	(74C)(23375-2) Porque é que a água se autoionza numa pequena extensão?	74
18 Dez.	(75T)(23143-1) Sendo um automóvel uma invenção humana, hoje em dia, tão utilizada, o seu motor apresenta um rendimento actual tão baixo em relação ao que se poderia obter teoricamente. Que tipos de materiais poderiam aumentar este rendimento?	75
18 Dez.	(76C)(23143-2) Qual a relação entre a natureza do material e a sua capacidade de transformar e trabalho, a energia recebida como calor?	76
04 Jan.	(77C)(23157-3) Se a entropia é uma medida do carácter caótico de sistema, como é que ela pode ser negativa?	77
04 Jan.	(78T)(23157-4) O facto de a entropia ser nula quererá dizer que o sistema continua ordenado apesar das variações de pressão e temperatura?	78
08 Jan.	(79C)(23262-1) Que substância contém o exsiccador na parte inferior?	79
12 Jan.	(80T)(23908-1) questao1: É possível alterar a atmosfera do planeta Marte de modo que possam existir formas de vida nesse planeta (microscópicas), mesmo que não tenham proveniência terrestre, uma vez que a temperatura é compatível com a vida embora a água seja pouco abundante ?	80
12 Jan.	(81C)(23908-1) questao1: De que substância(s) é constituído um íman?	81
12 Jan.	(82C)(23908-2) O que é que faz variar a capacidade de atracção de metais por um íman ?	82
12 Jan.	(83C)(23908-3) questao2: Existem líquidos que por terem grande viscosidade são aparentemente sólidos?	83

14 Jan.	(84T)(23326-18) questao1: Tendo em conta a recente polémica acerca dos efeitos possivelmente nocivos do urânio enriquecido, surgiu-me uma questão. Existe alguma forma de baixar os níveis de radioactividade ? Ou a única forma de a evitar é apenas evitar produzi-la ?	84
16 Jan.	(85C)(24230-1) Quando ocorrem trovoadas, existem descargas eléctricas (relâmpagos), mas como é que as nuvens possuem essa carga eléctrica.	85
18 Jan.	(86C)(23908) questao1: É verdade que pessoas que vivem a grandes altitudes , geralmente correm mais e mais depressa que pessoas que vivem a baixas altitudes , se correrem ambas à mesma altitude , uma vez que para obter a mesma quantidade de oxigénio , pessoas que vivem a grandes altitudes tem que respirar mais ar , desenvolvendo pulmões e coração maiores ?	86
18 Jan.	(87C)questao2: É possível produzir por um processo artificial os compostos mais importantes , presentes nos combustíveis fósseis ?	87
18 Jan.	(88C)questao1: A seguinte afirmação é verdadeira ou falsa : A partir de determinada temperatura Qualquer reacção não espontânea passa a ser espontânea ?	88
18 Jan.	(89C)questao2: Considere-se a reacção que tem lugar nos dentes em que a hidroxiapatite(s) dá origem a $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 3\text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) + \text{OH}^{-}(\text{aq})$ . -- Quais as medidas a tomar para que esta reacção se desloque no sentido da formação da hidroxiapatite(s) (mineralização)? -- É possível produzir dentes artificiais com hidroxiapatite de modo que sejam imperceptíveis e funcionais como qualquer dente natural ?	89
22 Jan.	(90C)questao1: De onde provêm as forças que mantêm os átomos e as moléculas unidas?	90
22 Jan.	(91C) questao2: Será que artificialmente se podem formar pérolas e cristais? De que forma isso é possível?	91
22 Jan.	(92T) questao1: Como se forma o nevoeiro e a que se deve o seu aparecimento?	92
22 Jan.	(93T)questao2: Porquê que na mistura de água com ácido se deve colocar 1º a água e só depois o ácido?	93

29 Jan.	(94C)questao1: De onde provêm as forças que mantêm os átomos e moléculas unidas?	94
29 Jan.	(95T) questao2: Será que artificialmente se podem formar pérolas e cristais? De que forma isso é possível?	95
<b>22 Fev.</b>	(1T)Existe alguma situação em que a concentração de H <sub>2</sub> O não pode ser omitida no cálculo de K <sub>a</sub> ? Como detectar essas situações?	96
<b>22 Fev.</b>	(2T) Na curva de sigmoide, o que acontece quando o pH for suficientemente inferior que K <sub>a</sub> .	97
<b>22 Fev.</b>	(3T)É sabido que a água não conduz corrente eléctrica, mas então porque é que se apanha um choque quando se mexe em fios eléctricos com as mãos molhadas, ou quando temos um aparelho eléctrico dentro de um recipiente com água se pusermos a mão na água apanhamos choque?	98
<b>01 Mar.</b>	(4T) O que acontece se a concentração de pH for 0 (zero).	99
<b>01 Mar.</b>	(5C) Como varia a concentração de OH <sup>-</sup> quando se dissolve com um ácido forte.	100
<b>01 Mar.</b>	(6C) Efeito Indutivo! · Em que tipo de reacção se verifica · Será apenas onde existe carbono? · Qual o seu efeito no fluxo de energia de uma reacção?	101
<b>01 Mar.</b>	(7T) Uma vez que o pH e o pOH não variam apenas entre os valores zero catorze (como anteriormente acreditava), qual a substância mais ácida existente ou quimicamente fabricada? E qual o seu pH? E a mais básica?	102
<b>01 Mar.</b>	(8T) pH: A escala de pH varia de 1 a 14? Se é possível que haja valores para pH negativos, como é que eles se medem usando, por exemplo o papel medidor de pH?	103
<b>08 Mar.</b>	(9T)Se nas pilhas vulgares se dá uma reacção redox, porque é que apenas algumas pilhas é que se podem recarregar?	104
<b>08 Mar.</b>	(10T)Porque é que com o tempo de uso, as baterias recarregáveis perdem capacidade?	105
<b>08 Mar.</b>	(11C) questao1: Como funcionam as comuns pilhas que compramos nos supermercados? Que material funciona como cátodo e anodo?	106

<b>08 Mar.</b>	(12C) Por que razão algumas dessas pilhas são denominadas de alcalinas? OBRIGADO	107
<b>19 Mar.</b>	(13T) questao1: Qual a razão pela qual se adiciona água destilada às baterias dos automóveis quando estas estão "gastas"?	108
<b>19 Mar.</b>	(14T) questao2: Porque é que em certas situações, após estarem algum tempo dentro dos aparelhos, algumas pilhas libertam um líquido viscoso/gorduroso?	109
<b>29 Mar.</b>	(15T)questao1: Qual a razão pela qual é comum adicionar água destilada às baterias recarregáveis de chumbo utilizadas nos automóveis quando estas se encontram gastas?	110
<b>02 Abr.</b>	(16T) Como é que uma enguia eléctrica consegue gerar uma diferença de potencial no seu corpo? (que segundo o livro do Atkins é de cerca de 700V)	111
<b>19 Abr.</b>	(17T) Porque é que na reacção: $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ a $V = k [\text{NO}]^2 [\text{H}_2]$ e não $V = k [\text{NO}]^2 [\text{H}_2]^2$ ?	112
<b>19 Abr.</b>	(18C)1.Porque razão cada aparelho de R.M tem uma frequência característica?	113
<b>19 Abr.</b>	(19C)2. De que forma é que a radiação libertada pelos prótons é transformada numa imagem?	114
<b>19 Abr.</b>	(20C)3. Que dois tipos de moléculas são responsáveis pelo sinal em IRM (imageologia)?	115
<b>19 Abr.</b>	(21T)1.Porque é que apenas um selecto grupo de átomos, que possuem momentos angular, têm utilidade em Medicina?	116
<b>19 Abr.</b>	(22T)2.Porque é que o átomo de hidrogénio é o mais usado em imageologia em Medicina?	117
<b>19 Abr.</b>	(23T)3.Haverá possibilidade para alinhar os prótons, além de um ímã (campo magnético)?	118

<b>19 Abr.</b>	(24T)1.Como se determina a gama de radiofrequências que originam transições energéticas entre diferentes estados? (em Ressonância Magnética Nuclear - RMN).	119
<b>19 Abr.</b>	(25T)2.A RMN só produz efeito com ondas de rádio? Porquê?	120
<b>19 Abr.</b>	(26T)3.Porque é que somente os átomos que possuem um nº impar de protões e/ou neutrões são capazes de produzir sinal em RMN?	121
<b>26 Abr.</b>	(27T)Porque é que nas estrelas se dá a reação $3\ ^4\text{He} \rightarrow\ ^{12}\text{C}$ e não outra reação, uma vez que depois deste, o número atómico aumenta de dois em dois.	122
<b>26 Abr.</b>	(28T)1. Á morte de uma estrela é algumas vezes associada a formação de um buraco negro. Estes são indicados como "absorventes" de matéria, absorvendo aparentemente tudo o que dele se aproxima. Como é de facto a sua formação? E qual o destino da matéria que aparentemente desaparece?	123
<b>26 Abr.</b>	(29C) Como é que se soube que a explosão da estrela tinha sido a 165 M.A. ? O que são partículas a ?	124
<b>09 Mai.</b>	(30T)questao1: Sendo o plutónio-238 tão nefasto para o meio ambiente, porque é utilizado em pace-makers ? Não prejudicará igualmente o seu portador ?	125
<b>10 Mai.</b>	(31T) questao1: Uma vez que a doença de Alzheimer é fruto de um metabolismo de glicose muito reduzido no cérebro, esta não poderia ser amenizada pela ingestão em quantidades superiores às normais deste composto ?	126
<b>10 Mai.</b>	(32C) Afinal o que é um positrão? Como surge e como intervém numa reacção química? Peço resposta via e-mail ou QQ nos computadores! Obrigado	127
<b>16 Mai.</b>	Projecto de Química: Tema: Mergulhadores e a pressão nos gases. (33C) 1.O que o termo inglês "bend" designa é o equivalente em português à "doença da descompressão", "paralisia do mergulhador" ou "doenças dos caixões"?	128

<b>17 Mai.</b>	(34T) "Um álcool terciário não experimenta oxidação porque para que tal acontecesse teria que se quebrar o esqueleto da molécula e para isso é necessário uma grande energia de activação". Mas se fornecer essa energia de activação a oxidação torna-se possível, ou não? Agradeço responder via computador Obrigado	129
<b>17 Mai.</b>	(35T)O que torna certas substâncias tão sensíveis a choques e temperatura, nitroglicerina, por exemplo. O que acontece a nível molecular quando se dá uma explosão? Agradeço responder via computador Obrigado	130
<b>17 Mai.</b>	(36T)Porque razão é que, estando o ponto de ebulição relacionado com as interacções intermoleculares, no caso de isómeros, por exemplo, sendo moléculas semelhantes (diferem apenas na estrutura), o ponto de ebulição é diferente, apenas porque um é mais (ou menos) ramificado que o outro?	131
<b>17 Mai.</b>	(37C) As colónias de amibas Dictyostelium discoideum, sujeitas a deficiências de nutrientes produzem cAMP. Sendo este um processo de auto-catálise significa que estas morrem ao produzir o composto para "renascerem" de novo.	132
<b>22 Mai.</b>	(38C) O Chumbo ( $^{82}\text{Pb}^{206}$ ) é o último elemento da série de decaimento do nuclideo $^{238}\text{U}$ ? Se é, isso tem alguma coisa a ver com o facto dos raios não penetrarem o chumbo, ou este ser um bom isolador de Urânio?	133
<b>24 Mai.</b>	(39T) questao1: Porque aumentam as pressões de oxigénio e nitrogénio a grande profundidade ?	134
<b>28 Mai.</b>	(40C) $\text{CrO}_4^{-2} + \text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{Cr}^{3+}$ O $\text{CrO}_4^{-2}$ reduz-se a $\text{Cr}^{3+}$ , pq o seu potencial de redução é grande, logo o potencial oxidação deste par é pequeno; então pq é que no sentido inverso, ou seja $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{CrO}_4^{-2}$ existe oxidação, se este par apresenta um potencial de oxidação pequeno, logo não devia haver oxidação, (tendo em conta os potenciais).	135



N.º de Inquérito	Questões
1	O sangue possui soluções-tampão?
1	Como é que o pH do sangue pode mudar tão bruscamente quando o corpo sofre ferimentos ou queimaduras?
1	Porque é que a administração de fluidos intravenosos ajuda na <b>equilibração</b> do pH do sangue?
2	Em que medida é que mudança brusca do pH do sangue pode ameaçar a sobrevivência de uma pessoa?
2	Porque é que uma das primeiras acções de socorro de um paramédico consiste na administração de fluidos intravenosos?
3	Como é que o pH do sangue pode mudar bruscamente com ferimentos?
3	Como é que o paramédico consegue identificar qual o fluido intravenoso a administrar?
4	Porque é que um sistema "tamponado" é essencial para a existência de um organismo?
4	Porque é que a constituição de uma solução lhe possibilita uma invariação do pH quando lhe é adicionada base ou ácido fortes?
5	Porque afecta a sobrevivência de uma pessoa a mudança brusca do pH do sangue?
5	O que contém os fluidos intravenosos para manterem constante o pH do sangue?
6	Como o pH do sangue muda bruscamente, quais os efeitos fisiológicos imediatos que podemos assistir?
6	De que forma é que a administração de fluidos intravenosos vai fazer o pH voltar ao normal (ou seja, em que consistem, ou de que são feitos, os fluidos intravenosos)?
7	Porquê fluidos intravenosos? Que tipo de fluidos?
7	Porque é que perante um ferimento ou queimadura grave, o pH pode variar bruscamente?
8	Os fluidos intravenosos são soluções de que tipo?
9	Como é que se compara o ácido e a base numa solução-tampão?
9	Porque razão é que um ácido e uma base fraca não experimentam uma variação de pH apreciável? (Dificuldade de compreensão do conceito de Solução-tampão)
10	Como "... uma pequena quantidade..." é bastante relativo, qual a proporcionalidade entre a solução e o ácido/base, a adicionar, que lhe confere a característica de ser "... uma pequena quantidade..."?
10	Qual a margem de variação de pH de uma solução, de modo a que esta se designe de solução-tampão?
11	O que é uma solução-tampão?
11	Qual a importância do sistema "tamponado" para um ser vivo?
12	Não tenho o conceito de um sistema tamponado presente no meu dia-a-dia, talvez as minhas questões fossem em sentido de a classificar a ideia que tenho sobre um sistema "tamponado". (questão comentário)
13	Qual a constituição dos fluidos intravenosos?
13	O que faz variar o pH do sangue de um indivíduo?
13	O que é o pH?
14	Qual a relação entre fluidos intravenosos e sistemas "tamponados" e soluções-tampão?
14	De que maneira é que uma variação brusca de pH do sangue pode colocar um risco para a saúde da pessoa?
15	O que é uma solução-tampão?
15	Como se pode variar o pH numa solução-tampão?
15	O que se faz quando o pH do sangue varia muito?
17	Porquê a necessidade de uma solução-tampão ser formada por um ácido/base fraco e pelo sal dos respectivos anião/catião e não ser formada a partir apenas do ácido/base ou sal?
17	Porquê a necessidade das quantidades dos constituintes de uma solução-tampão serem elevadas e próximas?
18	Em que situações práticas utilizamos soluções-tampão?
18	Porquê que uma solução-tampão não experimenta uma variação apreciável de pH?
19	Como são formadas as soluções-tampão?
19	Qual a função dos fluidos intravenosos?
20	Como são formadas as soluções-tampão?

20	Se for adicionada uma quantidade de ácido ou base fraca o que acontece à solução-tampão?
21	Como actuam os fluidos intravenosos?
21	Em que situações práticas, utilizamos soluções-tampão?
22	Podemos alterar a solução-tampão com a variação da temperatura?
22	Podemos "tamponizar" qualquer solução ou só as referidas no extracto?
23	O que é uma solução-tampão?
23	Porque é que um ácido fraco e uma base fraca?
24	Como poderão saber se a mudança do pH do sangue foi para base ou ácido? Ou seja, como saberão os paramédicos se hão de dar uma fluido para tornar o sangue ácido ou base?
24	Que fluidos poderão levar à normalização do pH sanguíneo?
25	E se forem adicionadas pequenas quantidades de ácido ou base fracas?
25	Um sistema tamponado é um sistema constituído por soluções-tampão?

N.º de Inquérito	Questões
1	Porque razão a constituição de uma solução permite uma invariação de pH quando na presença de pequenas quantidades de ácido base?
1	Porque é que um sistema tamponado é importante para o organismo?
2	De que forma é que actua um sistema "tamponado" nun organismo vivo?
2	De que forma é que uma solução-tampão administra fluidos intravenosos?
3	Em que medida os ferimentos e/ou queimaduras graves alteram o pH do sangue?
3	Quais as mais alarmantes consequências da alteração do pH e da consequente administração, por parte dos paramédicos de fluidos intravenosos? Quais as suas acções?
4	Porque é que uma mudança brusca de pH do sangue ameaça a sobrevivência de uma pessoa?
4	Se for uma mudança gradual e lenta também ameaçará a vida dessa pessoa?
4	O que é que poderá provocar essa mudança (pH do sangue)?
4	Como é que o ácido fraco reage com o respectivo sal do anião, ou a base fraca reage com o respectivo sal do catião para que não se processe esta mudança de pH?
5	Em que área, ou seja, de que forma actua uma solução tampão no organismo para poder evitar esta mudança brusca do pH do sangue?
5	Qual a razão de uma solução-tampão não apresentar um pH apreciável quando lhe são adicionadas pequenas quantidades de bases ou ácidos fortes?
6	Quais são esses fluidos intravenosos administrados pelos paramédicos? Será soro fisiológico?
6	Porquê que quando uma pessoa tem ferimentos ou queimaduras graves o pH pode ter uma mudança brusca? O que acontece ao organismo para isto tudo acontecer?
7	Quais as propriedades dos fluidos intravenosos?
7	A causa de morte de uma pessoa poderá ser a variação do pH sem que tenha sido tomada qualquer medida?
8	O que é uma solução-tampão?
8	Porque é que um "sistema tamponado" é tão vital para a existência de um organismo vivo?
8	Como é que as variações de pH no sangue inteferem no organismo de um ser vivo?
9	A variação do pH da solução-tampão depende apenas da quantidade de ácido base ou forte? E se adicionarmos um ácido ou base fraca?
9	Porque é que a variação do pH no sangue é tão perigosa para a nossa saúde? Que acção vão ter os fluidos intravenosos para diminuir essa mudança?
10	Porque é tão importante a mudança brusca de pH no sangue numa situação de ferimentos e/ou queimaduras graves?
10	Qual a razão da mudança brusca do pH no sangue na situação descrita anteriormente?
11	De que forma o sistema "tamponado" é tão vital para a existência de um organismo?
11	Que efeitos pode trazer a mudança brusca do pH do sangue?
12	Porque é que a alteração do pH do sangue é tão perigosa?
12	Porque é que uma solução-tampão é constituída dessa maneira e como funciona?
14	Como é que ao adicionar pequenas quantidades de ácido ou base não estamos a alterar o pH de uma solução? Porque é que as soluções tampão não experimentam variações bruscas de pH?
14	Em que medida actua uma solução-tampão no sangue impedindo a sua variação brusca de pH?
15	Como se determina a mudança no pH do sangue a quando de um acidente grave?
15	Existem fluidos específicos para os diversos tipos de ferimentos que controlem as ditas variações do pH, ou são substâncias que têm outros efeitos?
16	Porque é que uma solução-tampão não experimenta uma variação de pH apreciável quando lhe é adicionada uma pequena quantidade de ácido ou base forte?
16	Qual(is) seria(m) a(s) consequência(s) da mudança brusca do pH do sangue e qual a solução imediata para remediar esse problema?
17	Qualquer que sejam HA e A- ou B e BH+, obtemos uma solução-tampão, ou seja qualquer ácido existente conjugado com A- forma uma solução-tampão?

17	Quando um paramédico administra fluidos intravenosos tem como objectivo conseguir o quê propriamente?
18	Como é que se dá a mudança no pH do sangue?
18	O que fazem, de facto, a administração de fluidos intravenosos? Como é explicada esta administração no corpo humano?
19	Este texto explica muito bem o que são soluções-tampão e penso que é bastante claro. É óbvio que poderia inventar umas questões criando dúvidas que à partida não tenho, só para dizer que apresentei questões. Contudo eu acho que este texto não me levanta questões de momento.
20	O que é uma solução-tampão?
20	Qual o efeito destas soluções (tampão) nos seres vivos?
21	Se a solução-tampão é aquela cujo pH se mantém constante resistindo a certas variações, será que as quantidades dos seus constituintes (ácido e base), terão que ser necessariamente próximas elevadas? (atendendo a que um ácido e base poderem variar consoante a solução a ser preparada) Nota: as soluções não terão somente que ser equivalentes?
21	Os fluidos intravenosos são ácidos/básicos? Não teria que se medir primeiro o pH do sangue para introduzir estes fluidos?
22	Porquê as quantidades de ácido fraco e pelo respectivo ião positivo uma base fraca e sal respectivo, têm de ser elevadas e fracas?
22	Qual a acção dos fluidos intravenosos? É repor o pH? Como é que acontece?
26	Porque é que as concentrações de ácido fraco e sal ou base fraca e sal têm quantidades elevadas e próximas?
26	Os fluidos intravenosos são soluções tamponadas?
27	Porque é que uma mudança de pH pode causar a morte?
27	De que modo é que as queimaduras influenciam o pH?
28	Porque razão um sistema de uma solução-tampão é vital para a existência de um organismo vivo?
28	Porque razão uma das primeiras acções de socorro de um paramédico consiste na administração de fluidos intravenosos?
29	Em que aspecto um sistema "tamponado" é útil para a existência de um organismo vivo?
29	Porque é que o pH de uma solução-tampão não varia?
30	Qual a influência dos fluidos intravenosos?
30	Porque é que as quantidades de base fraca (B) e do catião (BH+) têm de ser em quantidades elevadas?



Programa Questões em Química  
Manual do utilizador



Universidade de Aveiro

Química II 2001/2002

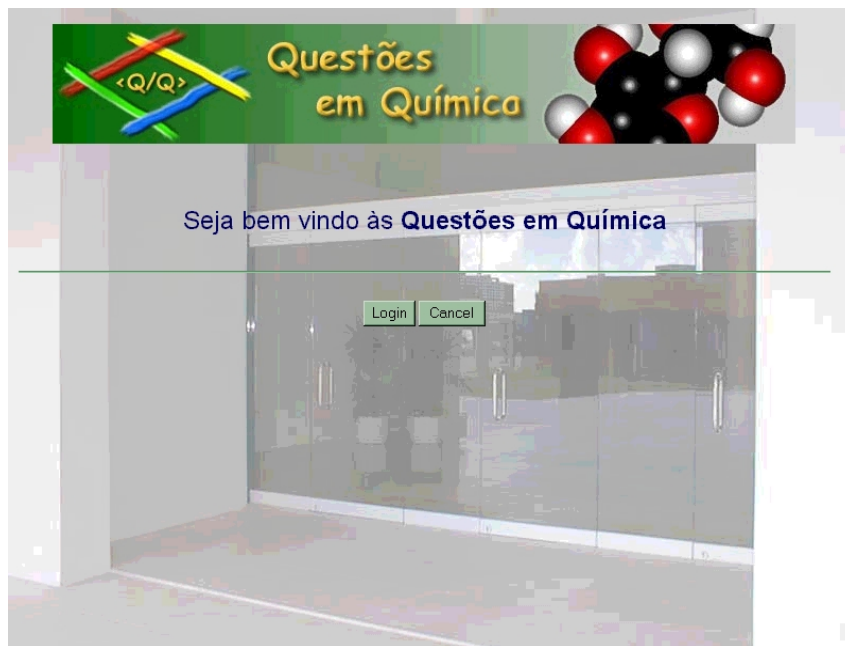
Como foi exposto pelo professor da Turma 1 de Química II, o projecto *Questões em Química* (<Q/Q>) foi concebido para desenvolver o interesse e curiosidade do estudante pela Química. Embora este projecto se circunscreva apenas à Química, espera-se que os estudantes que se envolvam com entusiasmo no projecto venham a melhorar significativamente os seus rendimentos de estudo, não apenas em Química, mas também, de um modo geral, nas restantes disciplinas dos seus cursos.

De um modo geral, sugere-se que apresente as suas questões "por escrito". Para isso, disponibilizam-se dois modos de o fazer: através da *Caixa de Questões* e do computador. A *Caixa de Questões* encontrar-se-á à sua disposição em todas as aulas de Química II (teóricas, teórico-práticas e práticas). Quanto aos computadores disponíveis para este projecto, estes encontram-se distribuídos em locais próprios dos Complexo Pedagógico: dois computadores (*Computadores* <Q/Q>) localizados nos corredores do Complexo, (um junto à Secretaria, e outro próximo dos gabinetes dos professores) no primeiro andar do edifício, e ainda nos laboratórios de Química, no 2º andar. Para a sua utilização foi desenvolvido um programa informático específico (*Programa* <Q/Q> ) para que possa dirigir as suas perguntas, dúvidas e sugestões aos professores. Assim, e para que possa ter acesso ao *Programa* <Q/Q> será distribuído um *User Name/Nome do Utilizador* e uma *Password/Senha* a todos os alunos abrangidos por este projecto (alunos de Química II da Turma 1), que receberá juntamente com este Manual. Os *Computadores* <Q/Q> estarão acessíveis durante todo o período de funcionamento do Complexo Pedagógico. Por sua vez, poderá também aceder ao *Programa* <Q/Q> através de qualquer outro computador que tenha ligação a Internet.

## Como aceder ao Programa <Q/Q> através dos Computadores <Q/Q>?

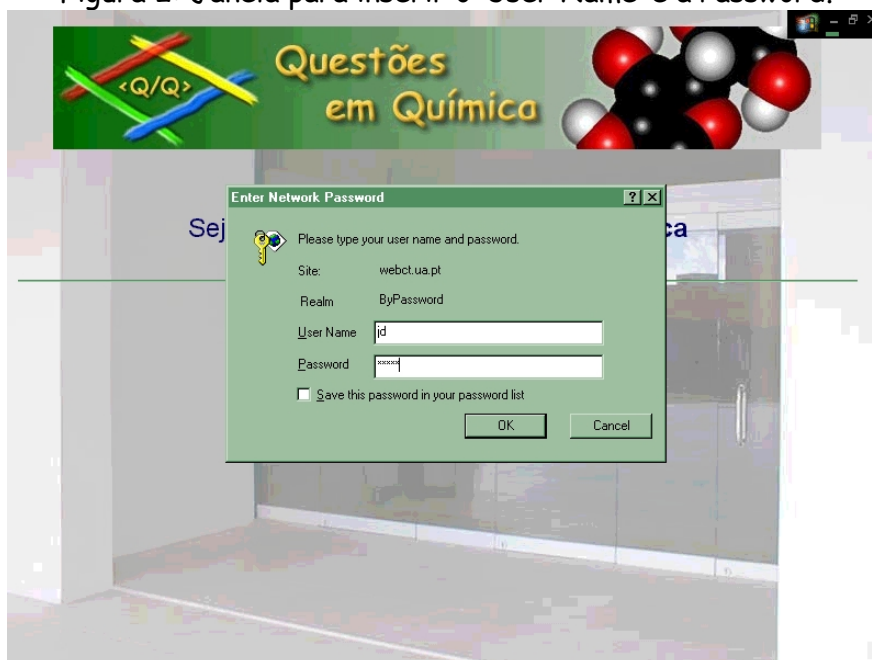
1. Dirija-se a um dos computadores assinalados. Encontrará uma página como a indicada na Figura 1. Caso encontre uma página diferente (de "descanso") mexa levemente o rato do computador para obter a página inicial ou prima uma vez no ícone <Q/Q>.

Figura 1: Primeira página de acesso ao programa <Q/Q>



2. Após um clique sobre a janela com a palavra *Login* (Figura 1), aparecerá uma outra janela (ver Figura 2) onde deverá escrever seu *Login* (*User Name/Nome do Utilizador*) e sua *Password/Senha*. Clique 'OK' em seguida.

Figura 2: Janela para inserir o 'User Name' e a Password.




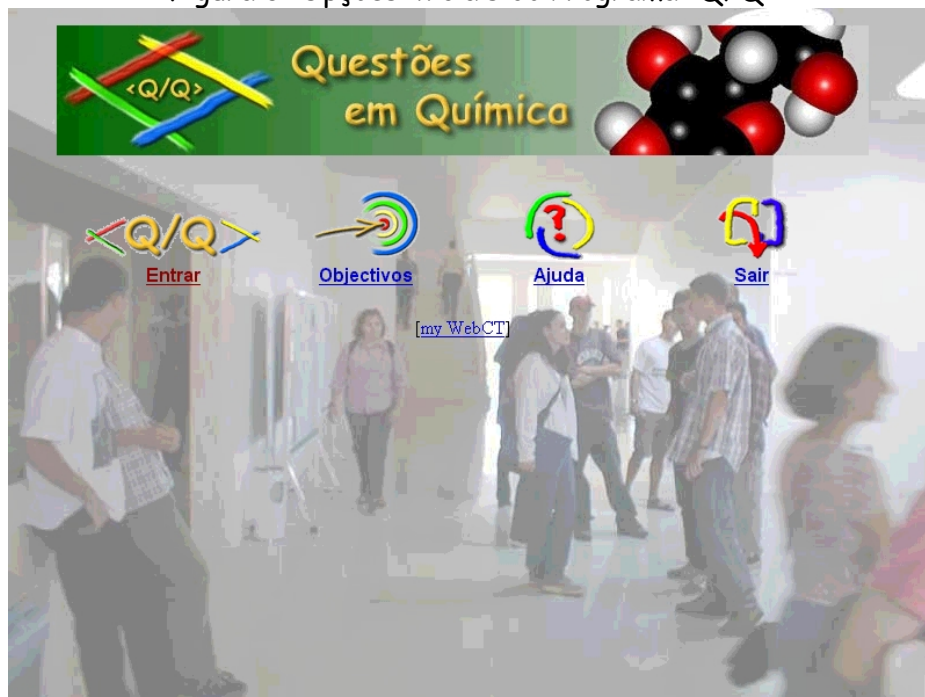
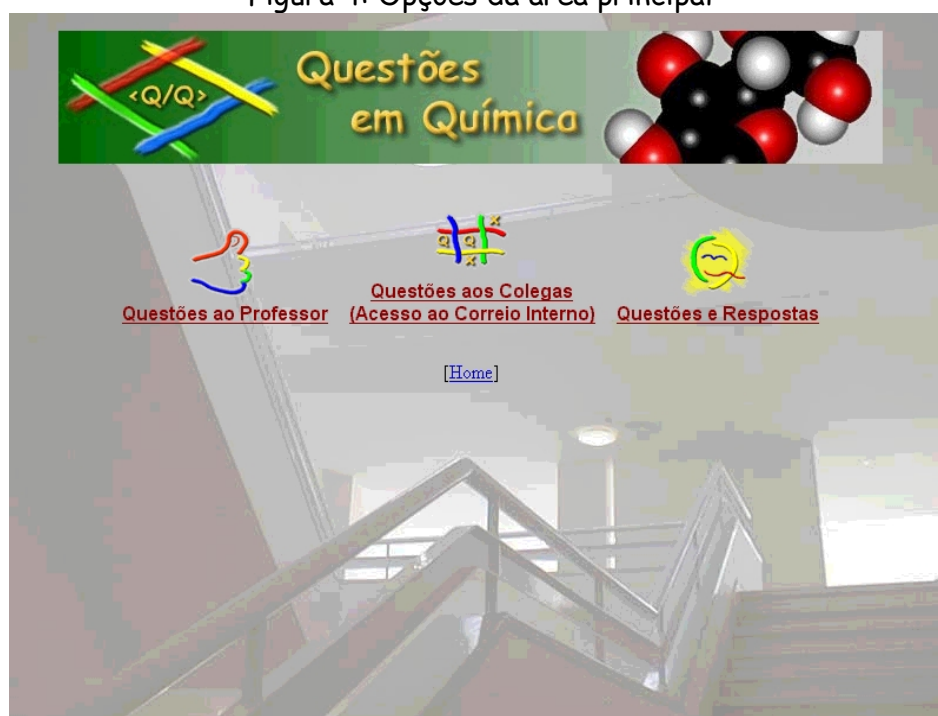
3. A próxima página será semelhante à da Figura 3. Para entrar na área principal, clique uma única vez no ícone: 

Figura 3: Opções iniciais do Programa <Q/Q>



4. Na área principal, existem três opções: *Questões ao Professor*, *Questões aos Colegas*, *Questões e Respostas*.

Figura 4: Opções da área principal





## Como aceder ao Programa <Q/Q> pela Internet, a partir de casa?

1. Use o programa de acesso à Internet que preferir (Internet Explorer, Netscape, Eudora ... etc.)
2. Escreva o endereço: <http://qq.dte.ua.pt> ou <http://webct.ua.pt/public/qq>
3. Introduza o *User Name/Nome do Utilizador* e *Password/Senha* que recebeu (ver Figura 2).
4. Navegue até *Questões ao Professor*, *Questões aos Colegas* ou *Questões e Respostas*.

## Como fazer perguntas ao professor?


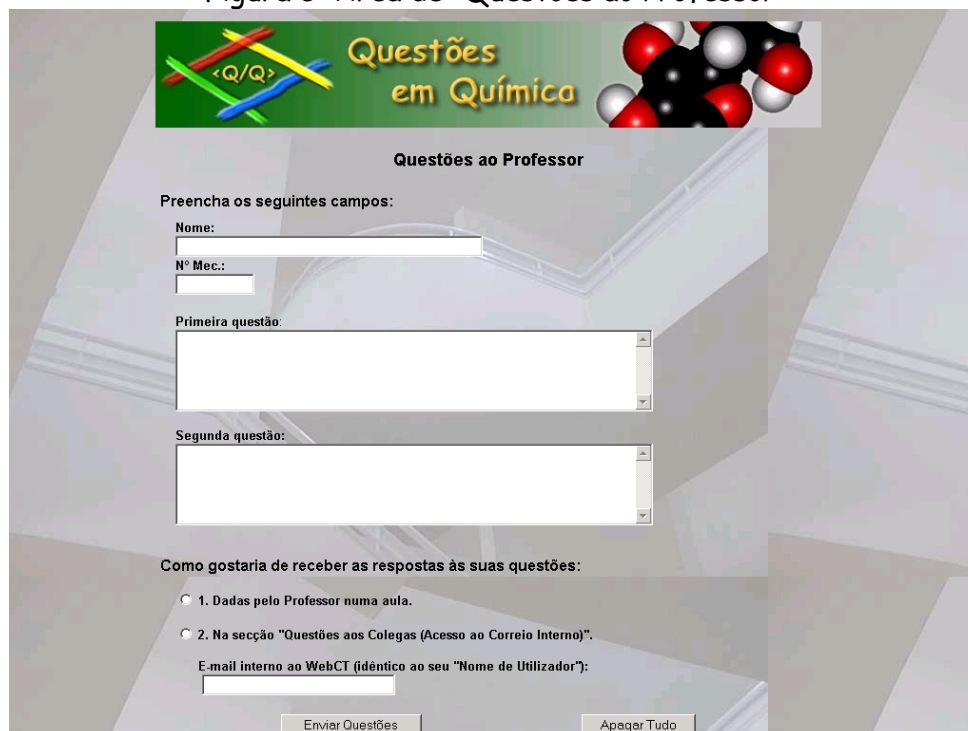
1. Clique no ícone indicado para entrar na área que lhe permite fazer perguntas directamente ao professor (ver Figura 4) .
2. A próxima página (Figura 5) apresenta espaços próprios para as suas perguntas. Poderá escrever mais de uma de cada vez. Depois de verificar as suas perguntas, clique sobre a palavra *Enviar*.

Figura 5: Área de "Questões ao Professor"



A interface de utilizador para fazer perguntas ao professor. No topo, há um cabeçalho com o texto '<Q/Q> Questões em Química' e uma imagem de uma molécula de carbono. Abaixo, o título 'Questões ao Professor' é seguido por 'Preencha os seguintes campos:'. Há campos de entrada para 'Nome:', 'Nº Mec.:', 'Primeira questão:' e 'Segunda questão:'. Abaixo disso, há uma secção 'Como gostaria de receber as respostas às suas questões:' com duas opções de rádio: '1. Dadas pelo Professor numa aula.' e '2. Na secção "Questões aos Colegas (Acesso ao Correio Interno)".'. Há também um campo de texto para 'E-mail interno ao WebCT (idêntico ao seu "Nome de Utilizador"):' e dois botões: 'Enviar Questões' e 'Apagar Tudo'.

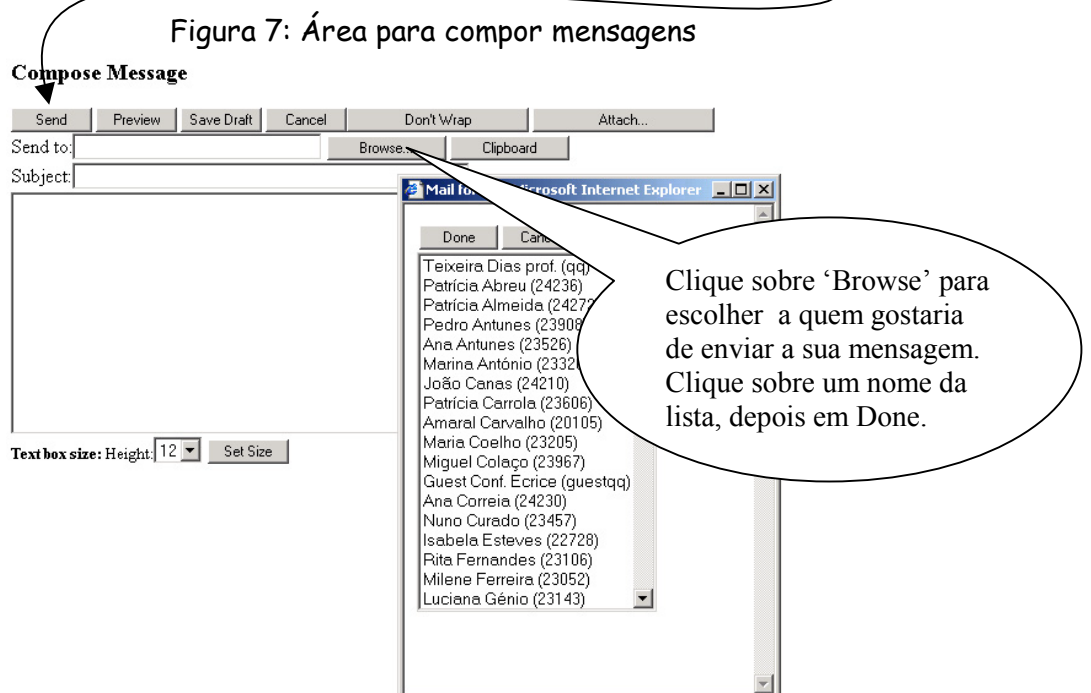
## Como fazer perguntas aos colegas?

1. Para fazer perguntas aos seus colegas registados no projecto <Q/Q>, basta clicar no ícone do Jogo-do-Galo. 

2. Surgirá uma página semelhante à da Figura 6. Apesar de estar em inglês (por causa de problemas técnicos não está em português), é de fácil 'navegação'. Clique em 'Compose' para compor um e-mail para os seus colegas (ver Figura 6).



3. Após entrar em 'Compose', aparecerá uma página onde poderá escrever o e-mail ao colega e também ao professor. Para escolher a quem gostaria de enviar a sua mensagem electrónica, clique em 'Browse' e obterá uma lista como indica a Figura 7. Depois de escrever o assunto (Subject) e a sua mensagem, clique em Send.



### **Quantas perguntas posso fazer?**

Quantas quiser. Contudo, será prudente ler a secção *Questões e Respostas* já feitas, para não repetir uma questão desnecessariamente.

### **Ver os objectivos do curso Química**

Para ver os objectivos de Química bem como outros conteúdos importantes colocados pelo professor, clique uma só vez no ícone indicado.



### **Como posso ver as questões já apresentadas?**

O programa "Questões em Química" permite ler outras questões já formuladas quer pelos seus colegas, quer pelo professor. Premindo no ícone mostrado abaixo pode obter ajuda na identificação das suas próprias questões. Sugere-se, por esse motivo, que visite esta secção antes de colocar as suas próprias questões.



### **As questões formuladas terão algum peso na avaliação?**

O Prof. Teixeira Dias irá valorizar o seu envolvimento neste projecto segundo o critério que ele próprio explicará nas aulas.

### **O que pode acontecer se não formular nenhuma questão?**

Não beneficiará da valorização que o envolvimento neste projecto venha a ter. Contudo, repare que o seu envolvimento no projecto não requer tempo disponível, apenas exige que aproveite as dúvidas e perguntas que tiver no seu estudo para as apresentar ao professor através dos meios que aqui são expostos. Faça um esforço neste sentido e verá que consegue efeitos surpreendentes no seu rendimento de estudo.

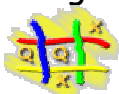
### **Como poderei saber se existe alguma Questão e Resposta nova?**

Logo que entre no programa "Questões em Química", o ícone ficará com um fundo amarelo (ver abaixo) caso haja uma nova Questão e Resposta.



### **Como poderei saber se existe uma nova mensagem ?**

O Jogo-do-Galo apresentará um fundo amarelo caso haja mensagens de outros colegas para si, a indicação em amarelo também aparecerá.



### **11. Existem outras ajudas neste programa?**

Sim, nas secções "Questões aos colegas (acesso ao correio interno)" e em "Questões e Respostas" existe um 'Help' (Ajuda).

## PERGUNTAS DO 2º ESTUDO (2001/2002)

Data	Instrumento	Tipo de aula	Qualidade	Perguntas	Informação	Consolidação	Exploração	Elaboração	Síntese	Avaliação	Nºpergunta
25-Fev	Caixa	Teórica	Conf.	(1C) Porque ocorre mudança de cor quando são utilizados indicadores de ácido-base?	1	1	1	0	0	0	1
27-Fev	Computador	Prática	Conf.	(2C) Olá professor! Estou a preparar o meu 1º trabalho das aulas práticas de química II (Escala de pH) e como temos a oportunidade de tirar dúvidas através deste meio, gostaria que o professor pudesse me explicar melhor o assunto, "Efeito Tampão". Apesar de ter uma vaga ideia acerca dos efeitos do efeito tampão, penso que é bastante importante saber mais sobre este assunto, para compreender diversos fenómenos biológicos, como por exemplo, o pH do sangue manter-se constante(7,4), assim como o pH dos líquidos intracelulares,etc.	2	2	2	0	0	0	2
28-Fev	Computador	Prática	Conf.	(8C) Sobre o trabalho número 1: Escala de pH. Experimentalmente como é que ficamos a conhecer o valor exacto do pH? Ou seja, sem utilizar a máquina própria de medir pH.	1	2	1	0	0	0	3
28-Fev	Computador	Prática	Conf.	(6C) Neste 1º trabalho realizado nos laboratórios (escala de pH) porque nos são fornecidos 4 soluções indicadoras quando ao olhar-mos para as tabelas fornecidas verificamos que apenas eram necessárias duas soluções indicadoras? (agradeço confidencialidade)	1	1	0	0	0	0	4
28-Fev	Computador	Prática	Transf.	(7T) Esta pergunta é sobre o li no "Atkins" sobre a chuva ácida. Todos sabemos que as erupções dos vulcões são determinantes na vida ecológica do planeta. Depois de tantos anos a tentar reduzir as emissões de enxofre por parte dos veículos automóveis, como nos poderemos "defender" duma eventual catástrofe natural? (agradeço confidencialidade)	2	1	2	2	1	1	5
28-Fev	Caixa	Teorico-prática	Conf.	(3C) Qual a actual situação portuguesa no que conserna as chuvas ácidas?	1	1	2	1	0	0	6
28-Fev	Caixa	Teorico-prática	Conf.	(4C) No nosso país quais os factores que mais podem contribuir para se verifique o fenómeno (chuva ácida)?	1	0	1	0	0	0	7
28-Fev	Caixa	Teorico-prática	Conf.	(5C) Que tipo de controlo é que exercem sobre as fontes energéticas que contribuem para o fenómeno das chuvas ácidas?	2	0	0	0	0	0	8
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(12C) De que forma é que os aerossóis actuam para fazer com que o SO <sub>2</sub> reaja com o O <sub>2</sub> e não directamente com a água (chuva ácida)?	2	1	0	0	0	0	9
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(13C) Até que ponto e de que forma se tratam, em Portugal, os efluentes gasosos de modo a diminuir os seus malefícios?	2	0	1	0	0	0	10
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(14C) As técnicas referidas no final do artigo (para combater a chuva ácida) foram/são utilizadas no nosso país?	0	1	2	0	0	0	11
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(18C) Porquê a queima de combustíveis fósseis nas indústrias ou em centrais de produção de energia eléctrica, são responsáveis pela maior parte do SO <sub>2</sub> emitido para a atmosfera?	1	0	2	0	0	0	12

01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(19T) Se instala-se uma fábrica de ácido sulfúrico junto a uma instalação de tratamento de minérios metálicos, como é que diminui eficazmente a missão de SO <sub>2</sub> ?	2	2	2	2	1	1	13
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(20C) Quando e como apareceram as primeiras chuvas ácidas?	1	1	0	0	0	0	14
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(21C) Que poluentes mais perigosos contêm as chuvas ácidas?	1	0	0	0	0	0	15
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(22C) Os poluentes atmosféricos também se precipitam sob a forma de geada ou de neblina?	1	1	0	0	0	0	16
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(23C) O que fazer para acabar com o fenómeno (chuva ácida)?	2	1	2	0	0	0	17
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(24C) Existe algum modo de proteger a vegetação da chuva ácida?	2	0	2	1	0	0	18
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(25T) Após a chuva ácida, destruir uma floresta e enfraquecer o solo, este recupera a sua composição sem intervenção humana?	2	2	2	1	0	0	19
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(26C) O que é a chuva ácida?	0	0	0	0	0	0	20
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(27C) Como apareceram e como foram descobertas "essas" chuvas ácidas?	0	1	0	0	0	0	21
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(28C) Quais os poluentes que "ela" (chuva ácida) contém (para além dos já referidos no texto)?	1	0	1	0	0	0	22
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(29C) Que estragos "ela" (chuva ácida) causa (para além dos já referidos no texto)?	1	0	1	0	0	0	23
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(30C) Como é que "ela" (chuva ácida) afecta as florestas (para além dos já referidos no texto)?	1	1	0	0	0	0	24
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(31C) É possível evitar as chuvas ácidas?	2	1	1	0	0	0	25
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(32C) O que podemos fazer para diminuir a emissão de poluentes, mais concretamente o "fenómeno" das chuvas ácidas?	1	0	1	1	0	0	26
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(33C) Quais as precauções que nós, seres humanos, podemos tomar para evitar a abundância de chuva ácida?	1	0	1	1	0	0	27
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(34C) Quais os problemas que as chuvas ácidas acarretam na Natureza?	1	0	0	0	0	0	28
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(35C) Apenas a poluição provoca as chuvas ácidas?	1	1	0	0	0	0	29
01-Mar	Caixa	Prática	Transf.	(36T) Se os indicadores ácido-base são substâncias cuja cor varia apreciavelmente numa região estreita de pH, designada por zona de viragem, qual a razão para alguns indicadores possuírem 2 zonas de viragem, como por exemplo, a fenolftaleína? Será devido ao número de átomos cromóforos? Ou a propriedades particulares deste grupo especial de átomo?	2	2	2	2	0	0	30
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(9C) Como é que a chuva ácida se forma?	1	0	0	0	0	0	31
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(10C) Quais são os poluentes e constituintes que constituem a chuva ácida?	1	1	0	0	0	0	32
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(11C) Como podemos lutar contra a chuva ácida? Quais são os meios utilizados?	1	1	0	1	0	0	33
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(15C) A chuva ácida é tóxica? Assim como causa estragos nos edifícios, estátuas, florestas... também é prejudicial à saúde?	2	1	2	0	0	0	34
01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(16C) Porque é que a chuva ácida afecta o pH da precipitação?	1	1	0	0	0	0	35

01-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(17T) Existe um processo denominado "calagem" que consiste em adicionar cal em lagos e solos afectados com a chuva ácida, qual é a finalidade deste processo?	1	2	1	1	0	0	36
04-Mar	Computador	Teórica	Transf.	(37T) Num Livro que de química do 10º ano li que: "O conhecimento do pH dos solos permite seleccionar as plantas que se adaptam a cada tipo de solo". A minha pergunta é Porquê? e como se faz essa selecção de plantas...	2	2	0	1	0	0	37
04-Mar	Computador	Teórica	Transf.	(38T) Sabemos que os óxidos de azoto emanados para atmosfera pelas instalaçõess industriais, dissolvem-se nas águas das chuvas. Como se escreve a equação química que traduz a dissolução do dióxido de azoto em água? Terá alguma consequencia "positiva" ou "negativa" no ambiente? O que provoca no seres humanos?	2	2	0	1	0	0	38
07-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(39C) Na aula prática de Química II, ao realizar o 2º trabalho, titulação termométrca, os valores obtidos deram origem ao seguinte gráfico: (Figura) E a dúvida que me surgiu, foi se o ponto estequiométrico se situa mais ou menos no ponto 1 ou mais ou menos no ponto 2?	1	2	0	0	0	0	39
07-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(1C) Na actividade nº1 (escala de pH) de Química prática, notei uma tonalidade estranha na fenoltaleína usada. Sabendo que devia ser esperado um rosa carmim ou uma solução transparente (incolor), não percebo porquê o branco opaco encontrado nos resultados. Será que a fenoftaleína não estava alterada?	2	2	2	0	0	0	40
07-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(2C) Porque é que um único indicador tem duas zonas de viragem de pH distintas?	2	1	1	0	0	0	41
07-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(3C) Porque têm alguns indicadores diferentes zonas de viragem (ex: vermelho cresol: 1,2 - 2,8; 7,2 - 8,0)?	2	1	1	0	0	0	42
07-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(4C) A minha questão é sobre o trabalho 2 de Química II. A titulação termométrica foi uma "experiência nova", uma vez que nunca ouvi falar dela, digamos!! A minha curiosidade e dúvida é bastante simples: Como podemos ter a certeza que este método é correcto e preciso? Ou simplesmente foi só para nos dar a conhecer um novo método de fazer titulações?? Já agora quais os métodos existentes de fazer titulações? E quais os mais precisos e rigorosos? Obrigada por responder e satisfazer a minha curiosidade.	2	1	2	0	0	0	43
09-Mar	Computador	Prática	Conf.	(40C) Relativamente ao trabalho número 2 ('titulação termométrica'), gostaria de saber qual a razão da temperatura se manter constante não só no ponto de equivalência como também noutros valores. Aquando da realização da experiência não encontrei erros significativos que justificassem tal facto.	1	2	1	0	0	0	44

09-Mar	Computador	Prática	Conf.	(41C) Na realização da actividade experimental 2 (Titulação) os resultados obtidos não foram os "previstos", calculo que por isso também não sejam os mais correctos! Eu gostaria de saber se nesta experiencia a influência dos factores externos pode afectar significativamente os resultados; gostaria também de saber de que forma esses "erros" podem ser evitados de forma a obter um resultado mais correcto. Gostava de saber porque razão não se utilizou um indicador com o intuito de melhor determinar o ponto de equivalência da titulação e assim quem sabe melhorar os resultados!	2	2	2	0	0	0	45
10-Mar	Computador	Prática	Conf.	(42C) Acerca do trabalho da titulação.O que eu gostava de saber era se ao usar um indicador se as temperaturas iam ser maiores ou menores que as que me deram.	2	1	1	0	0	0	46
11-Mar	Computador	Prática	Conf.	(43C) Na ultima experiencia de Quimica prática (fenolftaleina), qual o factor responsavel pela mudança de cor nos pontos de viragem de pH?	1	1	1	0	0	0	47
11-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(44C) Porque é que há um abaixamento de temperatura na titulação, após o ponto de equivalência? Trab. nº2	2	0	0	0	0	0	48
11-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(45C) 2) Como é que ocorre a mudança de cor a nível molecular? Trab. nº1	2	1	2	0	0	0	49
11-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(46C) O que aconteceu ao indicador para ele mudar de cor? (nas titulações) Porque é que a temperatura desce? (no trabalho de química II (prático)	2	2	1	0	0	0	50
11-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(47C) Trabalho 2. Porque motivo a temperatura desce quando o volume de base que se adiciona atinge +/- 20 ml ?	2	1	1	0	0	0	51
11-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(48C) Trabalho Prático nº2. Porque ocorre abaixamento de temperatura depois de atingido o ponto de equivalência?	2	1	1	0	0	0	52
11-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(49C) Trabalho Prático nº1 (escala de pH) Qual o motivo que levou à formação dum precipitado, quando se acrescentou a solução em análise o indicador fenolftaleína?	1	1	2	0	0	0	53
11-Mar	Caixa	Prática	Transf.	(50T) Trabalho Prático nº2 (Titulação termométrica) Qual o motivo que levou a que a temperatura baixasse depois de ter atingido um ponto máximo de temperatura? Se tivéssemos usado o copo isolador, a temperatura também tinha baixado?	1	1	2	1	0	0	54
11-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(51C) Apesar de neste processo se utilizar material rigoroso em praticamente toda a actividade, existem também bastante erros associados, como por exemplo as leituras das temperaturas que não foram rigorosas. Sendo assim esta actividade experimental (titulação termométrica) actualmente é considerada como rigorosa ou não rigorosa? É uma actividade que se utilize muito nos laboratórios?	1	1	2	0	0	0	55
11-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(52C) Porque é que alguns indicadores têm várias zonas de viragem?	2	0	1	0	0	0	56
11-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(53C) O que faz com que numa titulação ácido forte, base forte no ponto de equivalência a temperatura atinja o seu máximo?	2	2	0	0	0	0	57
11-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(54C) Quais as propriedades de um indicador que permitem medir o pH de uma solução sem causar interferência no mesmo?	1	1	2	0	0	0	58

11-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(55C) Porque é que a temperatura de uma solução no ponto estequiométrico é máxima? Será influência do facto de um equilíbrio ser dinâmico, com muita agitação dos seus constituintes?	2	0	2	0	0	0	59
12-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(56C) Trabalho prático 3: Porque razão uma geometria trigonal com átomo de carbono central confere cor a um composto orgânico e uma geometria tetraédrica o torna incolor?	2	1	1	0	0	0	60
12-Mar	computador	Prática	Transf.	(57T) Sabendo que a escala de pH vai de 0 a 14. Como é que podemos considerar pH's negativos? Por exemplo no trab nº3 de Química prática consideramos o pH da solução inicial de ácido sulfúrico muito concentrado como sendo inferior a zero (-1,1)! Como pode isso ser possível se escala é de 0 a 14?	1	1	1	1	0	0	61
12-Mar	Computador	Prática	Transf.	(58T) Porque é que no trabalho nº2 das aulas práticas de Química II o pH do ácido sulfúrico é -1,1 quando a escala do pH varia entre 0 e 14?	1	1	1	1	0	0	62
12-Mar	Computador	Prática	Conf.	(59C) Por vezes certos autores escrevem HO- enquanto outros optam por escrever OH-. Qual a maneira mais correcta de escrever? Existe alguma convenção para isto?	2	1	0	0	0	0	63
12-Mar	Computador	Prática	Transf.	(5T) Prática Indicadores: Pode-se concluir que a viragem dos indicadores está ligada a modificações da sua estrutura. Porque é que essa modificação se dá, ao adicionarmos um ácido ou uma base às soluções?	2	2	0	1	0	0	64
12-Mar	Computador	Prática	Conf.	(6C) Gostaria de saber quais são as alterações de estrutura dos indicadores acido-base responsáveis pelas mudanças de cor na/s zona/s de viragem respectiva/s?	2	2	0	1	0	0	65
13-Mar	Computador	Prática	Conf.	(60C) Na experiência nº1 (escala do pH), relativamente à solução B, fiquei na dúvida entre dois indicadores cujas cores se encontravam na zona de viragem, eles são o azul bromotimol e o vermelho fenol. A questão é a seguinte: Como é que esta situação pôde acontecer e como é que poderia encontrar apenas um indicador para aquela solução?	2	2	2	0	0	0	66
13-Mar	Computador	Prática	Conf.	(61C) Relativamente à experiência nº2 gostava de saber que propriedades têm o NaOH e o HCl, porque quando se misturam, para fazer uma titulação termométrica, originam o aumento da temperatura. Esta forma de titulação é eficaz relativamente a outras?	2	1	2	0	0	0	67
13-Mar	Computador	Prática	Conf.	(62C) Estando comprovado com estudos recentes, que a fenolftaleína é prejudicial à saúde, até que ponto é que esta substância pode ser prejudicial e em que circunstâncias?	2	1	2	0	0	0	68
14-Mar	Computador	Prática	Transf.	(63T) Acerca do terceiro trabalho: "Fenolftaleína". Porque razão até agora só falámos de pH entre 0 e 14 e neste trabalho, lidamos com pH até -1?	1	1	1	1	0	0	69
14-Mar	Computador	Prática	Conf.	(64C) Porque razão as estruturas com geometria trigonal apresentam cor e as com geometria tetraédrica são incolores?	2	1	1	0	0	0	70
14-Mar	Computador	Prática	Conf.	(65C) Nas aulas praticas realizámos uma experiencia para estudar a fenolftaleina e introduzimos o tubo de ensaio onde se deu a reacção num gobelé com água. Até que ponto a não utilização desse gobelé influencia os resultados obtidos?	1	1	1	0	0	0	71



14-Mar	Computador	Prática	Conf.	(66C) Nessa mesma experiência (Feniltaleína) apenas fomos adicionando a nossa base ao ácido e ao indicador sem saber qual o pH exacto da solução. O que teríamos de fazer para o conseguir saber?	1	1	0	0	0	0	72
14-Mar	Computador	Prática	Conf.	(67C) Gostaria de saber se a fenoltaleína altera o pH de soluções, se não altera, qual é a característica que possui para não o fazer?	1	0	2	0	0	0	73
14-Mar	Computador	Prática	Transf.	(68T) Sabe-se que a escala de pH está compreendida entre 0 e 14, mas na actividade experimental 3 (fenoltaleína) trabalhou-se com pH inferior a 0! como se pode explicar este facto?	1	1	1	1	0	0	74
14-Mar	Computador	Prática	Conf.	(69C) Quais os efeitos da variação da temperatura sobre a variação de pH?	2	0	0	1	0	0	75
14-Mar	Computador	Prática	Transf.	(70T) As experiências efectuadas na aula são afectadas pela variação da temperatura (será que se a experiência for realizada num dia muito quente, as suas conclusões serão diferentes das obtidas num dia muito frio?)	1	1	1	0	0	1	76
14-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(7C) No trabalho nº 3 das aulas práticas: Porque é que a estrutura A é cor de laranja e não tem outra cor? O que é que está presente na estrutura que dá cor á substância? Peça que me envie pela Internet os apontamentos das aulas teóricas. Obrigado	1	1	1	0	0	0	77
18-Mar	Caixa	Prática	Transf.	(71T) No trabalho prático nº 4 é de verificar que o metal cobre não reage, nem com a solução de $Mg^{2+}(aq)$ , nem com a solução de $Zn^{2+}(aq)$ , e nem sequer com o ácido. Será que há algum ácido com o qual o cobre reagiria? Assim sendo o cobre não seria uma boa alternativa de revestimento de estátuas, monumentos, para proteger das chuvas ácidas?	2	1	2	2	0	0	78
18-Mar	Caixa	Teórica	Conf.	(72C) Numa pilha galvânica através do voltímetro verifica-se que há corrente eléctrica, ou seja, há passagem de electrões. Em que momento da reacção é que se pode verificar máxima voltagem?	2	2	1	0	0	0	79
18-Mar	Caixa	Teórica	Conf.	(73C) Numa pilha galvânica é utilizado KCl no tubo em forma de U, qual é a finalidade e a vantagem de usar uma solução saturada deste ácido?	2	0	0	0	0	0	80
18-Mar	Caixa	Prática	Conf.	Durante a preparação do trabalho nº4 deparei-me com a questão que passo a descrever: (74C) Como é que se verificaria a ocorrência ou não da reacção, quando se introduz a amostra metálica na solução aquosa?	2	1	0	0	0	0	81
18-Mar	Caixa	Prática	Conf.	Durante a preparação do trabalho nº4 deparei-me com a questão que passo a descrever: (75C) Qual o termo de comparação a utilizar para poder ordenar os pares oxidação / redução por poder redutor do ião metálico? Obrigado pelo tempo dispensado.	2	1	1	0	0	0	82
18-Mar	Caixa	Prática	Transf.	(76T) No trabalho 3 (prática) eu não percebi porque se o $H_3O^+$ é o ácido mais forte que se pode ter em solução aquosa e ao diluimos um ácido mais forte que $H_3O^+$ em $H_2O$ ele vai formar $H_3O^+$ , logo $[H_3O^+]$ aumenta, porquê então o pH diminui? Poderei responder na net!	1	1	1	1	0	0	83
18-Mar	Caixa	Prática	Transf.	(77T) Trabalho 3 de laboratório: Porquê é que existe pH negativo e pH superior a 14?	1	1	1	1	0	0	84
18-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(78C) Trabalho 3 de laboratório: Quais são os ácidos que têm $pH < 0$ e Quais são os ácidos que têm $pH > 0$	1	1	0	0	0	0	85

18-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(79C) No trabalho 3, adicionado a base NaOH a solução de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> muito concentrado (incolores) verifica-se que a cor laranja permanece na fase superior do líquido, qual é a razão deste fenómeno?	2	2	0	0	0	0	86
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(80C) No eléctrodo padrão (H <sub>2</sub> ) utiliza-se a platina porque não é atacada pelas reacções que ocorrem. Na célula de combustível é utilizado o Ni e o NiO como catalisadores, tem estes aqui a mesma função que a platina no eléctrodo padrão? Servem apenas de catalisadores? Quais as vantagens práticas?	2	2	2	0	0	0	87
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(81C) Será esta pilha, uma pilha de grande rendimento? Onde poderá ser utilizada?	2	0	2	0	0	0	88
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(82C) Professor gostaria de saber quais os perigos que as pilhas usadas podem causar ao ambiente. Também gostaria de saber se existe algum tratamento especial (por exemplo reciclagem) das pilhas usadas, em Portugal.	1	1	2	0	0	0	89
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(83T) As três células combustíveis mais promissoras referidas apresentam apenas vantagens sobre outras células combustíveis, ou têm alguma característica desvantajosas?	1	1	1	1	1	0	90
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(84T) Será possível, num futuro imediato, a existência de células combustíveis mais "poderosas"?	2	1	2	2	0	0	91
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(85C) Quais são as diferentes famílias das células de combustíveis?	1	1	0	0	0	0	92
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(86C) Como atuam as células de combustível?	1	1	0	0	0	0	93
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(87C) Para que serve as células de combustível?	1	0	0	0	0	0	94
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(88C) Ao utilizar estas células (combustível), qual o seu impacto no meio ambiente?	2	0	1	0	0	0	95
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(89C) Este processo será rentável (células de combustível)?	2	0	1	0	0	0	96
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(90C) Por que é que nem todas as pilhas dão para reciclar?	2	1	0	0	0	0	97
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(91C) Por que é que alguns metais são atacados por ácidos e outros não? Terá a ver com o potencial padrão?	1	1	1	0	0	0	98
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(92C) Que processos permitem que a transformação de reagentes em produtos numa pilha só se inicie quando "exposta" a corrente de electrões.	2	2	1	0	0	0	99
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(93T) Até que ponto seria possível construir uma pilha que não necessitasse de ser recarregada? Que facto(s) podia contribuir para isso?	2	1	2	1	0	0	100
20-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(94C) Como se sabe, as reacções redox produzem trabalho eléctrico; até que ponto este pode ser utilizado?	1	0	1	0	0	0	101
20-Mar	Caixa	Prática	Transf.	(95T) No trabalho prático nº 4 realizamos uma experiência sobre reacção de oxidação-redução. Gostaria de saber se a área de contacto do sólido com a solução aquosa influencia muito a velocidade a que a reacção ocorre.	2	2	1	1	0	0	102
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(96C) Como funcionam as células de combustíveis?	2	0	0	0	0	0	103
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(97C) Quais as diferentes famílias destas células (de Combustível) ?	1	0	0	0	0	0	104
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(98C) As células de combustível, apesar do nome, não envolvem combustão?	1	1	0	0	0	0	105

20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(99C) A energia produzida pelas células é economicamente rentável?	2	0	1	0	0	0	106
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(100C) Qual o impacto no meio ambiente do uso destas células (de combustíveis)?	2	0	1	0	0	0	107
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(101C) É verdade que se poderão utilizar células de combustível em carros, computadores e em telemóveis?	1	1	1	0	0	0	108
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(102C) Por que ainda não são utilizadas atualmente (células de combustíveis em carros, computadores e telemóveis)?	1	1	0	0	0	0	109
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(103C) Como se pode armazenar a energia das fuel cells?	2	0	1	0	0	0	110
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(104C) Como funciona o processo de retirar a molécula de hidrogénio da água do mar?	2	1	1	0	0	0	111
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(105C) Como é que funcionam as células de combustível?	2	0	0	0	0	0	112
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(106C) As células de combustível envolvem ou não a combustão? Será que é um processo rentável? E o meio ambiente sairá beneficiado?	2	1	1	0	0	0	113
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(107C) Aonde é que se pode utilizar a célula de combustível?	1	0	0	0	0	0	114
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(108C) Portugal tem os meios necessários para a sua comercialização? (se sim qual a sua previsão?)	2	0	1	0	0	0	115
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(109C) Em que circunstâncias as células de combustível são mais rentáveis?	2	1	0	0	0	0	116
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(110T) Não haverá alguma forma de evitar que a energia produzida através da queima de combustível não seja tão desperdiçada em calor? Sem recorrer as células de combustível.	2	1	1	1	0	0	117
20-Mar	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(111C) Em que situações podem ser estas células de combustível mais rentáveis?	2	0	1	0	0	0	118
20-Mar	Caixa	Prática	Transf.	(112T) No trabalho prático nº 4 trabalhamos com reacções redox. Quando adicionamos o magnésio ao ácido, a reacção foi intensa e rápida. A minha questão é: Se usássemos um metal com um potencial de redução ainda menor, a experiência poderia ser intensa ao ponto de aquecer e partir o vidro do tubo de ensaio? Seria perigoso no laboratório? E se a concentração do ácido fosse maior? Haveria alteração?	1	1	2	2	1	0	119
20-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(113C) Trabalho prático nº 3. De que forma a geometria da molécula pode interferir no facto de as soluções conterem ou não cor, visto que as soluções com cor continham geometria trigonal, enquanto as incolores eram tetraédricas?	2	2	2	0	0	0	120
20-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(114C) Durante a realização do trabalho prático nº 4 ao adicionar uma placa de zinco metálico a uma solução aquosa de zinco sulfúrico verifiquei que não ocorreu nenhuma reacção (ao contrário do que seria esperado). Voltei a realizar a experiência e aí sim, ocorreu a reacção esperada. O que terá acontecido durante a realização da experiência?	2	2	0	0	0	0	121
21-Mar	Caixa	Teórica	Transf.	(115T) Porque é que quando exposta "ao sol" as pilhas adquirem uma maior energia? Que transformação ocorre no interior da pilha para tal facto?	1	1	1	1	0	0	122

21-Mar	Caixa	Teórica	Transf.	(116T) Que tipo de tensão e de que forma se pode aplicar numa pilha para que seja invertida o sentido natural de passagem de produtos no ânodo para reagentes no cátodo?	1	0	1	1	0	0	123
21-Mar	Caixa	Teórica	Conf.	(119C) Limpeza electroquímica de solos poluídos - em que consiste? É viável? É utilizada cá em Portugal? Não se falou na aula conferência, mas como vi o acetato fiquei curiosa.	2	1	2	0	0	0	124
21-Mar	Caixa	Teórica	Conf.	(117C) Na aula conferência falou-se em baterias de lítio. Sabendo que este tipo de baterias não "vicia", qual é a característica diferente das outras baterias dos telemóveis que "viciam"?	2	2	2	0	0	0	125
21-Mar	Caixa	Teórica	Conf.	(118C) A propósito do assunto focado na aula suplementar de 2ª feira, gostaria de saber como é se quantifica a acidez ou basicidade de uma solução, em que o solvente não seja água, ou num meio gasoso.	2	2	0	0	0	0	126
25-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(121C) Relativamente ao trabalho prático nº 4 (ordenação de potenciais de redução) gostaríamos de saber porque é que o metal cobre nunca reagiu com as soluções apresentadas.	1	1	0	0	0	0	127
25-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(122C) Ainda no mesmo trabalho gostaríamos de saber porque é que o cobre tem maior potencial redutor que o zinco e o magnésio.	1	1	0	0	0	0	128
25-Mar	Caixa	Prática	Conf.	(120C) Porque existem indicadores como o vermelho de Cresol e a Fenolftaleína que apresentam mais que uma zona de viragem e como se podem encontrar essas diferentes zonas de viragem? (resposta a esta questão agradecia que fosse por mensagem de computador)	2	0	1	0	0	0	129
30-Mar	Computador	Prática	Conf.	(8C) De acordo com o trabalho prático a nº5, gostaria de saber, de que potenciais depende uma célula galvânica?	2	1	0	0	0	0	130
30-Mar	Computador	Teórica	Transf.	(9T) Relativamente à primeira conferência do professor Teixeira Dias, gostaria de tirar uma dúvida relativamente às baterias... Qual as vantagens/desvantagens do uso de pilhas de níquel e do uso de pilhas de lítio!?	1	0	1	1	0	0	131
03-Abr	Caixa	Prática	Transf.	(123T) De modo geral pode observar-se um "ataque" de um ácido a um metal através da libertação de bolhas. Pode acontecer que esse ataque não seja observado através de bolhas? Quais outras formas de observar este ataque?	1	0	2	1	0	0	132
06-Abr	Computador	Teórica	Conf.	(10C) Relativamente à equação de Henderson-Hasselbach é preciso sabê-la de cor? Esta é deduzida? É necessário saber sua dedução? e Qual é a diferença entre saber o pH de uma solução tampão por essa equação ou pela: $\text{pH}=\text{pK}_a+-1$ . Poderia responder até amanhã ao meio-dia, pq depois vou p aveiro, sff. Grata pela atenção: Rita P.s -Poderia enviar a resposta p o meu email:	1	1	1	0	0	0	133
06-Abr	Caixa	Teórica	Transf.	(139T) Se a distância da supernova que emitiu os sete neutrinos que foram detectados pelo telescópio de neutrinos dos E.U.A. é de cerca de 150 M anos luz, como é que se sabe que estes neutrinos eram desta supernova e não de outra de alguns milhões de anos atrás já que estamos a falar de quantidades astronómicas.	2	1	1	2	0	1	134

08-Abr	Caixa	Prática	Transf.	(124T) Confesso que fiquei de certa forma impressionado com o modo como o cobre se comportava mediante certas condições, nomeadamente quando realizava o trabalho nº 4, referente aos potenciais de redução. Não percebo como o cobre conduz tão bem electricidade, se, na ultima experiência era o elemento com maior poder de redução, apresentando um potencial altíssimo e não se dissolveu em HCl !! Como é possível o cobre ser dos melhores condutores de electrões, se este exerce uma força altissima sobre eles?	2	1	1	1	1	0	135
08-Abr	Computador	Teórica	Transf.	(127T) Porque é que as baterias, por exemplo as dos automóveis, passados algum tempo (alguns meses) estão descarregadas (sem serem usadas)? E porque é que as baterias dos telemóveis com o passar do tempo ficam "viciadas"?	2	0	2	1	0	0	136
08-Abr	Caixa	Teórica	Conf.	(125C) A cerca da matéria leccionada nas aulas teóricas da regencia 1 sobre pilhas. Gostaria de saber como se processa reciclagem das pilhas e principalmente quais os "produtos" que são reaproveitados para a formação de novas pilhas.	2	0	2	0	0	0	137
08-Abr	Caixa	Teórica	Transf.	(126T) Ainda sobre pilhas gostaria de também de saber porque as pilhas recarregáveis de Níquel, utilizadas nas baterias de telemóveis têm de ser descarregadas até o fim por forma a não ficarem viciadas, enquanto as pilhas de Lítio ( também utilizadas em alguns telemóveis) não diminuem o tempo de utilização se não forem convenientemente descarregadas.	2	0	2	1	0	0	138
09-Abr	Computador	Teórica	Transf.	(128T) Ao estudar para o teste de segunda feira, no tema sobre pilhas, fiquei com a duvida de qual era a diferença entre as pilhas alcalinas normais e as alcalinas de marca "duracell", pois na realidade elas duram mais que as normais a venda no mercado, qual e diferença entre elas?	2	0	2	1	0	0	139
10-Abr	Caixa	Teórico-prática	Conf.	(11C) Ao resolver um exercício deparei-me com uma alínea que não consegui resolver e é o seguinte. Do enunciado será que $[HCOOH] = 0.010 \text{ mol/dm}^3$ e a uma determinada temperatura o $pH = 3.0$ . E a alínea é "adicionando base forte a uma solução aquosa de HCOOH o seu grau de ionização vai aumentando. Quando o $pH$ da solução for igual a 7, será mais abundante o ácido formico ou a sua base conjugada. ( $k_a = 1.5 \times 10^{-4}$ ) Agradecia se me pudesse ajudar pois deixou-me curiosa.	1	2	0	0	0	0	140
11-Abr	Computador	Prática	Transf.	(129T) Sobre o trabalho número 6 (ciclo do cobre): Há mais alguma maneira de passar o hidróxido de cobre a óxido de cobre (reação C) sem ser através do aquecimento, ou seja, desidratando o hidróxido?	1	1	1	1	0	0	141
11-Abr	Computador	Prática	Conf.	(130C) A fórmula para calcular a percentagem de recuperação do cobre é viável? Não temos outra opção?	1	1	1	0	0	0	142
11-Abr	Computador	Teórica	Conf.	(131C) Olá professor! Porque é que as pilhas vão perdendo a capacidade de recarregamento ao longo do tempo?	2	0	1	0	0	0	143

11-Abr	Caixa	Prática	Transf.	(132T) Realizamos hoje a 1ª parte do trabalho prático 6 - ciclo do cobre e pensávamos que um dos principais reagentes na primeira reacção era o HNO <sub>3</sub> (ácido nítrico), mas depois o professor disse que não. Disse que o reagente principal era o O <sub>2</sub> . Gostaríamos de saber porquê?	2	2	0	1	0	0	144
11-Abr	Caixa	Prática	Conf.	(133C) Porque é que o ácido do cobre é constituído por cinco reacções?	1	1	0	0	0	0	145
11-Abr	Caixa	Teórica	Conf.	(12C) Porquê que o HCl e o ácido fórmico com as mesmas concentrações tem pH diferentes?	1	0	0	0	0	0	146
11-Abr	Caixa	Teórica	Conf.	*(13C) Ah, e qual é a constante de ionização para o ácido fórmico.	1	0	0	0	0	0	147
11-Abr	Caixa	Teórica	Conf.	*(14C) O que são ácidos poliproticos?	0	0	0	0	0	0	148
15-Abr	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(134C) Qual o processo descrito, quando falamos em "buraco" na camada de ozono?	2	1	0	0	0	0	149
15-Abr	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(135C) O que provoca realmente o "buraco" na camada de ozono?	1	1	0	0	0	0	150
15-Abr	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(136C) O que fazer para evita-lo ("buraco" na camada de ozono)?	2	1	2	0	0	0	151
15-Abr	Caixa	Prática	Conf.	(137C) 1. Durante a preparação do trabalho 6 surgiu-me uma dúvida: quando se aquece o hidróxido de cobre, desidratando-o este passa a óxido de cobre como detectar a conclusão da desidratação. Há variação de alguma propriedade macroscópica?	1	0	1	0	0	0	152
17-Abr	Caixa	Teórica	Transf.	(15T) Que tipo de ajuda, através da investigação ou projectos, a química alimentar pode dar no processo de formação dos alimentos do futuro (Por ex.: Os alimentos que os astronautas consomem são cada vez mais falados na ... alimentos para a população em geral no futuro.	2	0	2	2	0	0	153
17-Abr	Caixa	Teórica	Transf.	(16T) Qual o papel da Química alimentar no processo de manipulação genética dos alimentos?	2	0	1	1	1	0	154
18-Abr	Caixa	Teórico-prática	Transf.	(138T) Olá professor, gostaria de lhe colocar uma dúvida relativamente, á aula teórico-prática do dia 15/4/02. Se a velocidade de uma reacção de ordem 1 se "resume" a uma recta, então como podemos interpretar uma reacção de ordem 0? Se a velocidade de uma reacção for de ordem 1 ou 0, são uma recta, então como podemos distinguir uma da outra.	2	2	0	1	0	0	155
06-Mai	Caixa	Teórica	Conf.	(17C) Na autoprotólise da água, H <sub>2</sub> O tem pH neutro?	1	0	0	0	0	0	156
06-Mai	Caixa	Teórica	Conf.	(18C) Na autiprotólise da água, se o H <sub>2</sub> O tiver pH neutro então esta semi-reacção não é ácido-base? Agradecia também que a professora enviasse para o meu mail (...alunos.fis.ua.pt) os slides das aulas teóricas para o 2º teste assim que puder. Obrigado	2	0	0	0	0	0	157
06-Mai	Caixa	Teórica	Conf.	(140C) Os neutrinos referidos na aula conferência são apenas muito importantes para o estudo do universo?	2	2	2	0	0	0	158
06-Mai	Caixa	Teórica	Transf.	(141T) Como em apenas 10 m <sup>3</sup> foram detectados 7 neutrinos, é plausível afirmar que estamos constantemente a "sofrer radiações de neutrinos", serão estes prejudiciais à saúde? Serão benéficos à vida na Terra? Em que interferem?	2	2	2	2	0	0	159

08-Mai	Computador	Aula <Q/Q>	Conf.	(142C) O que fazer para evitar que neste momento o buraco do ozono continue a aumentar?	2	1	2	0	0	0	160
08-Mai	Computador	Aula <Q/Q>	Transf.	(143T) Existe alguma possibilidade de "fabricar" ozono em Terra e depois fazer com que este chegue à zona da atmosfera à qual pertence, isto é, à estratosfera?	2	0	1	1	0	0	161
08-Mai	Computador	Aula <Q/Q>	Transf.	(144T) Existe alguma possibilidade de fazer diminuir a vida dos CFCs, isto é, de tendo uma vida útil de 75 anos, impedir que as moléculas, ou parte delas, que já foram lançadas para a atmosfera, cheguem à estratosfera em tão grandes quantidades?	2	0	1	1	0	0	162
08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(148T) 1- Dizem-nos que o ozono é formado na estratosfera, e que aí a sua acção é benéfica. No entanto, a sua presença na troposfera torna-se nociva. As moléculas de ozono presentes na troposfera de onde é que vêm? Onde se formam, na própria troposfera ou "descem" da estratosfera?	1	1	2	1	0	0	163
08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(149T) 2- É possível "restaurar" a camada de ozono de uma forma rápida (mais rápida!) ou será preciso esperar os milhões de anos que esta demorou a ser formada?	1	0	2	1	0	0	164
08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(150T) 3- Se uma molécula de CFC pode demorar mais de 10 anos a atingir a estratosfera, isto quer dizer que, em grande parte, só agora estamos a sofrer com as "asneiras" feitas há 10 anos atrás?	1	2	1	1	0	0	165
08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(151T) 4- Mesmo se agora se diminuam as emissões de CFCs corremos o risco de que seja tarde demais?	1	1	1	1	0	0	166
08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(155T) 1- As radiações U.V. incidem sobre moléculas de O <sub>3</sub> dando-se a seguinte reacção: O <sub>3</sub> U.V. --> O + O <sub>2</sub> , Posteriormente o O e o O <sub>2</sub> formam novamente O <sub>3</sub> , assim neste processo não há gasto da quantidade de ozono existente? O efeito das radiações UV na presença do ozono limita-se apenas ao aquecimento da atmosfera?	1	1	0	1	0	0	167
08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(156C) 2- A principal causa da destruição da camada do ozono é originada pelos átomos de Cl, estes têm apenas origem nos CFCs?	1	1	0	0	0	0	168
08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(152C) 1- Sabendo que os CFCs são libertados por "sprays", pelo funcionamento de frigoríficos, etc, como é que estes são produzidos e como é que estes reagem com as moléculas de ozono?	2	2	1	0	0	0	169
08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(157C) 1- Por que é que o buraco de ozono tem tendência a formar-se nos pólos?	2	2	0	0	0	0	170
08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(158C) 2- Quantos anos levará até que seja para nós insuportável a falta de ozono, que consequências directas vai envolver?	2	0	2	0	0	0	171
08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(159T) 3- Em que medida o protocolo de Quioto vai ajudar na "recuperação" da camada de ozono?	2	2	0	1	0	0	172
08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(160T) 4- Será que não há uma forma de reconstruir a camada (de ozono) por processos químicos de uma forma viável?	2	2	1	2	0	0	173
08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(145C) 1. Em que sentido a temperatura pode influenciar o aumento do buraco de ozono?	1	1	1	0	0	0	174
08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(146C) 2. De que forma é que os CFC's intervêm na destruição da camada de ozono?	1	1	1	0	0	0	175

08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(147T) 3. Quando há rotura de uma ligação na molécula de ozono (O3), pela radiação, esta é feita indiscriminadamente, ou seja, se tivermos a seguinte molécula de ozono: (Figura manuscrita) A radiação u.v atinge preferencialmente a ligação 1, a 2, ou o seu alvo é aleatório?	2	2	2	2	0	0	176
08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(153T) Se colocasse uma barreira entre todas as plantas, os seres fotossintéticos e a radiação solar, de modo a não haver realização de fotossíntese, poderia haver outro método tão eficaz como é o da fotossíntese, a produzir oxigénio?	2	0	2	2	0	1	177
08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(154C) Por que é que o oxigénio e o nitrogénio são bons exemplos para os processos que ocorrem na atmosfera?	1	1	0	0	0	0	178
08-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(161T) Porque é que o zinco não oxida quando posto numa solução de água e o ferro que tem um maior potencial de redução sofre oxidação? Será que o zinco não se oxida ou a sua oxidação não será observável?	2	1	1	1	0	0	179
13-Mai	Computador	Teórica	Transf.	(168T) Olá professor. Queria saber o que é que causa uma variação de pH numa pessoa que tenha sofrido uma queimadura. Creio que este assunto foi referido no decorrer de uma aula extra há já algum tempo. Obrigado	2	1	2	2	0	0	180
13-Mai	Computador	Aula <Q/Q>	Transf.	(169T) Olá professor. Relativamente às células de combustível, estas necessitam de fornecimento contínuo de energia para trabalhar. Porque é que não se utiliza essa tecnologia para por exemplo alimentar automóveis, uma vez que é também necessário fornecer ao motor combustível de forma contínua para que este continue a trabalhar e com um rendimento muito inferior ao das células de combustível?	2	1	2	1	0	1	181
13-Mai	Caixa	Teórico-prática	Transf.	(162T) Alguns metais, que têm normalmente um carácter oxidativo, em contacto com algumas soluções, por exemplo, alguns ácidos, perdem esse carácter. E se no início se comportavam como cátodos, passam a comportar-se como ânodos. Queria exemplos e entender por que é que isso acontece. Por outro lado, queria que me desse alguns exemplos elucidativos.	2	2	1	0	1	0	182
13-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Conf.	(164C) 1- Relativamente à aula da passada semana sobre o assunto da camada do ozono, julgo ter percebido que a acção das radiações solares tem um papel importante na formação do ozono estratosférico e que esta é extremamente prejudicial. Porquê?	2	1	0	0	0	0	183
13-Mai	Caixa	Aula <Q/Q>	Transf.	(165T) 2- Quer isto dizer, então, que a exposição solar de uma determinada região influencia a quantidade de ozono nela existente? Zonas/Países com uma grande exposição solar (como é o caso de Portugal) têm uma maior tendência para elevadas concentrações de ozono estratosférico e conseqüentemente uma pior qualidade do ar?	2	1	1	1	1	0	184



13-Mai	Caixa	Teórica	Transf.	(163T) 1- Na aula de hoje falou-se da temperatura de ebulição nos hidrocarbonetos saturados. A minha dúvida é se, para além da temperatura ser influenciada pelo número de carbonos existentes num hidrocarboneto, o tipo de forças intramoleculares exercidas na ligação carbono-carbono influencia de alguma maneira a temperatura de ebulição. Além disso, quais as forças que existem nos hidrocarbonetos? (tanto inter como intramoleculares)	2	1	1	1	0	0	185
13-Mai	Caixa	Prática	Transf.	(19T) No que respeita à corrosão do ferro, quais serão os outros produtos obtidos da corrosão de um metal para além dos óxidos desse metal? correspondente com o ião cloreto, por exemplo?	1	1	1	1	0	0	186
13-Mai	Caixa	Prática	Transf.	(20T) Poderão ser também produtos da corrosão de um metal a junção do ião metálico correspondente com o ião cloreto, por exemplo?	1	1	1	1	0	0	187
16-Mai	Computador	Prática	Transf.	(170T) No caso de uma amostra de ferro revestida na sua íntegra por uma tinta, qual o componente ou característica dessa mesma tinta que faz dela um importante meio de protecção contra a corrosão?	1	1	1	1	0	0	188
16-Mai	Computador	Teórica	Conf.	(171C) Sabemos que a velocidade de uma reacção depende da concentração dos reagentes, da superfície de contacto e da temperatura. E a pressão não influencia a velocidade de uma reacção?	2	2	0	0	0	0	189
16-Mai	Computador	Prática	Conf.	(172C) Porque razão é que a tinta é um importante protector contra a corrosão?	1	1	1	0	0	0	190
16-Mai	Caixa	Teórica	Transf.	(177T) Pelo princípio de Le Chatelier, na equação $A + X \rightleftharpoons 2X$ , a reacção começava a se dar em sentido inverso. Será que antes de isso acontecer, o X é consumido pelo Y ( $X+Y \rightleftharpoons 2Y$ ) ? (O mesmo se aplica à concentração de Y)	1	1	1	1	0	0	191
16-Mai	Caixa	Prática	Transf.	(21T) Porque será que o ouro em condições idênticas á do ferro não se corrói?	1	2	1	2	0	0	192
16-Mai	Caixa	Prática	Transf.	(22T) Porque razão o ouro exposto a condições semelhantes ás do ferro não sofre corrosão (não enferruja)?	1	2	1	2	0	0	193
16-Mai	Caixa	Teórica	Conf.	(173C) Podemos afirmar que há momento dipolar numa molécula linear se houver diferença de electronegatividade entre os átomos constituintes da molécula? Por exemplo: $\mu$ $H \rightleftharpoons F$ tem momento dipolar pois existe diferença de electronegatividade. $H \text{---} H$ Não tem momento dipolar pois não tem diferenças de electronegatividade. Podemos afirmar isto?	1	2	0	0	0	0	194
16-Mai	Caixa	Teórica	Conf.	(174C) Exemplo de reacção oscilantes no nosso dia-a-dia. Na aula conferência foi dito que estas reacções ocorrem principalmente nos organismos vivos. Exemplos:	1	2	0	0	0	0	195
16-Mai	Caixa	Teórica	Conf.	(175C) O que são amibas? Qual o papel destes corpos?	1	1	0	0	0	0	196
16-Mai	Caixa	Teórica	Conf.	(176C) Existem exemplos de reacções oscilantes no nosso dia-a-dia? Por exemplos quais?	1	1	0	0	0	0	197
16-Mai	Caixa	Teórica	Transf.	(178T) Existe algum tipo de explicação para que se formem diferentes padrões que se observam nas reacções oscilantes? É possível explica-los matematicamente?	2	1	0	1	0	0	198

16-Mai	Caixa	Teórica	Conf.	(179C) Verificou-se que o intervalo entre as oscilações iam aumentando, isto significa que os reagentes foram se esgotando?	2	2	1	0	0	0	199
16-Mai	Caixa	Teórica	Transf.	(184T) Se reacção (oscilante) que estivemos a observar começa inicialmente por escurecer gradualmente até um determinado ponto e a partir de um determinado instante a variação de cor é muito brusca. Porque?	2	0	2	2	0	0	200
16-Mai	Caixa	Teórica	Conf.	(185C) O facto do catalisador ser produzido na própria reacção que catalisa significa, em termos práticos que, à medida que o tempo passa, a variação de cor da reacção (oscilante) dá-se mais rápido?	2	2	2	0	0	0	201
16-Mai	Caixa	Teórica	Conf.	(186C) A reacção de oscilação nunca acaba?	1	0	0	0	0	0	202
16-Mai	Caixa	Teórica	Conf.	(187C) O que é que são o número de octanas de um hidrocarboneto?	2	2	1	0	0	0	203
16-Mai	Caixa	Teórica	Transf.	(188T) Porque é que o carbono é um composto muito especial?	2	2	1	1	1	0	204
16-Mai	Caixa	Teórica	Conf.	(180C) Quantas reacções de auto-catálise são conhecidas actualmente?	2	0	0	0	0	0	205
16-Mai	Caixa	Teórica	Conf.	(181C) Que benefícios trazem as reacções de auto-catálise? (exemplos).	2	1	1	0	0	0	206
16-Mai	Caixa	Teórica	Conf.	(182C) Como são aproveitadas as reacções de auto-catálise a níveis industrial?	2	1	1	0	0	0	207
16-Mai	Caixa	Teórica	Conf.	(183C) Em que medida é que a temperatura influencia estas reacções (auto-catálise)?	1	1	2	0	0	0	208
16-Mai	Caixa	Teórica	Transf.	(23T) Qual a explicação matemática para a formação de tais padrões espaciais, nas reacções oscilantes?	2	1	2	1	0	0	209
16-Mai	Caixa	Teórica	Transf.	(24T) Gostava de saber qual a origem ou consequencia do desfasamento entre as quantidades de x e y mostradas no gráfico da reacção oscilante! (Figura Manuscrita)	2	2	1	1	0	0	210
23-Mai	Caixa	Teórico-prática	Transf.	(189T) No cálculo do $\Delta H^\circ$ da seguinte reacção de esterificação: Ácido Propanóico + metanol $\rightarrow$ Propanoato de Metilo + H <sub>2</sub> O. Só se utilizam as entalpias de formação porque? Não teria mais lógica ser antes $\Delta H^\circ = \Delta H^\circ_f(\text{produtos}) - \Delta H^\circ_f(\text{reagentes})$ ? (Se possível responder pra o e-mail)	1	1	1	1	0	0	211
23-Mai	Caixa	Prática	Transf.	(190T) Tenho uma dúvida, na experiência nº 10, das aulas práticas, que era "separação de substancias", porquê quando adicionamos ácido salicílico à água, ele não se dissolveu? A aspirina tem "ácido salicílico" e dissolve-se na água!	2	1	1	2	1	0	212
24-Mai	Computador	Aula <Q/Q>	Conf.	(191C) Qual a influência da temperatura na conductividade dos polimeros?	2	1	1	0	0	0	213
24-Mai	Computador	Aula <Q/Q>	Conf.	(192C) A nível molecular quais são as alterações decorrentes da formação de polimeros?	2	2	2	0	0	0	214
24-Mai	Computador	Aula <Q/Q>	Conf.	(193C) Para além da possível utilização dos polimeros condutores no fabrico de computadores, qual a sua utilização a nível da medicina, tecnologias, e outras áreas, etc...?	1	0	2	0	0	0	215
24-Mai	Computador	Aula <Q/Q>	Conf.	(194C) Porque é que os polimeros condutores mudam de aparência com a variação da temperatura?	1	1	1	0	0	0	216

24-Mai	Computador	Aula <Q/Q>	Conf.	(195C) Os polimeros condutores mudam de condutividade e de aparência com a temperatura?	1	1	1	0	0	0	217
24-Mai	Computador	Aula <Q/Q>	Transf.	(196T) Sendo tantas as vantagens dos polimeros condutores em relação aos outros metais por que é que ainda não são utilizados no dia-a-dia?	1	1	1	1	0	0	218
25-Mai	Computador	Aula <Q/Q>	Conf.	(197C) Olá professor, espero que ainda vá a tempo de colocar as minhas dúvidas sobre a aula de 2ªfeira. A primeira questão é, o que são polímeros condutores? A segunda questão é, como se formam estes polímeros?	1	0	0	0	0	0	219
25-Mai	Computador	Aula <Q/Q>	Conf.	(198C) Sendo a principal função destes polímeros a condução a minha dúvida é, afinal o que é que eles conduzem? Finalmente, onde podemos encontrar este tipo de polímeros?	2	2	1	0	0	0	220
25-Mai	Computador	Aula <Q/Q>	Conf.	(199C) Poderemos dizer que os polímeros condutores constituem uma nova classe de materiais com propriedades incomuns?	1	2	0	0	0	0	221
25-Mai	Computador	Aula <Q/Q>	Conf.	(200C) Quais são as aplicações dos polimeros condutores?	2	0	0	0	0	0	222
25-Mai	Computador	Aula <Q/Q>	Conf.	(201C) Vi num documentário, que o plástico, geralmente um péssimo condutor de electricidade, foi transformado em um supercondutor, gostava de saber como é possível?	2	2	0	0	0	0	223
25-Mai	Computador	Aula <Q/Q>	Conf.	(202C) Como são produzidos os polímeros?	1	0	0	0	0	0	224
27-Mai	Computador	Prática	Conf.	(203C) Sobre o trabalho prático "Corrosão do Ferro": Há alguma razão especial para ter sido escolhido como electrólito forte o NaCl? Que outro electrólito forte poderia ter sido escolhido? Porquê que o NaCl é um electrólito forte? Qual é o processo que ocorre para que uma substância seja um electrólito forte?	2	2	2	0	0	0	225
27-Mai	Computador	Prática	Transf.	(204T) Sobre o trabalho prático "Separação de substâncias": Quando se juntaram as soluções de sulfato de cobre, dissolvido em água, e ácido salicílico, dissolvido em etanol, e após a adição de etanol ocorreu a formação de um precipitado. O precipitado formado correspondia a sulfato de cobre, uma vez que este não era solúvel em etanol. A solução resultante era composta de etanol, água e ácido salicílico. Ficou, assim, separado o sulfato de cobre (após decantação). Não se poderia, na vez de se ter adicionado etanol, ter adicionado água à solução final (produto das duas soluções) para que o precipitado fosse de ácido salicílico (uma vez que este é insolúvel em água)? se se adicionasse água a solução resultante iria, então, ser composta por água, etanol e sulfato de cobre?	2	2	2	2	0	0	226

**Apêndice 5.3 – Análise dos questionários do 2º Estudo (2001/2002)**

**Tabela 1** Idade. 2º Estudo (2001/2002).

<b>Idades</b>	<b>Turma 1</b>	<b>Turma 2</b>
18 à 20	85%	84%
21 à 25	14%	13%
<b>Mais de 25</b>	1%	3%

**Tabela 2** Género. 2º Estudo (2001/2002).

<b>Sexo</b>	<b>Turma 1</b>	<b>Turma 2</b>
Masculino	37%	45%
<b>Feminino</b>	63%	55%

**Tabela 3** Ano de ingresso da universidade. 2º Estudo (2001/2002)

<b>Idades</b>	<b>Turma 1</b>	<b>Turma 2</b>
Antes de 1998	2%	-
1999	5%	2%
2000	3%	7%
<b>2001</b>	90%	91%

**Tabela 4** Locais de acesso a Internet. 2º Estudo

<i>Locais de acesso</i>	<i>Turma 1</i>	<i>Turma 2</i>
Em Casa	49%	35%
Na Universidade	37%	30%
Em Casa e na Universidade	-	22%
Na Universidade e Aveiro Digital	2%	2%
Na Universidade e Outros	-	4%
Em Emprego	2%	-
Em Casa e Outros	0	4%
Outros	10%	3%

**Tabela 5** Conhecimento informático e o projecto <Q/Q>. 2º Estudo

Afirmações	Turma 1			Turma 2		
	Valores em percentagem			D	SO	C
• Sei utilizar o programa <Q/Q> para enviar perguntas.	2	24	74	17	42	41
• Sei como encontrar as respostas às minhas perguntas através do programa <Q/Q>.	5	34	61	14	58	28
• Não li o manual que me foi entregue no início do semestre.	64	19	17	38	22	40
• Compreendi claramente como utilizar o programa <Q/Q> lendo o manual.	10	29	61	20	45	35
• Acho mais cómodo escrever as perguntas num papel do que envia-las pelo computador.	36	25	39	34	45	21
• Prefiro enviar as minhas perguntas pelo computador porque são imediatamente recebidas.	15	36	49	16	51	33
• Tentei enviar as minhas perguntas pelo computador, mas como ele estava sem acesso, escrevi-as num papel e coloquei-as na Caixa <Q/Q>.	29	56	15	30	56	14
• Sei que posso enviar mensagens aos meus colegas pelo programa <Q/Q>.	29	29	42	28	51	21
• Li sempre as perguntas e respostas dos colegas no programa <Q/Q>.	46	30	24	49	48	3
• Tenho um bom nível global de conhecimentos informáticos (na óptica do utilizador)	13	29	58	16	35	49

**D** = Discordo, **SO** = Sem Opinião, **C** = Concordo

**Tabela 6** Motivação para a disciplina de Química. 2º Estudo.

Afirmações	Turma 1			Turma 2		
	Percentagem			D	SO	C
• Sinto grande interesse pela disciplina.	5	10	85	15	20	65
• Penso que esta disciplina é importante para o meu futuro profissional.	3	12	85	8	22	70
• Se essa disciplina fosse opcional, frequentá-la-ia mesmo assim.	3	20	77	13	21	66
• Gosto de estudar Química.	3	12	85	16	21	63
• Sinto muitas dificuldades.	65	25	10	63	22	15

**D** = Discordo, **SO** = Sem Opinião, **C** = Concordo

**Tabela 7** Motivação para formular perguntas. 2º Estudo.

Afirmativas	Turma 1			Turma 2		
	Percentagem			D	SO	C
• Fui motivado pela frequência às aulas.	20	27	53	24	42	34
• Fui motivado pelo estudo individual.	10	24	66	15	29	56
• Pelo envolvimento em actividades de grupo com os meus colegas.	37	32	31	20	39	41
• O projecto <Q/Q> ajudou-me a fazer perguntas sem me expor perante os colegas.	27	34	39	39	39	21

• Senti menor pressão psicológica dos meus colegas e professores.	20	44	36	29	42	29
• Fui motivado a fazer perguntas por causa da avaliação positiva.	39	27	34	39	33	28
• <b>Sinto-me mais à vontade agora para levantar perguntas do que no início do ano acadêmico.</b>	15	29	56	22	28	50

D = Discordo, SO = Sem Opinião, C = Concordo

**Tabela 8** Aulas onde surgem perguntas. 2º Estudo.

Afirmativas	Turma 1			Turma 2		
	Percentagem	D	SO	C	D	SO
• Foi nas aulas <b>Teóricas</b> que me ocorreu o maior número de perguntas.	42	19	39	67	19	14
• Foi nas aulas <b>Teórico-Práticas</b> que me ocorreu o maior número de perguntas.	34	42	24	34	23	43
• Foi nas aulas <b>Práticas</b> que me ocorreu o maior número de perguntas.	14	17	69	7	16	77

D = Discordo, SO = Sem Opinião, C = Concordo

**Tabela 9** Sobre a formulação de perguntas. 2º Estudo.

Afirmativas	Turma 1			Turma 2		
	Percentagem	D	SO	C	D	SO
• Sei formular perguntas.	5	34	61	5	43	52
• Sinto grande dificuldade em escrever perguntas.	58	22	20	64	26	9
• Prefiro colocar perguntas por escrito.	29	30	41	42	35	23
• Prefiro colocar perguntas oralmente.	32	31	37	24	26	50
• Prefiro colocar perguntas pessoalmente ao <b>professor</b> .	22	42	36	9	34	56
• Sinto-me à vontade para fazer perguntas ao <b>professor</b> .	12	13	75	14	19	67
• Tenho receio de mostrar a minha falta de conhecimentos ao <b>professor</b> .	49	32	19	50	28	22
• Tenho receio dos comentários dos <b>colegas</b> .	68	24	8	70	22	8
• Sinto-me mais à vontade em fazer perguntas aos <b>colegas</b> .	19	20	61	12	24	64
• Sou tímido e não gosto de pôr perguntas.	51	27	22	49	27	24
• Domino as matérias, por isso <b>não preciso</b> de fazer perguntas.	59	32	9	72	24	4
• Frequento as aulas sempre, por isso <b>não preciso</b> de fazer perguntas.	76	22	2	64	29	7

D = Discordo, SO = Sem Opinião, C = Concordo

**Tabela 10** Sobre as perguntas e as respostas. 2º Estudo (2001/2002).

Afirmativas	Turma 1			Turma 2		
	Percentagem	D	SO	C	D	SO
• Estou satisfeito com as respostas que recebi por escrito as minhas perguntas.	3	65	32	9	82	9
• Nunca recebi resposta às minhas perguntas.	42	53	5	13	77	10

• Senti que minhas perguntas eram respondidas no decorrer das aulas.	8	46	46	7	69	24
• Li sempre as páginas do Atkins indicadas pelo professor nas suas respostas	31	54	15	-	-	-

**D** = Discordo, **SO** = Sem Opinião, **C** = Concordo

**Tabela 11** É importante formular perguntas porque: 1º Estudo.

Afirmativas	Turma 1	Turma 2
• Desenvolve o raciocínio.	30%	23%
• Ajuda a encontrar as respostas.	19%	31%
• Facilita a aprendizagem.	49%	45%
• É apenas um bom exercício para a mente.	2%	0
• Não acho importante formular questões.	0	0
• Outras	0	1%

## APÊNDICE 5.4 Guião das entrevistas aos estudantes da Turma 1 e 2. Segundo Estudo (2001/2002)

### Estudantes que formularam perguntas.

#### Legitimação

Você é de Aveiro? De onde é? Que curso frequenta? Gosta do curso? O curso que frequenta foi a primeira escolha?... Bem! Como deve saber o projecto “Questões em Química” foi pensado para desenvolver o seu interesse e curiosidade pela Química... O objectivo dessa entrevista não é avaliar seu comportamento... Estamos interessados em obter informações sobre a opinião e participação dos estudantes no projecto <Q/Q>... O nosso principal interesse é melhorar os métodos e instrumentos que estamos usando no projecto <Q/Q>... Neste sentido ser-me-ia muito útil saber sua opinião... Agora! Para não dispersar a nossa conversa tirando notas, gostaria de gravá-la? Importa-se?

#### Projecto “Questões em Química”:

1. Como e quando tomou conhecimento do projecto “Questões em Química”? Entendeu logo e de uma forma clara os objectivos do projecto?
2. Recebeu o manual? Este ajudou-o ou ainda ficou com muitas dúvidas?
3. No seu entender, quais dos instrumentos postos à sua disposição para colocar as suas perguntas contribuíram para que se sintasse mais à vontade?
4. Tem ficado satisfeito com as respostas às suas perguntas?
5. Notamos que as perguntas que enviou foram sempre formuladas em associação com uma colega. O que a motivou a enviar estas perguntas em colaboração com outra pessoa? (não que seja proibido!)
6. Qual a importância que atribui ao facto de poder formular perguntas? Atribui algum “papel” a formulação de perguntas?
  - i. Consegue “ver” alguma importância na oportunidade de formular perguntas através do projecto <Q/Q>?
7. Como descreve as aulas Práticas? Estimulou-lhe a formular perguntas?



8. A nova estratégia usadas nas aulas Teórico-Práticas estimulou-lhe a formular perguntas?
9. Teve dificuldade de formular perguntas a partir da leitura do texto recomendado pelo professor (Aulas <Q/Q>)?
10. O que acha que poderia melhorar neste projecto? Por exemplo, acha que deveríamos continuar com todos os tipos de instrumentos de recolha de perguntas?

### **Aspectos Tecnológicos**

11. Sabe como enviar perguntas e como obter as respostas?
12. Desde quanto utiliza os computadores? Sente-se à vontade no seu uso?
13. Sabia que poderia enviar mensagens para os colegas através do programa <Q/Q>?
14. Acha necessário haver algum tipo de explicação suplementar para utilizar <Q/Q>?  
Tem ouvido algum comentário dos colegas sobre o programa <Q/Q>?
15. Qual a sua opinião sobre o programa <Q/Q>? (simples, complicado, pouco atractivo...) O que modificaria?

### **Estudantes que Não enviaram Perguntas.**

#### **Legitimação**

Você é de Aveiro? De onde é? Que curso frequenta? Gosta do curso? O curso que frequenta foi a primeira escolha?...

Bem! Como deve saber o projecto “Questões em Química” foi pensado para desenvolver o seu interesse e curiosidade pela Química... O objectivo desta entrevista não é avaliar seu comportamento... Estamos interessado em obter informações sobre a opinião e participação dos estudantes no projecto <Q/Q>... O nosso principal interesse é melhorar os métodos e instrumentos que estamos usando no projecto <Q/Q>... Neste sentido ser-me-ia muito útil saber sua opinião... Agora! Para não dispersar a nossa conversa tirando notas, gostaria de gravá-la? Importa-se?...

### **Projecto “Questões em Química”.**

1. Como e quando tomou conhecimento do projecto “Questões em Química”? Entendeu logo e de uma forma clara os objectivos do projecto?
2. Recebeu o manual? Este ajudou-o ou ainda ficou com muitas dúvidas?
3. Alguma vez lhe surgiu uma pergunta durante as aulas ou mesmo quando estava a estudar e acabou por desistir de colocar essas perguntas em <Q/Q>? Que razões contribuíram para esses factos? Ou quais as razões para a sua decisão de não enviar perguntas?
4. Como descreve as aulas Práticas? Estimulou-lhe a formular perguntas?
5. A nova estratégia usadas nas aulas Teórico-Práticas estimulou-lhe a formular perguntas?
6. Notamos que apesar de não ter enviado perguntas, acessou o programa <Q/Q> por diversas vezes. O que o motivou a entrar no programa? Chegou a ler as perguntas e respostas dos colegas?
7. Qual a importância que atribui ao facto de poder formular perguntas? Atribui algum “papel” a formulação de perguntas?
  - ii. Consegue “ver” alguma importância na oportunidade de formular perguntas através do projecto <Q/Q>?
8. O que poderia contribuir para passar a fazer perguntas aos professores?
9. O que acha que poderia melhorar neste projecto? Por exemplo, acha que deveríamos continuar com todos os tipos de instrumentos de recolha de perguntas?

### **Aspectos Tecnológicos**

10. Sabes como enviar perguntas e como obter as respostas?
11. Utilizou o programa <Q/Q> para ler as perguntas e as respostas dos colegas?
12. Desde quanto utiliza os computadores? Sente-se a vontade no seu uso?
13. Considerando que já tem certa capacidade de utilizar os computadores, nunca teve curiosidade em ler as perguntas e respostas dos colegas no programa <Q/Q>?

14. Sabia que poderia enviar mensagens para os colegas através do programa <Q/Q>?
15. Acha necessário haver algum tipo de explicação suplementar para utilizar <Q/Q>?  
Tem ouvido algum comentário dos colegas sobre o programa <Q/Q>?
16. Qual a sua opinião sobre o programa <Q/Q>? (simples, complicado, pouco atractivo...) O que modificaria?



## **INQUÉRITO AOS ALUNOS DE QUÍMICA**

Caro aluno(a):

Com este questionário pretende-se conhecer a sua opinião sobre alguns aspectos da sua participação no projecto **Questões em Química**. Neste sentido, pedimos-lhe que responda com toda a sinceridade.

### **A. “Questões em Química”**

1. **Sobre a formulação de perguntas e a possibilidade de as fazer ao professor e aos colegas** (indique se concorda ou discorda em todas as afirmações):

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③    Sinto-me à vontade para fazer perguntas ao professor.  
 ① ② ③    Tenho receio de mostrar a minha falta de conhecimentos ao professor.  
 ① ② ③    Tenho receio dos comentários dos colegas.  
 ① ② ③    Sei formular perguntas.  
 ① ② ③    Sinto grande dificuldade em escrever perguntas.  
 ① ② ③    Domino as matérias, por isso não preciso de fazer perguntas.  
 ① ② ③    Frequento as aulas sempre, por isso não preciso de fazer perguntas.  
 ① ② ③    Sinto-me mais à vontade em fazer perguntas aos colegas.  
 ① ② ③    Prefiro colocar perguntas por escrito.  
 ① ② ③    Prefiro colocar perguntas oralmente.  
 ① ② ③    Prefiro colocar perguntas pessoalmente ao professor.  
 ① ② ③    Sou tímido e não gosto de pôr perguntas.

Outras Razões: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

2. **É importante formular perguntas porque** [marque APENAS UMA afirmação, isto é, a que mais se aproxime da sua opinião ou, então, acrescente outra(s)]:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Desenvolve o raciocínio.                | <input type="checkbox"/> Ajuda a encontrar respostas.            |
| <input type="checkbox"/> Facilita a aprendizagem.                | <input type="checkbox"/> É apenas um bom exercício para a mente. |
| <input type="checkbox"/> Não acho importante formular perguntas. | <input type="checkbox"/> Outras razões _____                     |

3. **Leia com atenção (se necessário releia) o texto seguinte e formule pelo menos 2 perguntas** que este lhe sugira.

“Uma solução-tampão não experimenta uma variação de pH apreciável quando lhe for adicionada uma pequena quantidade de ácido ou base fortes. No geral, as soluções-tampão são formadas por um ácido fraco (HA) e pelo sal do respectivo anião ( $A^-$ ), ou por uma base fraca (B) e pelo sal do respectivo catião ( $BH^+$ ), ambos em quantidades elevadas e próximas. Um sistema “tamponado” é tão vital para a existência de um organismo vivo que a mais imediata ameaça à sobrevivência de uma pessoa com ferimentos ou queimaduras graves reside na possível mudança brusca do pH do sangue. Assim, uma das primeiras acções de socorro de um paramédico consiste na administração de fluidos intravenosos. ...” (Atkins, P and Jones, L. Chemistry 4<sup>th</sup>. Edition, p. 730) (caso precise de mais espaço, por favor utilize o verso desta folha)

4. **Sobre as razões que considera contribuir para que se sinta mais motivado a fazer perguntas** (indique se concorda ou discorda em todas as afirmações):

① **Discordo**      ② **Sem opinião**      ③ **Concordo**

- ① ② ③      Fui motivado pela frequência às aulas.
- ① ② ③      Fui motivado pelo estudo individual.
- ① ② ③      Pelo envolvimento em actividades de grupo com os meus colegas.
- ① ② ③      O projecto <Q/Q> ajudou-me a fazer perguntas sem me expor perante os colegas.
- ① ② ③      Senti menor pressão psicológica dos meus colegas e professores.
- ① ② ③      Fui motivado a fazer perguntas por causa da avaliação positiva.
- ① ② ③      Sinto-me mais à vontade agora para levantar perguntas do que no início do ano académico.
- Outras Razões: \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

5. **Sobre a relação das perguntas com as aulas Práticas (P), Teórico-Práticas (TP) e Teóricas (T):**

① **Discordo**      ② **Sem opinião**      ③ **Concordo**

- ① ② ③      Foi nas aulas **Teóricas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③      Foi nas aulas **Teórico-Práticas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③      Foi nas aulas **Práticas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③      O facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo para as aulas **Práticas** estimulou-me a formular perguntas.
- ① ② ③      O facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo para as aulas **Práticas** deixou-me confuso.

- ① ② ③ Sinto que me envolvi nas aulas **Práticas** de Química mais do que em qualquer outra disciplina.
- ① ② ③ Os professores das aulas **Práticas** estimularam-me a pôr perguntas.
- ① ② ③ Procurei um colega que já tinha feito o trabalho **Prático** da semana para obter informações sobre como realiza-lo.
- ① ② ③ O facto de encontrar alguns materiais disponíveis para a aula **Prática** ajudou-me a obter “pistas” sobre como realizar a experiência.
- ① ② ③ A nova estratégia usadas nas aulas **Teórico-Práticas** estimulou-me a formular perguntas.
- ① ② ③ Preferiria que nas aulas **TP** se continuasse apenas com a resolução das fichas de exercícios.
- ① ② ③ Acho que os problemas apresentados nas aulas **TP** estimularam a minha participação.
- ① ② ③ Li sempre as páginas do Atkins recomendadas pelo professor.
- ① ② ③ Achei muito difícil formular perguntas a partir da leitura do Atkins.
- ① ② ③ Tenho dificuldade em compreender Inglês, por isso não li o Atkins.
- ① ② ③ Ler o Atkins facilitou-me e estimulou-me a formular perguntas.

**6. Se participou no projecto “Questões em Química”, colocando uma ou mais perguntas, apresente pelo menos uma razão para a sua participação:**

---



---

**7. Se não participou, colocando perguntas nos formatos sugeridos no projecto “Questões em Química”, apresente pelo menos uma razão para a sua opção:**

---



---

**8. Sobre a relação das perguntas com as respostas (indique se concorda ou discorda em todas as afirmações).**

- ① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**
- ① ② ③ Estou satisfeito com as respostas que recebi por escrito as minhas perguntas.
- ① ② ③ Nunca recebi resposta às minhas perguntas.
- ① ② ③ Senti que minhas perguntas eram respondidas no decorrer das aulas.
- ① ② ③ Li sempre as páginas do Atkins indicadas pelo professor nas suas respostas.

## **B. Conhecimentos e acessos Informáticos.**

**9. Sobre a relação das perguntas com o conhecimento informático.**

- ① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**
- ① ② ③ Sei utilizar o programa <Q/Q> para enviar perguntas.
- ① ② ③ Não li o manual que me foi entregue no inicio do semestre.
- ① ② ③ Compreendi claramente como utilizar o programa <Q/Q> lendo o manual.
- ① ② ③ Acho mais cómodo escrever as perguntas num papel do que envia-las pelo computador.
- ① ② ③ Prefiro enviar as minhas perguntas pelo computador porque são imediatamente recebidas.

- ① ② ③ Tentei enviar as minhas perguntas pelo computador, mas como ele estava sem acesso, escrevi-as num papel e coloquei-as na Caixa <Q/Q>.
- ① ② ③ Sei que posso enviar mensagens aos meus colegas pelo programa <Q/Q>.
- ① ② ③ Sei como encontrar as respostas às minhas perguntas através do programa <Q/Q>.
- ① ② ③ Li sempre as perguntas e respostas dos colegas no programa <Q/Q>.
- ① ② ③ Tenho um bom nível global de conhecimentos informáticos (na óptica do utilizador).

**10. Tenho o meu próprio computador com ligação à Internet**  Sim  Não

**11. Tenho acesso fácil a um computador com ligação à Internet em:**

Casa  Na Universidade  No emprego  Aveiro Digital  Outros \_\_\_\_\_

**12. Tenho dificuldades em enviar mensagens através do meu e-mail?**

Sim  Não  Não envio mensagens  Não tenho e-mail

**13. Sinto que tenho uma “barreira” para o uso do computador, porque:**

\_\_\_\_\_

### C. Perfil do aluno(a)

14. Idade: \_\_\_\_\_ anos

15. Ano de ingresso na Universidade \_\_\_\_\_

16. Curso que frequenta \_\_\_\_\_

17. É a primeira vez que frequenta a disciplina de Química II?  Sim  Não

**18. Sobre a disciplina de Química:**

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

① ② ③ Sinto grande interesse pela disciplina.

① ② ③ Penso que esta disciplina é importante para o meu futuro profissional.

① ② ③ Se essa disciplina fosse opcional, frequentá-la-ia mesmo assim.

① ② ③ Gosto de estudar Química.

① ② ③ Sinto muitas dificuldades.

**19. Apresente as suas sugestões e críticas construtivas** (caso precise de mais espaço, por favor utilize o verso desta folha):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_ **e-mail** ou **Nº Mec.** \_\_\_\_\_

**Outros:** \_\_\_\_\_

*“Em ciência, existem questões ingénuas, questões enfadonhas, questões apresentadas de modo inadequado. Mas cada questão é sempre um grito para entender o mundo. Não existem perguntas estúpidas!” Carl Sagan (1934-1997).*

**Obrigado pela sua colaboração!**



## **INQUÉRITO AOS ALUNOS DE QUÍMICA**

Caro aluno(a):

Com este questionário pretende-se conhecer a sua opinião sobre alguns aspectos da sua participação no projecto **Questões em Química**. Neste sentido, pedimos-lhe que responda com toda a sinceridade.

### **A. “Questões em Química”**

1. **Sobre a formulação de perguntas e a possibilidade de as fazer ao professor e aos colegas** (indique se concorda ou discorda em todas as afirmações):

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③    Sinto-me à vontade para fazer perguntas ao professor.  
① ② ③    Tenho receio de mostrar a minha falta de conhecimentos ao professor.  
① ② ③    Tenho receio dos comentários dos colegas.  
① ② ③    Sei formular perguntas.  
① ② ③    Sinto grande dificuldade em escrever perguntas.  
① ② ③    Domino as matérias, por isso não preciso de fazer perguntas.  
① ② ③    Frequento as aulas sempre, por isso não preciso de fazer perguntas.  
① ② ③    Sinto-me mais à vontade em fazer perguntas aos colegas.  
① ② ③    Prefiro colocar perguntas por escrito.  
① ② ③    Prefiro colocar perguntas oralmente.  
① ② ③    Prefiro colocar perguntas pessoalmente ao professor.  
① ② ③    Sou tímido e não gosto de pôr perguntas.

Outras Razões: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. **É importante formular perguntas porque** [marque APENAS UMA afirmação, isto é, a que mais se aproxime da sua opinião ou, então, acrescente outra(s)]:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Desenvolve o raciocínio.                | <input type="checkbox"/> Ajuda a encontrar respostas.            |
| <input type="checkbox"/> Facilita a aprendizagem.                | <input type="checkbox"/> É apenas um bom exercício para a mente. |
| <input type="checkbox"/> Não acho importante formular perguntas. | <input type="checkbox"/> Outras razões _____                     |



3. **Leia com atenção (se necessário releia) o texto seguinte e formule pelo menos 2 perguntas** que este lhe sugira.

“Uma solução-tampão não experimenta uma variação de pH apreciável quando lhe for adicionada uma pequena quantidade de ácido ou base fortes. No geral, as soluções-tampão são formadas por um ácido fraco (HA) e pelo sal do respectivo anião ( $A^-$ ), ou por uma base fraca (B) e pelo sal do respectivo catião ( $BH^+$ ), ambos em quantidades elevadas e próximas. Um sistema “tamponado” é tão vital para a existência de um organismo vivo que a mais imediata ameaça à sobrevivência de uma pessoa com ferimentos ou queimaduras graves reside na possível mudança brusca do pH do sangue. Assim, uma das primeiras acções de socorro de um paramédico consiste na administração de fluidos intravenosos. ...” (Atkins, P and Jones, L. Chemistry 4<sup>th</sup>. Edition, p. 730) (caso precise de mais espaço, por favor utilize o verso desta folha)

4. **Sobre as razões que considera contribuir para que se sinta mais motivado a fazer perguntas** (indique se concorda ou discorda em todas as afirmações):

① **Discordo**      ② **Sem opinião**      ③ **Concordo**

- ① ② ③      Fui motivado pela frequência às aulas.
- ① ② ③      Fui motivado pelo estudo individual.
- ① ② ③      Pelo envolvimento em actividades de grupo com os meus colegas.
- ① ② ③      O projecto <Q/Q> ajudou-me a fazer perguntas sem me expor perante os colegas.
- ① ② ③      Senti menor pressão psicológica dos meus colegas e professores.
- ① ② ③      Fui motivado a fazer perguntas por causa da avaliação positiva.
- ① ② ③      Sinto-me mais à vontade agora para levantar perguntas do que no início do ano académico.
- Outras Razões: \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

5. **Sobre a relação das perguntas com as aulas Práticas (P), Teórico-Práticas (TP) e Teóricas (T):**

① **Discordo**      ② **Sem opinião**      ③ **Concordo**

- ① ② ③      Foi nas aulas **Teóricas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③      Foi nas aulas **Teórico-Práticas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③      Foi nas aulas **Práticas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③      O facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo para as aulas **Práticas** estimulou-me a formular perguntas.

- ① ② ③ O facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo para as aulas **Práticas** deixou-me confuso.
- ① ② ③ Sinto que me envolvi nas aulas **Práticas** de Química mais do que em qualquer outra disciplina.
- ① ② ③ Os professores das aulas **Práticas** estimularam-me a pôr perguntas.
- ① ② ③ Procurei um colega que já tinha feito o trabalho **Prático** da semana para obter informações sobre como realiza-lo.
- ① ② ③ O facto de encontrar alguns materiais disponíveis para a aula **Prática** ajudou-me a obter “pistas” sobre como realizar a experiência.

**6. Se participou no projecto “Questões em Química”, colocando uma ou mais perguntas, apresente pelo menos uma razão para a sua participação:**

---



---

**7. Se não participou, colocando perguntas nos formatos sugeridos no projecto “Questões em Química”, apresente pelo menos uma razão para a sua opção:**

---



---

**8. Sobre a relação das perguntas com as respostas** (indique se concorda ou discorda em todas as afirmações).

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③ Estou satisfeito com as respostas que recebi por escrito as minhas perguntas.
- ① ② ③ Nunca recebi resposta às minhas perguntas.
- ① ② ③ Senti que minhas perguntas eram respondidas no decorrer das aulas.

## **B. Conhecimentos e acessos Informáticos.**

**9. Sobre a relação das perguntas com o conhecimento informático.**

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

- ① ② ③ Sei utilizar o programa <Q/Q> para enviar perguntas.
- ① ② ③ Não li o manual que me foi entregue no início do semestre.
- ① ② ③ Compreendi claramente como utilizar o programa <Q/Q> lendo o manual.
- ① ② ③ Acho mais cómodo escrever as perguntas num papel do que envia-las pelo computador.
- ① ② ③ Prefiro enviar as minhas perguntas pelo computador porque são imediatamente recebidas.
- ① ② ③ Tentei enviar as minhas perguntas pelo computador, mas como ele estava sem acesso, escrevi-as num papel e coloquei-as na Caixa <Q/Q>.
- ① ② ③ Sei que posso enviar mensagens aos meus colegas pelo programa <Q/Q>.
- ① ② ③ Sei como encontrar as respostas às minhas perguntas através do programa <Q/Q>.
- ① ② ③ Li sempre as perguntas e respostas dos colegas no programa <Q/Q>.
- ① ② ③ Tenho um bom nível global de conhecimentos informáticos (na óptica do utilizador).

10. Tenho o meu próprio computador com ligação à Internet  Sim  Não

11. Tenho acesso fácil a um computador com ligação à Internet em:

Casa  Na Universidade  No emprego  Aveiro Digital  Outros \_\_\_\_\_

12. Tenho dificuldades em enviar mensagens através do meu e-mail?

Sim  Não  Não envio mensagens  Não tenho e-mail

13. Sinto que tenho uma “barreira” para o uso do computador, porque:

\_\_\_\_\_

### C. Perfil do aluno(a)

14. Idade: \_\_\_\_\_ anos

15. Ano de ingresso na Universidade \_\_\_\_\_

16. Curso que frequenta \_\_\_\_\_

17. É a primeira vez que frequenta a disciplina de Química II?  Sim  Não

18. Sobre a disciplina de Química:

① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**

① ② ③    Sinto grande interesse pela disciplina.

① ② ③    Penso que esta disciplina é importante para o meu futuro profissional.

① ② ③    Se essa disciplina fosse opcional, frequentá-la-ia mesmo assim.

① ② ③    Gosto de estudar Química.

① ② ③    Sinto muitas dificuldades.

19. Apresente as suas sugestões e críticas construtivas (caso precise de mais espaço, por favor utilize o verso desta folha):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ e-mail ou N° Mec. \_\_\_\_\_

Outros: \_\_\_\_\_

*“Em ciência, existem questões ingénuas, questões enfadonhas, questões apresentadas de modo inadequado. Mas cada questão é sempre um grito para entender o mundo. Não existem perguntas estúpidas!” Carl Sagan (1934-1997).*

**Obrigado pela sua colaboração!**

**Apêndice 5.7** Descrição das perguntas dos estudantes por dia do Segundo  
Estudo (2001/2002)

<b>Dias com Perguntas</b>	<b>N.º de Perguntas</b>	<b>Descrição</b>	<b>Obs.</b>
25-Fev	1	Indicadores ácido-base	
27-Fev	1	1 pergunta sobre a 1ª Prática Lab. (Efeito tampão)	Tema da 1º prática: escala de pH
28-Fev	6	4 perguntas sobre chuvas ácidas. (Aula <Q/Q>)	
01-Mar	28	2 perguntas sobre a 1ª Prática Lab. 28 perguntas para a Aula <Q/Q>	Primeira Aula <Q/Q> Todas colocadas na Caixa de Questões da sala de aulas teóricas Tema da Aula <Q/Q>: Chuva Ácidas.
04-Mar	2	1 pergunta sobre pH 1 pergunta Chuvas ácidas	
07-Mar	5	Pergunta sobre 2ª Prática Lab.	Tema da 2ª Prática Lab.: Titulação Termométrica.
09-Mar	2	2 perguntas sobre 2ª Prática Lab.	
10-Mar	1	Pergunta sobre 2ª Prática Lab.	
11-Mar	13	5 Perguntas sobre a 1ª Prática Lab. 8 Perguntas sobre a 2ª Prática Lab. (titulação termométrica).	Todas colocadas na Caixa de Questões Lab. 2
12-Mar	6	2 pergunta sobre 1ª Prática Lab. 2 pergunta sobre 2ª Prática Lab. 1 pergunta sobre 3ª Prática Lab. 1 pergunta sobre notação (HO-)	Tema da 3ª Prática Lab.: Fenolftaleína
13-Mar	3	1 pergunta sobre 1ª Prática Lab. 1 pergunta sobre 2ª Prática Lab. 1 pergunta sobre 3ª Prática Lab.	
14-Mar	9	6 perguntas sobre 3ª Prática Lab. 2 perguntas sobre 2ª Prática Lab.	
18-Mar	9	5 pergunta sobre 4ª Prática Lab. 4 perguntas sobre 3ª Prática Lab.	Tema da 2ª Prática Lab.: Ordenação de potenciais de redução
20-Mar	35	30 perguntas para a Aula <Q/Q> 4 pergunta sobre 4ª Prática Lab. 1 pergunta sobre 3ª Prática Lab.	Todas colocadas na Caixa de Questões da sala das aulas teóricas. Tema da Aula <Q/Q>: Células de Combustíveis
21-Mar	5	2 perguntas sobre Pilhas 1 pergunta sobre Ácido Base. (aula suplementar)	A Aula Conferencia: “Conversão electroquímica da

		2 perguntas sobre a Aula Conferência	energia” foi realizada no dia 21 Março 2002 (17h).
25-Mar	3	1 pergunta sobre 3ª Prática Lab. 2 pergunta sobre 4ª Prática Lab.	
30-Mar	2	1 pergunta sobre 5ª Prática Lab. 1 pergunta sobre a aula conferência	Aula conferencia: Conversão Electroquímica da Energia
03-Abr	1	1 pergunta sobre “ataque de um ácido a um metal”.	
06-Abr	2	2 perguntas sobre a aula teórica	
08-Abr	4	1 pergunta sobre 4ª Prática Lab. 3 perguntas sobre Pilhas	
09-Abr	1	1 pergunta sobre Pilhas	
10-Abr	1	1 pergunta sobre a aula teórico-prática	
11-Abr	8	4 perguntas sobre 6ª Prática Lab. 1 pergunta sobre Pilhas 3 perguntas sobre o pH	Tema da 6ª Prática Lab.: Ciclo do Cobre
15-Abr	4	3 perguntas sobre a camada de Ozono	
17-Abr	2	1 pergunta sobre 6ª Prática Lab. 2 perguntas curiosidade	
18-Abr	1	1 pergunta sobre a Ordem da reacção	
06-Mai	4	4 perguntas sobre a Aula conferência	A Aula Conferência: “Síntese dos elementos Químicos” foi realizada no dia 22 Abril 2002 (17h).
08-Mai	20	19 perguntas para a Aula <Q/Q> 1 pergunta sobre 8ª prática Lab.	Tema da aula <Q/Q>: Camada de Ozono. Tema da 8ª Prática Lab.: Estudo sobre a corrosão do Ferro.
13-Mai	8	3 pergunta sobre 8ª prática Lab. 1 pergunta sobre hidrocarbonetos. 2 pergunta sobre camada de ozono. 1 pergunta sobre pH (queimadura) 1 pergunta sobre Células de Combustíveis.	
16-Mai	24	17 Perguntas sobre reacções oscilantes. 2 perguntas sobre 8ª prática Lab 1 pergunta sobre velocidade de reacção. 1 pergunta sobre momento dipolar	Tema da Aula Conferência: Reacções Oscilantes. Foi esta a única aula conferência que foi distribuídas as folhas <Q/Q> para que

---

		2 perguntas sobre química do carbono.	os estudantes formulassem perguntas por escrito.
23-Mai	2	1 pergunta sobre química do carbono.	Tema da prática Lab. 10: “separação de substâncias”
24-Mai	6	1 pergunta sobre a prática Lab. 10 6 perguntas sobre Polímeros Condutores.	Tema da Aula <Q/Q>: Polímeros Condutores
25-Mai	6	6 perguntas sobre Polímeros Condutores	
27-Mai	2	1 pergunta sobre as práticas Lab. 8 1 pergunta sobre as práticas Lab. 9	“Corrosão do ferro” e “separação de substâncias.”

---

N.º de Inquérito	Questões
1	Que fluidos intravenosos são administrados para impedir a mudança de pH no sangue?
1	Qual o sistema "tamponado" no organismo humano?
2	De que forma os fluidos tamponados intravenosos actuam no organismo?
3	O que é um sistema tamponado?
3	Porquê a mudança brusca de pH do sangue pode ameaçar a sobrevivência de uma pessoa com ferimentos ou queimaduras graves?
4	Porque não se neutraliza com uma solução de pH pertencente ao outro extremo, em vez da administração de fluidos intravenosos, no caso de uma mudança brusca do pH do sangue? Seria viável?
5	O que é um sistema "tamponado"?
5	Porque é que se dá uma mudança brusca do pH do sangue?
6	Não sinto necessidade de formular questões
7	Como é que os fluidos intravenosos vão reagir com o sangue?
7	Como é que uma queimadura altera o pH do sangue?
8	Exemplos de soluções tampão utilizadas no nosso quotidiano?
8	Todos os ácidos fracos originam solução-tampão, quando em contacto com o respectivo anião?
9	Esses fluidos são constituídos apenas por soluções-tampão?
9	O que é que provoca as variações bruscas de pH?
10	Essa mudança de pH é devido a quê?
10	Que fluidos são utilizados para contrariar essa mudança brusca?
11	Como se verifica a mudança brusca de pH do sangue?
11	Porque é que através de uma queimadura ou ferimento o pH do sangue muda bruscamente?
12	Porque é que a solução tampão não experimenta uma variação de pH considerável quando lhe é adicionada uma pequena quantidade de um ácido ou base fortes?
12	Porque é que o pH do sangue tem de se manter aproximadamente constante?
13	Que quantidade mais ou menos se deve administrar de fluidos intravenosos?
13	Não me surgiu mais nenhuma pergunta, a matéria é relativamente fácil, e não me vou por a inventar perguntas só porque tem de ser.
15	Uma solução tampão apesar de não experimentar uma variação brusca, sofre uma pequena variação. A que se deve isso?
15	Qual o porquê de ocorrer uma variação brusca do pH no sangue devido a ferimentos e queimaduras?
16	Porque é que uma solução-tampão não experimenta uma variação de pH apreciável quando lhe foi adicionada uma pequena quantidade de ácido-base?
16	Porque é que um sistema "tamponado" é vital para a existência de um organismo vivo?
17	Qual o significado de solução tampão?
17	Quais as vantagens do estudos das respectivas soluções tampão?
18	Sendo uma das primeiras acções de socorro de um paramédico a administração de fluidos intravenosos: como é que este sabe se é necessário administrar uma substância ácida ou básica?
18	Sendo uma das primeiras acções de socorro de um paramédico a administração de fluidos intravenosos: que género de fluidos são habitualmente administrados? Já que com o tempo que se leva mal é usado o raciocínio, estando já praticamente mecanizadas as acções visuais.
19	Porquê a administração de fluidos intravenosos, são considerados como soluções-tampão, ou são simplesmente os sais necessários para a formação das soluções-tampão?
21	Qual a natureza do pH e porque a utilização de fluidos intravenosos?
21	Qual a natureza desta possível variação brusca de pH?

23	As soluções tampão podem sofrer uma variação de pH apreciável devido a algum outro processo?
24	Se as soluções tampão são compostas por ácido fraco ou por bases fraca; qual o seu comportamento se forem constituídas por ácido forte ou base forte?
24	Qual a forma de quantificar a quantidade de fluidos intravenosos a adicionar a um "acidificado" para estabilizar o pH sanguíneo?
25	Porquê que o ácido fraco (pH) e (A-)(anião) ou a base fraca (B?) e o catião (BH+) devem estar em quantidades elevadas?
25	Porquê ao adicionar uma grande quantidade de ácido ou base fortes a solução tampão não se pode utilizar?
28	O que é uma solução tampão?
28	Como é formada uma solução tampão?
39	Para que consiste a administração de fluidos intravenosos?
39	De que modo estes (fluidos intravenosos) poderão restabelecer o pH do sangue?
41	A que se deve o facto de, numa solução tampão, a variação do pH ser muito reduzida?
41	No texto está escrito que, em geral as soluções tampão são formadas por um ácido fraco e sal do respectivo anião ou por uma base fraca e sal do respectivo catião. Que outro tipo de soluções podem ser consideradas como soluções tampão?
41	Quais os efeitos de uma brusca mudança de pH no sangue?
42	O que é uma solução-tampão?
42	Porque é que a base fraca (B) e o respectivo catião (BH+), por exemplo, têm que ser adicionados em quantidades elevadas?
45	Porque é que um sistema "tamponado" é vital para a existência de um organismo vivo?
45	Porque é que a uma pessoa com ferimentos ou queimaduras graves necessita de uma mudança brusca de pH para sobreviver?
46	Porque é que a solução-tampão não tem grande variação de pH quando adicionada ácido ou base, porque?
46	Qual a razão pela qual um sistema "tamponado" é tão vital para a existência humana?
47	Porque é que a solução tampão não experimenta uma variação de pH apreciável quando lhe foi adicionada uma pequena quantidade de ácido ou base fortes?
47	Porque é que o pH do organismo vivo tem de variar bruscamente quando ocorrem "ameaças" ao organismo?
49	Qual a razão para a ameaça à sobrevivência se "mostrar" como uma mudança brusca do pH do sangue?
49	A quantidade de fluidos intravenosos dá-se para aumentar a quantidade de tampão? Se sim, tal não se pode tornar prejudicial?
50	Uma solução-tampão é necessária para a sobrevivência de um organismo vivo?
50	Então as soluções-tampão também não podem conter um ácido forte, base fraca?
51	Em que consiste um sistema "tamponado"?
51	O que entendes por "pH"?
52	De que forma um sistema "tamponado" pode ser letal para um organismo vivo?
52	Como é que se pode provocar uma grande variação de pH numa solução-tampão?
53	Qual a constituição e o papel dos "fluidos intravenosos" referidos no texto?
53	Tal como o sangue é uma solução tampão, será que o mesmo se passa com a seiva das plantas?
54	O que fazem os fluidos intravenosos que são administrados numa pessoa com ferimentos ou queimaduras graves? Qual o processo ao certo?
55	Que tipo de fluidos é que são administrados no sangue?
55	Qual a reacção entre esses fluidos e o sangue?
56	De que modo ferimentos ou queimaduras graves modificam o pH do sangue?
56	Qual é o pH do sangue?



57	Porque é tão importante e vital que se mantenha um sistema "tamponado" nos organismos vivos?
57	Porque se resolve o problema se se injectar fluidos intravenosos?
61	O que é que acontece detalhadamente no sangue para que ocorra uma variação de pH quando aumentada a temperatura?
61	Em que campo é que vão actuar os fluidos intravenosos?
62	De que maneira as alterações de pH do sangue influencia a pessoa com ferimentos ou queimaduras graves?
62	Quais as soluções-tampão mais importantes no nosso dia-a-dia?
65	Como se realiza uma solução tampão?
65	Qual o pH do sangue?
66	A solução-tampão evita as variações bruscas de pH, o que nos ajuda em diversas situações, mas poderá existir uma ou algumas situações em que a presença de uma solução-tampão seja inconveniente?
66	Eu percebi o texto por isso não encontro outra dúvida!!!
67	Como se pode variar o pH sanguíneo uma vez que é considerado uma solução tampão?
67	Quais as substâncias que no sangue funcionam como ácidos e/ou como bases?
68	Como fazer variar substancialmente o pH de uma solução tampão?
68	Quais os fluidos intravenosos administrados de modo a estancar a variação do pH do sangue?
72	Se adicionar a uma solução-tampão uma "grande" quantidade de ácido ou base fortes, como varia o pH?
72	Deixa de ser solução-tampão se esta for formada por um ácido forte e pelo sal respectivo, ou base fraca e pelo sal de respectivo catião?

N.º de Inquérito	Questões
1	Um sistema tamponado é um sistema que funciona como uma solução-tampão?
1	A administração de fluidos intravenosos servem para controlar o pH do sangue? Como é que actua, ou seja, como se sabe se o pH subiu ou desceu?
2	O que é um fluido intravenoso?
2	Porque varia o pH do sangue quando uma pessoa tem ferimentos ou queimaduras graves?
3	Os fluidos administrados pelo paramédico são soluções tampão, para que o pH do sangue não varie tão bruscamente?
3	Porque é que o pH do sangue se altera quando as pessoas sofrem ferimentos graves?
4	Porquê a administração de fluidos intravenosos?
4	Que tipo de fluidos (intravenosos), especificamente, se utilizam?
4	Qual a razão para o pH variar?
5	Como é que através de um ferimento pode ocorrer possível mudança brusca de pH, se as substâncias de uma solução-tampão no sangue estão homogeneamente distribuídas?
5	Que substâncias estão presentes nos fluidos intravenosos para continuar a ter no sangue uma solução-tampão?
6	O que é um sistema tamponado?
6	Como "funciona" uma solução-tampão?
7	O que é uma solução-tampão?
7	O que é um fluido intravenoso?
7	Porque é que...
8	Não fez
9	Não fez
10	Se a variação de pH não é apreciável, então qual seria mais ou menos a proporção que deveria ser utilizada para a variação de pH ser notável?
10	O que aconteceria se o pH do sangue não mudasse bruscamente? Porquê e como se dá essa mudança brusca? O organismo "cria" alguma substância muito ácida ou muito básica para isso se verificar? Que substâncias são?
11	Se a solução tampão consiste ou são formadas por um ácido fraco ou base fraca, como é que a solução tampão consegue contrariar a variação de pH quando lhe é adicionado um ácido forte ou uma base forte, conseguindo manter o pH inicial?
12	Quais são os fluidos intravenosos a ser utilizados?
12	Qual o efeito da mudança de pH no sangue?
13	Não fez
14	Não fez
15	Que tipo de substâncias se devem administrar numa pessoa com ferimentos graves ou queimaduras?
16	Não fez
17	O que faz mudar o pH do sangue de uma pessoa com ferimentos ou queimaduras graves?
17	Em que é que os fluidos intravenosos vão ajudar nessas pessoas?

18	Não fez
19	O que são fluidos intravenosos?
19	Como é que o pH do sangue se altera?
20	Porque um sistema tamponado é tão vital para a existência de um organismo vivo?
20	O que são fluidos intravenosos?
21	Não fez
22	Não fez
23	Não fez
24	Não fez
25	Não fez
26	Porque é que um sistema "tamponado" é vital para a existência?
27	Não fez
28	O que um sistema "tamponado"?
28	Porque é que se usa fluidos intravenoso?
29	Não fez
30	Como é que o pH do sangue varia com fermentos ou queimaduras?
30	O que são fluidos intravenosos?
31	Não fez
32	Quais as razões para um sistema "tamponado" ser tão vital para a existência de um organismo vivo?
33	Não fez
34	O que são fluidos intravenosos?
34	Em vez de adicionar uma pequena quantidade do ácido for uma grande quantidade, também se forma uma solução-tampão?
35	Se não forem adicionados as mesmas quantidades e elevadas de catião e da base para formar uma solução-tampão, o resultado não é o esperado ou sofre distorções?
35	Então, os fluidos intravenosos administrados têm que conter uma base e o respectivo catião, por exemplo? E é dessa forma que a mudança brusca de pH no sangue é controlado?
36	Qual o papel dos fluidos intravenosos administrados?
36	Porque é que o pH do sangue corre o risco dessa mudança brusca de pH?
37	O que acontece a uma solução-tampão há qual lhe seja adicionada uma grande quantidade de ácido ou base, irá ela variar muito conforme a espécie de ácido ou base que lhe seja adicionada?
38	Como ocorre a mudança do pH quando a pessoa sofre um destes acidentes?
38	Os fluidos intravenoso são de que natureza, o que são concretamente?
39	Não fez
40	Porque é que nas primeiras acções de socorro de um paramédico é necessário a administração de fluidos intravenosos?
40	Qual a função dos fluidos intravenosos?
41	As soluções-tampão formam sempre em quantidade próximas do ácido ou base e o seu respectivo anião/catião?

41	Porque se controla os fluidos intravenosos, estes podem alterar o pH?
42	O que é uma solução-tampão?
42	O que é um fluido intravenoso?
43	O que é que fazem os fluidos intravenosos?
43	Porque é que uma solução-tampão não experimenta uma variação de pH apreciável?
44	Em que outras situações do "dia a dia" é que as soluções-tampão também são utilizadas?
45	Não fez
46	Qual a finalidade da solução-tampão?
46	Como é constituída uma solução-tampão?
47	Porquê a administração de fluidos intravenosos?
47	Que tipos de problemas causa a alteração do pH no sangue?
48	Não fez
49	Não fez
50	Não fez
51	Porque é que a solução-tampão não experienta uma variação de pH considerável ao ser-lhe adicionado uma pequena quantidade de ácido ou bases fortes? Como é que isso se explica em termos de trocas de electrões (nível subatómico)? É possível encontrar ácido ou uma base que desorganize a estrutura da solução-tampão?
51	Como é que as queimaduras graves e ligeiras provocam a alteração do pH do sangue?
51	Que tipo de fluidos intravenosos é que são administrados?
51	O que é que no organismo se conjuga para produzir a solução-tampão? Quais os seus constituintes?
52	Não fez
53	Não fez
54	Qual a razão de haver uma mudança brusca do pH do sangue numa pessoa com ferimentos ou queimaduras graves?
54	Porque é que uma solução-tampão não experimenta uma variação de pH apreciável quando lhe é adicionada uma pequena quantidade de ácido ou base fortes?
55	Não fez
56	Como é que a possível mudança de pH pode matar uma pessoa?
56	Que tipo de fluidos intravenosos são administrados?
57	O que é uma sistema "tamponado"?
57	Porque é que um sistema "tamponado" é assim tão importante para a existência de um organismo vivo?
58	Qual o efeito, no organismo humano, dos ferimentos ou queimaduras graves, que tornam possível a tal mudança brusca do pH do sangue?
58	O que contêm os fluidos intravenosos administrados aos sinistrados?
59	Porque que são precisos elevadas quantidades de ambos os componentes (ácido e base) de uma solução-tampão?
59	Não é possível obter uma solução-tampão pela reacção de um ácido forte e o do respectivo anião? E com as bases passa-se a mesma coisa? Porquê?

60	No que é que consiste, qual a composição, de fluidos, intravenosos?
60	Em que aspectos, podem queimaduras graves e ferimentos, alterar o pH do sangue?
61	Quais as substâncias pelas quais são constituídos os fluidos intravenosos?
61	De que modo uma queimadura altera o pH do sangue?
62	Que tipo de fluidos intravenosos podem ser administrados para evitar uma possível mudança brusca no pH do sangue? Não possuem um efeito nefasto no organismo?
63	Qual o objectivo dos fluidos intravenosos?
64	O sangue não possui já uma substância tamponada para evitar estes casos?
64	Que outros possíveis utilizações tem uma solução tampão?
65	Quais as reacções que ocorrem no organismo quando é adicionado o fluido intravenoso, onde é que um sistema tamponado actua no organismo?
65	Porque é que ao adicionar uma pequena quantidade de ácido ou base forte à solução-tampão são experimentada uma variação de pH
66	O sistema "tamponado" dos organismos vivos altera-se exactamente como, com as queimaduras e com os ferimentos?
66	Porque é que uma solução-tampão não sofre uma grande variação de pH quando lhe são adicionadas pequenas quantidades de ácido ou base fortes?
67	Já estava familiarizado com o conceito de solução-tampão contudo ainda não percebi qual é o "mecanismo"/"processo" que ocorre para que o pH não varie.
67	Os fluidos intravenosos administrados numa acção de socorro são certamente fluidos de origem química, que ajudam a manter constante o pH. Que substâncias têm esse efeito? Quais os constituintes desses fluidos?
68	Os fluidos intravenosos são uma solução-tampão? De que natureza, ácida ou básica?
68	Quais são os componentes, no organismo de um ser vivo que fazem efeito tampão?
69	Qual o tipo de variação de pH de uma solução-tampão, que sofra a adição em quantidades elevadas de uma ácido ou base fortes?
69	O que se vai passar em termos moleculares (variação de pH de uma solução-tampão)?
70	Como medir o pH do sangue e porque é que uma pessoa com ferimentos, ou queimaduras graves corre perigo de vida com alteração do pH?
71	O que é tamponado?
71	Porque muda o pH do sangue com queimaduras ou ferimentos?
72	Em que medida, uma grande variação de pH, pode influenciar a nossa sobrevivência?
72	Quais são as soluções tampão no nosso organismo?
73	Em que situações é que soluções-tampão actuam de forma vital no organismo?
73	Qual a necessidade da administração de fluidos intravenosos?
74	Definição de solução-tampão?
74	Como chegar a uma solução-tampão?

75	Porque é que ao adicionarmos ácido a uma solução-tampão não se verifica variação do pH?
75	Só se pode considerar solução-tampão se as quantidades de ácido e de base forem elevadas?
76	Qual a influência de fluidos intravenosos?
76	Em que consiste a mudança brusca do pH do sangue? Que efeitos provoca?
77	De que maneira é que o pH dum organismo varia quando sofre uma queimadura ou um ferimento grave?
77	O que é aqui considerado um sistema "tamponada"?
78	Qual é a variação de pH se for adicionada a uma solução-tampão, uma grande quantidade de ácido ou bases fortes?
78	Qual é a mudança que o pH do sangue sofre se o organismo sofre um ferimento ou queimaduras graves?
79	Porque é que a variação do pH não é apreciável numa solução-tampão, quando lhe é adicionada uma pequena quantidade de ácido ou bases fortes?
79	O sangue é uma solução-tampão?
80	Como é possível haver uma mudança brusca do pH no sangue?
80	Qual é a função dos fluidos intravenosos?
81	Como é que o pH do sangue muda com os ferimentos ou queimaduras graves?
81	De que é que são constituídos os fluidos intravenosos?
82	A administração desses fluidos poderá alguns efeitos secundários a pessoas com doenças?
82	Como é que uma queimadura pode alterar o pH do sangue?
83	O que é que pode acontecer ao sangue, na presença dessa mudança brusca do pH?
83	Qual a função dos fluidos intravenosos?
84	Porque é que solução-tampão não experimenta uma variação de pH quando lhe adicionamos uma pequena quantidade de ácido ou base?
84	Porque se dá a mudança brusca do pH do sangue?
85	Como ocorre uma mudança do pH com ferimentos?
85	Em que medida ao administrar, pelo que percebiam na solução-tampão num paciente, evita a mudança brusca do pH?
85	E na administração não poderá afectar outros sistemas do organismo do paciente, por exemplo o funcionamento das enzimas na digestão.
86	Como é que o pH do sangue muda com os ferimentos ou queimaduras graves?
86	De que é que são constituídos os fluidos intravenosos?
87	Não fez
88	Não fez
89	Não fez
90	Como saberá qual é o máximo de quantidade de ácido/base a adicionar a uma solução tampão, para qual variação de pH deixa de ser apreciável?
90	O que se entende por fluidos intravenosos, se o próprio sangue já é um solução tampão com "quantidades elevadas e próximas"? De que maneira os fluidos intravenosos actuam?
91	Não fez

92	Não fez
93	O que é um sistema "tamponado"?
93	Porque é que uma das primeiras acções de socorro de um paramédico consiste na administração de fluidos intravenosos?
94	Não fez
95	Não fez

Que é o "teste 16+?"

Qualquer aluno que tenha obtido uma classificação igual ou superior a 15,5 na componente teórica deverá realizar uma prova adicional, designada por "teste 16+". Esta prova visa atribuir classificações da componente teórica iguais ou superiores a 16,0.

A quem me devo dirigir se tiver perguntas/dúvidas a esclarecer?

Ao professor da minha disciplina de Química.

Sobre que matéria incide o "teste 16+?"

Sobre a matéria leccionada nas aulas-conferência.

Que aulas conferência serão leccionadas neste semestre?

1. Como desvendiar a estrutura dos cristais?  
O Difractograma de Raios-X do DNA
2. Como sondar a estrutura das moléculas?  
Métodos Modernos de Análise Química
3. Novos Materiais para Armazenamento de Informação

Onde poderei informar-me sobre os elementos de estudo necessários e sobre avisos importantes?

Nos expositores do hall de entrada no Complexo Pedagógico destinados às disciplinas de Química.

O que são as Aulas\_Q/OQ?

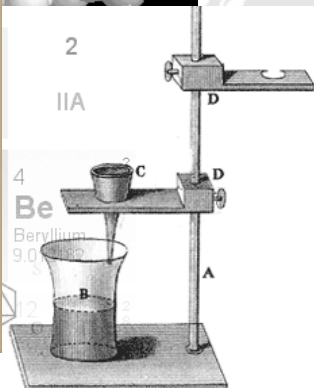
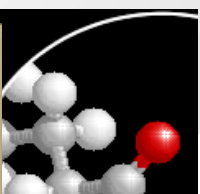
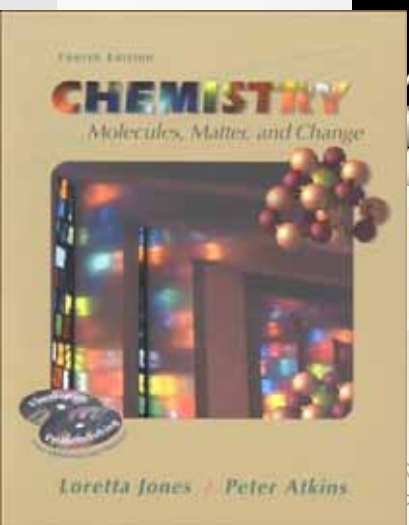
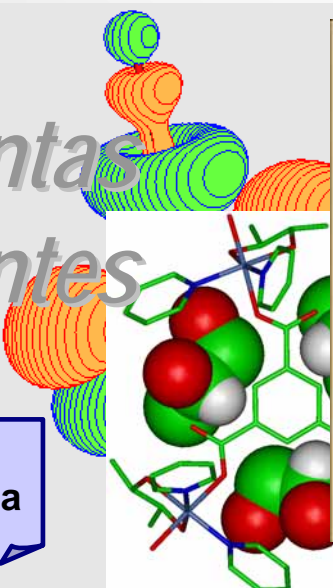
São aulas teóricas leccionadas pelo professor sobre temas específicos do manual universitário recomendado (Chemistry: Molecules, Matter and Change, Jones & Atkins), com base em perguntas previamente apresentadas pelos alunos sobre esses mesmos temas.



Universidade de Aveiro

# Perguntas Frequentes

Química I  
Química Básica  
2002/2003





### *Que tipos de aulas de Química existem?*

Teóricas (2 aulas/semana de 1h cada), teórico-práticas (1 aula/semana de 1h) e práticas (1 aula/semana de 2h).

### *Quantas turmas existem na minha disciplina de Química?*

Em Química I, há 2 turmas teóricas, T1 e T2. Cada uma destas desdobra-se em várias turmas teórico-práticas. Por exemplo, T1C é a teórico-prática C da turma teórica T1.

Em Química Básica, há 2 turmas teóricas, T7 e T8. Cada uma destas desdobra-se em várias turmas teórico-práticas. Por exemplo, T8B é a teórico-prática B da turma teórica T8.

### *Poderei combinar aulas teóricas de uma regência com teórico-práticas de outra regência?*

Não. Cada aluno deverá frequentar as aulas teóricas correspondentes à turma teórico-prática que lhe foi atribuída pelos Serviços Académicos da Universidade de Aveiro.

### *Como poderei conhecer as minhas turmas?*

Consultando as pautas das turmas teórico-práticas nos expositores no hall de entrada do Complexo Pedagógico. Todos os alunos de primeira inscrição encontrarão aí os seus nomes em determinadas turmas teórico-práticas.

### *Onde poderei consultar os horários das minhas aulas de Química?*

Nos expositores no hall de entrada do Complexo Pedagógico.

### *Quem são os professores de Química?*

Em Química I, as turmas teóricas T1 e T2 são da responsabilidade do Prof. José Teixeira Dias e da Prof.<sup>a</sup> Graça Marques, respectivamente.

Em Química Básica, as turmas teóricas T7 e T8 são da responsabilidade do Prof. José Teixeira Dias e da Prof.<sup>a</sup> Isabel Gonçalves,

### *Em que aulas de Química há registo de faltas?*

Nas teórico-práticas e nas práticas.

### *Qual o limite admissível de faltas?*

1/3 do número total de aulas teórico-práticas ou práticas. Estando previstas 12 semanas de aulas no primeiro semestre do ano lectivo 2002/2003, um aluno reprovará por faltas se tiver mais do que 4 faltas.

### *São aceites atestados (médicos, hospitalares, ou outros) para relevar as faltas?*

Não.

### *A praxe pode justificar faltas a aulas ou dispensar a minha presença nas aulas?*

Não.

### *Quais as implicações da "reprovação por faltas"?*

O aluno reprovado por faltas nas práticas ou nas teórico-práticas terá que se inscrever novamente na disciplina noutro ano lectivo.

### *Que componentes da avaliação existem?*

A avaliação tem duas componentes, teórica e prática, com pesos 65% e 35%, respectivamente.

### *Como se realiza a avaliação prática?*

Esta avaliação é contínua e realiza-se em cada aula prática, não existindo provas ou exames práticos específicos. Ao realizar um trabalho prático, cada aluno está também a fornecer elementos para a sua avaliação através do seu desempenho prático e do que escrever no respectivo Caderno de Laboratório.

### *Que decisão deverei tomar quanto à componente teórica da minha avaliação em Química?*

Terei que optar entre a avaliação periódica (2 testes realizados durante o semestre lectivo) e a avaliação final (teste de Química no período de exames, no final do semestre). A avaliação periódica permite a compartimentação da matéria e proporciona ao aluno melhor gestão do período de exames finais, libertando-o do exame final desta disciplina. Por isso, é vivamente recomendada.

## O que são as Aulas\_Q/Q?

São aulas teóricas leccionadas pelo professor sobre temas específicos do manual universitário recomendado (Chemistry: Molecules, Matter and Change, Jones & Atkins), com base em perguntas previamente apresentadas pelos alunos sobre

**A quem me devo dirigir se tiver perguntas/dúvidas a esclarecer sobre o Projecto <Q/Q>?**

Aos alunos de doutoramento

Francisclê Neri ([fns@dte.ua.pt](mailto:fns@dte.ua.pt)) e

Patrícia Almeida ([palmeida@dte.ua.pt](mailto:palmeida@dte.ua.pt)).



Universidade de Aveiro



Questões  
em Química

<Q/Q>

<http://webct.ua.pt/public/qq>

<http://webct.ua.pt/public/qq2>

<http://webct.ua.pt/public/qq3>

Química I  
Química Básica  
2002/2003

## O que é o projecto <Q/Q> ?

O projecto <Q/Q> (Questões em Química) foi concebido para desenvolver o interesse e a curiosidade do estudante pela Química e melhorar significativamente o rendimento de estudo do aluno.

## Como Enviar Perguntas?

Através da Caixa de Questões e do computador. A Caixa de Questões encontra-se à disposição do aluno em todas as aulas de Química. Os computadores encontram-se em diferentes locais do Complexo Pedagógico (CP): nos laboratórios de Química no 2º andar e nos corredores do CP (um junto à Secretaria e outro no 1º andar do edifício).

## Como ter acesso ao programa <Q/Q>?

Cada aluno terá um User Name/Nome do Utilizador e uma Password/Senha.

## Página de acesso ao programa <Q/Q>



## Janela para inserir o 'User Name' e a Password



## Como aceder ao programa <Q/Q> pela Internet, a partir de casa?

1. Use o programa de acesso à Internet que preferir.
2. Escreva o endereço: <http://webct.ua.pt/public/qq> (Prof. Teixeira Dias) ou <http://webct.ua.pt/public/qq2> (Prof.ª Graça Marques) ou <http://webct.ua.pt/public/qq3> (Prof.ª Isabel Gonçalves).
3. Introduza o seu User Name/Nome do Utilizador e a sua Password/Senha.
4. Navegue até Questões ao Professor, Questões aos

## Como fazer perguntas ao professor?

Clique no ícone indicado para entrar na área que lhe permite fazer perguntas directamente ao professor.



## Como fazer perguntas aos colegas?

Para fazer perguntas aos seus colegas registados no projecto <Q/Q>, basta clicar no ícone do Jogo-do-Galo.



## Quantas perguntas posso fazer?

Quantas quiser. Contudo, será prudente ler a secção Questões e Respostas já feitas, para não repetir questões já respondidas.

## Como posso ver as questões já apresentadas?

O programa <Q/Q> permite ler outras questões apresentadas quer pelos seus colegas, quer pelo professor. Sugere-se, por esse motivo, que visite esta secção antes de colocar as suas próprias questões.



## Como poderei valorizar a minha participação no projecto <Q/Q>?

Acedendo ao programa <Q/Q> para ver as respostas do professor às perguntas que apresentei e formulando novas perguntas a partir dessas respostas.

## Como será valorizada a minha participação no projecto <Q/Q>?

As perguntas de cada aluno são analisadas pelo professor e classificadas consoante o respectivo nível. A classificação das perguntas por níveis será explicada nas aulas pelo professor. No seu próprio interesse, esteja atento a essas explicações.

PERGUNTAS DO 3º ESTUDO (2002/2003)											
Data	Instrumento	Tipo de aula	Qualidade	Perguntas	Informação	Consolidação	Exploração	Elaboração	Síntese	Avaliação	Nºpergunta
8-Out-02	Caixa	Tpratica	Confirmação	Numa experimentação, em que obtenhamos um gráfico (tipo "massa em função do volume"): "Em que situação experimentais se ignora o erro nas abcissas?"	1	2	0	0	0	0	1
8-Out-02	Caixa	Tpratica	Confirmação	Numa experimentação, em que obtenhamos um gráfico (tipo "massa em função do volume"): "Como determinar, graficamente, a amplitude máxima do erro na abcissa?"	1	2	0	0	0	0	2
14-Out-02	Computador	Teorica	Confirmação	Será que duas substâncias elementares distintas poderão ter a mesma densidade? Ou seja, é teoricamente possível isto acontecer?	1	1	2	0	0	0	3
14-Out-02	Computador	Teorica	Transformação	Se o CO <sub>2</sub> é usado para separar a cafeína do café por ter um ponto crítico baixo (pressão crítica e temperatura crítica baixas) porque é que não é usado o He que tem uma temperatura crítica negativa e uma pressão crítica muito baixa (2.3 atm)?	2	2	2	2	0	0	4
16-Out-02	Caixa	Pratica	Confirmação	Relativamente ao trabalho de detecção de iões, a técnica utilizada é suficientemente eficaz para permitir a identificação do ião responsável pela condução da corrente eléctrica?	2	2	0	0	0	0	5
23-Out-02	Caixa	Pratica	Confirmação	A viscosidade no caso dos líquidos pode ser equiparada à rugosidade no caso dos sólidos? Porquê?	2	2	0	0	0	0	6
23-Out-02	Caixa	Pratica	Confirmação	No caso de existir de um dos lados da Caixa de Petri um composto carregado positivamente e do lado oposto um composto carregado negativamente qual dos 2 fenómenos difusão ou atracção electrostática terá mais influência sobre a migração?	2	2	1	0	0	0	7

23-Out-02			Transformação	Ao efectuarmos a experiência da detecção de iões em meios líquidos, deparámo-nos com a seguinte situação: ao fechar o circuito com água da torneira, a lâmpada acendeu (havia iões livres), ao fechar o circuito com água destilada a lâmpada não acendeu (naturalmente, visto que a água é desionizada). Conclui então que na água destilada não há iões livres. No entanto, sabe-se que a constante de ionização da água à temperatura ambiente (20°C, sensivelmente) é diferente de zero, próxima de $10^{-14}$ . Assim, naquela água, apesar de desionizada, haveria iões OH <sup>-</sup> e H <sup>3</sup> O <sup>+</sup> (peço desculpa pela notação, mas aqui não consigo escrever de outra forma). Dado que a concentração destes iões é muito baixa, é natural que a intensidade da corrente que supostamente passaria não fosse suficiente para acender o LED, mas será que, se em vez do LED tivéssemos um aparelho muito sensível que detectasse a passagem de corrente, obteríamos um valor de intensidade de corrente superior a zero? Neste caso, as nossas conclusões experimentais não seriam as mesmas.									
	Computador	Pratica			2	2	0	2	1	0	8		
23-Out-02	Computador	Teorica	Confirmação	A que se deve a condução ou não da corrente eléctrica em substâncias sólidas ou líquidas?	1	1	0	0	0	0	9		
23-Out-02	Computador	Pratica	Confirmação	Quais os principais factores de que depende a viscosidade de uma substância?	1	1	0	0	0	0	10		
23-Out-02	Computador	Teorica	Confirmação	Actualmente, qual é a dificuldade em separar um cristal de "gelo inflamável" do resto da lama que o rodeia?	2	2	1	0	0	0	11		
24-Out-02	Computador	Pratica	Confirmação	TRAB.PRÁTICO Nº4 (PARTE A): Como explicar a maior viscosidade de uma solução de detergente comparativamente à água (os constituintes\propriedades)?	2	1	0	0	0	0	12		
24-Out-02	Computador	Pratica	Confirmação	TRAB.PRÁTICO Nº4 (PARTE B): Qual a justificação mais correcta para o facto de a gota de corante se difundir muito mais rapidamente em água quente do que em água fria?	2	2	0	0	0	0	13		
24-Out-02	Computador	Pratica	Transformação	TRAB.PRÁTICO Nº4 (PARTE A): Como explicar o resultado obtido na medição do tempo que a bolha de ar demora a percorrer o tubo de ensaio com água (pouco maior do que para o etanol)? Embora saiba que o etanol é um líquido mais viscoso do que a água, não sei explicar tal facto muito bem. Isto porque penso que a água ao estabelecer 4 ligações de hidrogénio com outras moléculas deveria ser mais viscosa do que o etanol que só estabelece 1.	2	2	2	2	1	0	14		

25-Out-02	Caixa	Pratica	Transformação	Porque é que a viscosidade da água não aumenta com a temperatura? A viscosidade não é como uma "força de atrito"? Se assim o é, o tempo que a bolha de ar demora a subir ao longo do tubo na água quente, deveria ser bastante superior à da água à temperatura ambiente, o que só se verificou na diferença de 1 segundo. A viscosidade está directamente relacionada com a densidade (pelo que fui verificando), porque é que isto acontece?? Ambas as características poderiam não estar directamente relacionadas.	2	2	2	2	1	0	15
25-Out-02	Caixa	Pratica	Transformação	Se a viscosidade tem a ver com os choques entre as partículas, e a viscosidade aumenta com a temperatura (isto foi o que li, numas fotocópias que uma amiga me arranjou), como é possível isto acontecer, se a agitação das partículas tem a ver com o estado da matéria (por exemplo: nos sólidos a agitação é quase nula; nos gases é máxima e desordenada), e uma partícula viscosa (lembro-me da lava viscosa) está mais próxima do sólido? Não deveria ser ao contrário? A viscosidade não deveria diminuir com o aumento da temperatura? Agradeço desde já o tempo perdido a ver a minha dúvida.	2	2	2	2	1	0	16
26-Out-02	Computador	Teorica	Confirmação	A minha pergunta refere-se a uma questão referida na última aula teórica. Nós sabemos que a água congela de cima para baixo. Sabemos também que a água arrefecida (que é mais quente do que o gelo e que está a baixo deste) "sobe" e fica em contacto com o gelo, também ela arrefecendo. Então, porque é que os lago não congelam totalmente se, abaixo do gelo formado, há água arrefecida que supostamente deveria "subir" e congelar? (e assim sucessivamente)?	2	2	2	0	0	0	17
27-Out-02	Computador	Teorica	Transformação	Professor, eu gostava de saber, se com o aumento da pressão a água no estado sólido passa para o estado líquido, não devia fazer sentido e acontecer que nos polos onde se podem encontrar camadas de gelo com mais de cem metros de altura o gelo nas partes mais profundas dessas camadas passa-se para o estado líquido devido as pressões elevadas que aí se encontram?	2	2	2	1	0	0	18
28-Out-02	Caixa	Pratica	Confirmação	Na experiência nº5, é utilizado o cloreto de sódio, em diferentes massas, mas o calor de dissolução manteve-se igual. Porque razão? Será por ter utilizado massas pequenas (m=0,5 g e m= 1,0 g).	2	2	2	0	0	0	19

28-Out-02	Caixa	Pratica	Transformação	Poderá haver noutras reacções, sem ser líquido + sólido, libertação ou absorção de calor? (por exemplo em diluição). E como se verifica?	2	1	2	1	0	0	20
28-Out-02	Caixa	Pratica	Confirmação	Qual a razão da variação de temperatura, numa reacção exotérmica, ser mais acentuada do que numa reacção endotérmica?	1	2	1	0	0	0	21
28-Out-02	Caixa	Pratica	Confirmação	Qual a principal razão da variação de temperatura ser a mesma na dissolução do cloreto de cálcio em água, quando se aumenta a massa para o dobro?	1	2	1	0	0	0	22
28-Out-02	Caixa	Pratica	Confirmação	No trabalho prático "Reacção endotérmica ou exotérmica?", a questão que coloco é que cálculos se devem efectuar para poder calcular a troca de energia que ocorre durante a reacção, em Joules.	2	0	0	0	0	0	23
29-Out-02	Caixa	Teorica	Transformação	Ao colocarmos um objecto, nomeadamente um alimento, no congelador, passado algum tempo, este fica congelado. Isto é, as suas moléculas perdem completamente a mobilidade. Estará certa esta minha afirmação? O que acho é que está pouco explícito o fenómeno que realmente acontece. O que quero realmente saber é se, ao descongelarmos o respectivo alimento, este volta a ter todas as propriedades que tinha anteriormente. Se for descongelado de uma maneira, digamos que natural, isto é, dentro de uma bacia com água à temperatura ambiente e se for deixado descongelar lentamente, este alimento fica com as propriedades exactamente iguais, como se fosse um alimento fresco? Eu acho que não, mas gostaria de saber as principais diferenças. E, se em vez de colocarmos o alimento numa bacia com água à temperatura ambiente, o colocarmos numa panela, já com água quente, pronto para cozinhar. O que acontece nessa altura? Quais são as alterações ocorridas nas propriedades? O alimento cozinhado que obtemos no final é diferente em quê, em relação ao alimento que obteríamos se o tivéssemos cozinhado f	2	2	1	2	0	1	24
29-Out-02	Caixa	Teorica	Confirmação	Ao chegar a casa, tentei estudar química básica e deparei-me com a seguinte questão: não sei bem o que são moléculas anfífilas e não sei bem a diferença entre atracção hidrofóbica e efeito hidrófobo. Agradeço imenso que na próxima aula me esclarecesse estas dúvidas.	2	2	0	0	0	0	25

30-Out-02	Computador	Teorica	Confirmação	Eu gostaria de saber, acerca do líquido super-crítico que foi abordado numa aula, qual a sua importância a nível da sobrevivência humana, ou seja, se é indispensável pra nós!! obrigada ps- inda nao sei o meu e-mail interno por isso deixo o meu pessoal (Cbiamarques@sapo.pt),mas nao sei se sera possivel obter resposta assim)	2	1	2	0	0	0	26
30-Out-02	Computador	Pratica	Confirmação	Porque razão o detergente é uma substância mais viscosa do que a água, sendo as ligações intramoleculares da água tão fortes?	2	1	0	0	0	0	27
30-Out-02	Computador	Pratica	Confirmação	Porque razão, no trabalho prático realizado, a água tinha uma viscosidade inferior ao etanol, quando deveria ser o contrário?	1	2	1	0	0	0	28
31-Out-02	Computador	Tpratica	Transformação	Na aula Teorico Prática de hoje (31 Outubro), a explicação transmitida no referente ao facto de temperatura de ebulição da solução aquosa ser superior, é ("de grosso modo") que existe uma concentração de água (solvente), no entanto não consigo assimilar este facto como causa da variação da temperatura de ebulição. Expondo: Estando os dois líquidos (água pura e solução) à mesma temperatura (100°C), tem-se que a energia cinética das moléculas nos dois líquidos é igual, visto que é isso que a temperatura mede, a pressão, (os choques das partículas) deveria ser na mesma de 1atm (igual a Pressão exterior) permitindo que se forme o vapor, visto que isto não se verifica tento compreender a nível inter-molecular o que se passa, Supuz que as partículas do soluto pudessem ter um efeito "absorvente" dos choques, visto que são mais "inertes a esta temperatura do que a água pois são não voláteis, e funcionem assim como estabilizadores, sendo então preciso mais energia cinética para criar a mesma pressão. Outra hipótese, é o facto de existir um soluto no meio da água, o que, causa uma maior c É muito provável que as minhas hipóteses se afastem	2	2	2	2			29
1-Nov-02	Computador	Teorica	Confirmação	Antes de fazer a questão queria felicitar os responsáveis por esta iniciativa, pois irá ajudar-nos (alunos) muito. A minha questão é em relação ao sobrearrefecimento da água, eu não percebi bem em termos moleculares atómicos, o que acontece à água no momento em que quando tocada, esta se funde imediatamente. Se me explicitasse eu agradecia.	1	2	0	0	0	0	30
1-Nov-02	Computador	Teorica	Confirmação	Esta questão é apenas em termos de curiosidade: o que é ao certo a espectroscopia de massa?	2	0	2	0	0	0	31



2-Nov-02	Computador	Teorica	Confirmação	Eu gostaria de saber qual a importância que o líquido super-crítico pode ter ou não na nossa saúde...isto é, se ele é importante para a nossa sobrevivência! Obrigada	2	0	2	0	0	0	32
4-Nov-02	Caixa	AulaQQ	Transformação	1. Como retirar o hidrogénio do hidrato de metano ou de outros hidrocarbonetos sem libertar o carbono na forma de CO <sub>2</sub> ou de outros gases de efeito de estufa (tóxicos)? O que fazer com o carbono que resta?	2	0	2	2	0	1	33
4-Nov-02	Caixa	AulaQQ	Confirmação	2. O calor libertado pelas pilhas de hidrogénio (+/- 60 °C), que são usadas actualmente nos automóveis, está a ser usado para obter energia eléctrica extra?	2	2	0	0	0	0	34
4-Nov-02	Caixa	AulaQQ	Confirmação	3. Quais os processos naturais de manutenção da % relativa do isótopo <sup>14</sup> C na natureza, quando se sabe que este decai continuamente noutros isótopos do C (gostava de ter uma resposta mais precisa que a que está no livro).	2	2	0	0	0	0	35
4-Nov-02	Caixa	AulaQQ	Confirmação	Gostaria que o professor me explicasse melhor a diferença entre fase crítica e fase super-crítica da água, e em que condições acontecem.	2	1	0	0	0	0	36
4-Nov-02	Caixa	AulaQQ	Confirmação	Gostaria que o professor explicasse novamente a compressibilidade da água nos diferentes estados em que se encontra.	2	1	0	0	0	0	37
4-Nov-02	Caixa	AulaQQ	Confirmação	Porque é que à mesma temperatura e pressão, há uma diferença de volume? (acetato: Figura 10.46).	1	2	2	0	0	0	38
4-Nov-02	Caixa	AulaQQ	Confirmação	Como é que se controla a solubilidade de uma substância através de outra substância na fase supercrítica?	2	0	1	0	0	0	39
4-Nov-02	Caixa	AulaQQ	Confirmação	Como é que o fenómeno da Fusão Superficial influencia a patinagem no gelo?	2	0	1	0	0	0	40
4-Nov-02	Caixa	AulaQQ	Confirmação	Como e porque é que ocorre o sobrearrefecimento da água?	2	0	0	0	0	0	41
4-Nov-02	Caixa	AulaQQ	Transformação	Duas ou mais moléculas de hidrato de metano teriam tendência a englobarem-se numa só molécula ou permanecer isoladas em "gaiolas" de hidratos de metano distintas umas das outras?	1	1	2	2	0	0	42

4-Nov-02	Caixa	Pratica	Confirmação	<p>No laboratório verificamos que a reacção exotérmica era tiosulfato de sódio, porque a variação da temperatura era negativa.</p> <p>Mas por norma quando aquecemos, alguma coisa, a temperatura aumenta, porque a temperatura será maior que a temperatura inicial.</p> <p>Quando colocamos o agitador a solução vai estar em movimento, logo vai haver uma movimentação dos corpusculos.</p> <p>Explique-me como é que a H2O fornece calor ao tiosulfato? Como é este processo?</p>	1	2	0	0	0	0	43
4-Nov-02	Caixa	AulaQQ	Transformação	<p>Densidade (<math>\rho</math>)= massa (m) / volume (m), logo:</p> <p>-quanto maior o volume, menor será a densidade, para massa = constante</p> <p>Figura 11.14 das transparências - gráfico densidade H2O vs temperatura</p> <p>- Para <math>0 &lt; T (^{\circ}\text{C}) &lt; 60</math>:</p> <p><math>\rho</math> aumenta porque volume diminui porque agitação molecular também diminui (<math>&lt; T (^{\circ}\text{C})</math>)</p> <p>- Para <math>T (^{\circ}\text{C}) &lt; 0</math>:</p> <p><math>\rho</math> diminui porque volume aumenta porque ?</p> <p>O aumento do volume logicamente se deve à passagem em estado sólido da água (<math>v &gt;</math> quando <math>T &lt; 0^{\circ}\text{C}</math> sendo <math>T</math> solidificação H2O = <math>0^{\circ}\text{C}</math>)</p> <p>Mas não é contraditório a uma diminuição da temperatura e conseqüentemente da agitação molecular (aumento da estabilidade das partículas) corresponder um aumento do espaço ocupado (<math>&gt;</math> volume)?</p>	1	2	2	2	0	0	44
4-Nov-02	Caixa	Pratica	Confirmação	<p>A dúvida surgiu no trabalho prático 3 - Detecção de iões, em que a solução NaCl aquosa conduz a corrente eléctrica e o NaCl em estado sólido não conduz, pois não existe o movimento de iões. Logo os tipos de cobre da electricidade não deviam conduzir, uma vez que este é sólido, no entanto conduz! Porquê?? Nota: Se possível enviar a resposta para a Internet.</p>	2	1	1	0	0	0	45
5-Nov-02	Computador	Teorica	Confirmação	<p>Boa Noite. A questão que eu queria colocar é relacionada com as "pontes de hidrogénio". Eu queria saber se o Hidrogénio que participa na ligação, tem de estar ligado de ambos dos lados a um mesmo tipo de átomo. Por exemplo: O-H-O, N-H-N ou F-H-F, ou se pode ter dois várias combinações, como por exemplo, F-H-O ou N-H-O. É que nós numa aula teórico-prática num dos exercícios que fizemos apareceu uma ligação de hidrogénio do tipo N-H-O. Isso é possível?</p>	1	2	2	0	0	0	46

7-Nov-02	Caixa	Teorica	Transformação	Na última aula teórica, ouve uma sessão de esclarecimento de dúvidas propostas ao programa "Q/Q". Nessa aula, tive uma dúvida relacionada à criogenação. Quando o professor explicou que uma célula (humana ou não) depois de gelar e voltar para a sua existência e funcionamento normal, esta nunca volta a ser / ter as mesmas características. Sabendo que há pessoas criogenadas (por motivos de saúde, etc...) à espera que um dia sejam "ressuscitadas" será que no futuro teram a possibilidade de sobrevivência? (visto que apesar da evolução ciência-tecnologia, o processo usado para a criogenação existente hoje em dia não ser compatível (com os processos a vir ser usados no futuro). Desde já obrigado.	2	1	2	2	0	1	47
10-Nov-02	Computador	Teorica	Transformação	Já à algum tempo, enquanto via um episódio de Stargate, uma série televisiva de ficção científica com o "bónus adicional" de ter uma sólida fundação científica, onde se falou de "água pesada"(heavy water) e foi explicado que era uma combinação de oxigénio e de deutério, um isótopo do hidrogénio, e que existia em grande quantidade no nosso planeta. Hoje, achei uma pequena referência à água pesada no Atkins e lembrei-me de umas dúvidas que me surgiram na altura em que vi o episódio: Como se forma a água pesada, onde se encontra e para que se usa???	2	2	2	1	1	0	48
12-Nov-02	Computador	Teorica	Transformação	Nós sabemos que se a entropia do sistema diminuir torna o processo desfavorável e que cada molécula tende sempre para a sua forma mais estável. O que tem a ver a entropia do sistema (grau de desordem do sistema) com a estabilidade de cada molécula existente nesse mesmo sistema?	2	2	2	2	1	0	49
13-Nov-02	Computador	Teorica	Transformação	Sabendo que a variação da <b>entropia do Universo</b> tende a aumentar podemos considerar que o Universo é um sistema muito desordenado. Então, sabendo que a acção do Homem sobre o meio que o rodeia tende a ser cada vez mais ordenada será que isso irá provocar algum efeito sobre a desordem do Universo?	1	1	2	2	0	1	50
14-Nov-02	Computador	Teorica	Confirmação	Gostava de saber qual a importância do liquido super-critico na saúde ou se tem alguma importancia!!!!	1	1	2	0	0	0	51
14-Nov-02	Caixa	Teorica	Confirmação	Porque é que quando colocamos álcool nas mãos , sentimos "calor" nas mãos?	1	1	2	0	0	0	52

14-Nov-02	Caixa	Teorica	Confirmação	Numa viagem de estudo da Disciplina de Física a Coimbra ao Exploratório uma das experiências não foi explicada. A experiência era simples: uma aluno encostava-se a uma tela branca e passado pouco tempo disparava uma luz muito intensa, branca, tipo flash. Quando a luz se desligava desencostávamos dessa tela e ficava marcada a nossa sombra na tela durante algum tempo.	2	2	0	0	0	0	53
14-Nov-02	Caixa	Tpratica	Transformação	No caso de se aquecer um sistema que tem um pistão móvel, é exercida como tal pressão que o volume tem de aumentar, que depois fará a pressão diminuir, neste caso considera-se que a pressão diminui ou aumenta?	2	2	1	1	0	0	54
14-Nov-02	Caixa	Teorica	Confirmação	Porque é que imediatamente depois de retirar-mos uma peça congelada do congelador, este liberta vapor?	1	2	1	0	0	0	55
14-Nov-02	Caixa	Tpratica	Transformação	Num comboio a vapor é necessário fornecer energia através de calor para que o comboio ande, mas é libertado calor. É uma reacção endotérmica ou exotérmica?	2	1	1	2	0	0	56
14-Nov-02	Computador	Teorica	Confirmação	Outra questão seria sobre a termodinamica: É verdade que qualquer que seja o sistema a entropia aumenta sempre? Obrigada	1	2	2	0	0	0	57
14-Nov-02	Caixa	Teorica	Transformação	Devido à complexidade do ADN, pelo menos aparentemente, terá um valor de entropia elevado, tendendo para a desordem?	2	2	1	2	0	0	58
14-Nov-02	Computador	Teorica	Transformação	Diz-se que um líquido entra em ebulição quando a sua pressão de vapor iguala a pressão atmosférica (ou a pressão a que está sujeito). Qual é o critério que define o ponto de fusão/congelamento? Se o estado sólido se distingue do estado líquido pela mobilidade muito reduzida das moléculas, como é isso se pode quantificar?	2	2	1	1	0	0	59
14-Nov-02	Computador	Teorica	Confirmação	A pressão de vapor de um líquido não depende da sua quantidade, segundo o que li no "Chemistry", mas depende da superfície de líquido exposta ao ar, ou não?	1	2	0	0	0	0	60
16-Nov-02	Computador	Pratica	Confirmação	Na última aula prática fizemos uma titulação termométrica, e a minha questão é sobre essa aula. Dado que a reacção é exotérmica, porque é que depois de atingido o ponto de equivalência a temperatura da reacção volta a diminuir? Essa diminuição deve-se ao facto de os iões OH <sup>-</sup> e H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> já estarem todos combinados ou tem outra explicação?	1	2	1	0	0	0	61

18-Nov-02	Computador	Teorica	Transformação	<p>Sendo a bioluminescência um dos mais belos espectáculos da natureza, gostaria que me explicasse este fenómeno bio, fisica e quimicamente. □ Como é que um ser vivo pode apresentar este fenómeno e porquê? Quais são as reacções desencadeadas? São exotérmicas, endotérmicas ou atérmicas? No interior do organismo, as suas células também brilham?!□ Será possível que este fenómeno, além de ser perceptível no espectro do Visível, seja perceptível também em outros comprimentos de onda?</p>	2	2	2	1	1	0	62
19-Nov-02	Computador	Teorica	Transformação	<p>Olá!          Numa semana em que se fala na possibilidade da catástrofe ambiental, derivado ao crude libertado pelo cargueiro "Prestige", poder atingir território português, gostaria que me explicasse, como é possível que um composto bruto, como o petróleo, possa flutuar na superfície da água?          Trata-se de algum hidrocarboneto?          As ligações intermoleculares são de que tipo?          Pelo facto de não ser miscível em água implica que seja um composto hidrófobo?          É possível comparar este fenómeno com a molécula de metano que provoca a formação à sua volta de um gaiola?          Resumindo, a flutuação deve-se à baixa densidade ou ao facto das moléculas possuírem interligações extremamente fortes que impossibilitam a desagregação em pequenos fragmentos do crude?          Obrigado pela sua amabilidade...</p>	2	2	2	2	1	0	63
20-Nov-02	Computador	Teorica	Confirmação	<p>(resposta do aluno à resposta que o professor lhe havia dado, colocada directamente no placard)          Sim, eu sei que os elementos químicos têm origem no coração das estrelas através de processos de fusão nuclear. O que gostaria de saber era onde é que o D2O se encontra (na Terra) e se tem alguma utilidade prática??</p>	2	2	1	0	0	0	64
21-Nov-02	Computador	Pratica	Confirmação	<p>Como se designa uma tabela de comparação de cores absorvidas e transmitidas para diferentes comprimentos de onda?</p>	1	0	0	0	0	0	65
21-Nov-02	Computador	Teorica	Transformação	<p>Se a variação de entropia do universo é sempre maior que zero, ou seja, "caminha-se" no sentido da desordem, como é que se formam estruturas como são os planetas, os sistemas planetários e as galáxias?</p>	2	2	2	2	1	0	66

22-Nov-02	Computador	Teorica	Transformação	A minha questão eh a seguinte: O Big Bang foi uma reacção espontânea? Se foi envolveu um aumento de entropia que acho que e notorio. Agora surgem teorias de que a materia se vai voltar a juntar. Como interpretar tudo isto em termos da 2ª lei? a reacção também é espontanea? se e espontanea como interpretar tudo isto???	2	2	2	2	0	1	67
26-Nov-02	Computador	Teorica	Confirmação	A minha questão é a seguinte? Como foi possível chegar as posições dos electrões nas orbitais p,s,f....? Que metodo foi utilizado? Em que consistia?	2	2	1	0	0	0	68
29-Nov-02	Computador	Pratica	Confirmação	Gostaria que me explicasse a funcionalidade da balança no trabalho prático número 11, pois penso que qualquer valor que se pretenda obter pode ser retirado através das diferenças de volume da água.	1	1	0	0	0	0	69
2-Dez-02	Computador	Teorica	Transformação	A ligação dupla que se estabelece entre os dois átomos de carbono na molécula de eteno por exemplo, são uma do tipo pi outra do tipo ró, se são entre dois átomos iguais não deveriam ser as duas do mesmo tipo?	1	1	1	1	0	0	70
2-Dez-02	Caixa	Teorica	Transformação	Sendo as moléculas de água muito coesas, no interior do líquido, como pode haver tanto oxigénio, que não é polar, dissolver-se em quantidades suficientes para permitir a vida subaquática?	2	2	2	2	0	0	71
2-Dez-02	Caixa	Teorica	Transformação	A água tem uma elevada tensão superficial, o que permite, por exemplo, que os insectos pousem sobre ela sem se afundarem. Nos insectos, por pesarem pouco, eu compreendo que isto acontece, mas há um animal, chamado lagarto australiano, em que isto acontece e eu não consigo perceber, devido ao seu peso. Não sei quanto ele pesa, mas basta olharmos para ele, para percebermos que pesa muitas vezes mais que um simples insecto. Este animal passa, a correr, por cima da água e nunca se afoga. Como tal é possível? A água não consegue aquecer um esquilo ou um rato, e aguenta o lagarto australiano? Como? Agradecia que me esclarecesse.	2	1	2	2	0	0	72
2-Dez-02	Caixa	Teorica	Transformação	Quando estamos num ambiente com bastante humidade, as madeiras e as peles começam a ganhar uma espécie de bolor verde. Sempre ouvi dizer que isto acontecia por causa da humidade. Mas, como é possível, se a humidade são só moléculas de H2O no estado gasoso? Como se formam essas espécies de bolores? E porquê? Qual a melhor forma de os combater? Agradecia que me esclarece-se estas dúvidas.	2	1	2	2	0	0	73

2-Dez-02	Caixa	Teorica	Confirmação	<p>Em minha casa já se queimaram quilos e quilos de madeira no fogão de sala e, no final, fica sempre um restinho de cinza, que comparando com a quantidade de lenha queimada, não é praticamente nada. A reacção entre o fogo e a madeira origina calor (energia térmica) e cinzas. O que são ao certo as cinzas? O que acontece à madeira ao ser-lhe pegue fogo, mais precisamente às suas moléculas (estrutura interna)? Qual é a constituição da madeira (ex: carvalho) e a das suas respectivas cinzas? Como é que tanta madeira, pode originar tão pouca cinza?</p> <p>O mesmo acontece quando um corpo é cremado. Como é que uma massa tão volumosa como o corpo de um ser humano, pode originar “meia dúzia” de cinzas?</p> <p>Agradecia que me respondesse.</p>	2	2	2	0	0	0	74
2-Dez-02	Caixa	Teorica	Transformação	<p>Quando está mais frio, há mais humidade no ar. Porque será? Isto é, quando está mais frio (temperatura mais baixa) não deveria acontecer exactamente o contrário? Se a temperatura está mais baixa, as partículas (moléculas) de água deveriam movimentar-se menos e estarem mais ligadas umas às outras (condensam), em vez de haver ainda mais moléculas de H<sub>2</sub>O no estado gasoso do que quando a temperatura é elevada.</p> <p>Não consigo perceber o porquê disto acontecer, visto que para mim, segundo tudo o que estudei, deveria acontecer o contrário: mais frio, menos partículas de H<sub>2</sub>O gasosas; mais quente, mais partículas de H<sub>2</sub>O gasosas.</p> <p>Agradecia que me retirasse esta dúvida.</p>	1	2	1	2	0	0	75
2-Dez-02	Caixa	Teorica	Transformação	<p>Há certas reacções químicas em que a substância apenas muda de estado. Muitas vezes essas reacções são reversíveis, outras não. Um exemplo é o caso do açúcar: se o aquecermos, passado estado sólido ao estado líquido (caramelo), e é impossível voltar a ter depois o açúcar no estado sólido, com as mesmas propriedades que tinha anteriormente. Porque é que isto acontece? Porque é que é impossível voltar a ter o açúcar de antes? Será que há materiais, como a água que podem “saltar” de estado em estado, sem nunca perderem as suas propriedades, podendo depois voltar ao estado inicial, e outras, como o açúcar, que, ao mudarem de estado, mudam as suas propriedades, não podendo depois voltar ao “normal”?</p>	1	2	2	2	0	0	76

3-Dez-02	Computador	Teorica	Confirmação	Sendo a água sobrearrefecida um estado metaestável, qual o seu comportamento a nível molecular para que por exemplo a -46°C / -47°C, a sua compressibilidade aumente?	2	2	1	0	0	0	77
3-Dez-02	Computador	Teorica	Confirmação	Já que a água sobrearrefecida apresenta uma temperatura consideravelmente inferior relativamente ao gelo, não deveria aquela manter a estrutura cristalina deste? Haverá alguma diferença na forma de organização das moléculas?	2	2	1	0	0	0	78
4-Dez-02	Caixa	Teorica	Transformação	Na sua aula em que falou sobre as propriedades termoquímicas de alguns combustíveis, o professor disse que, quando um combustível é um gás, põe-se o problema do transporte e para liquefazer o gás há um gasto de energia, logo aumentando o custo. Isto suscitou-me uma dúvida: em que estado se encontra o gás oxigénio nas garrafas dos mergulhadores? É que eu sempre pensei que fosse oxigénio líquido, a altas pressões. E no caso do hélio, contido em garrafas, para encher balões? E do gás das cozinhas? E as bombas de oxigénio usadas nos hospitais? Por falar em gases e hospitais, tenho outra dúvida. Há pouco tempo fui operada e estive com uma máscara de oxigénio pós-operação. Essa máscara estava ligada por um tubinho a uma espécie de tubo longo, transparente, contendo algo transparente (como se fosse água) dentro. Do topo do tubo saiam dois tubinhos finos que mergulham nesse líquido. O líquido parecia ferver, pois estava a borbulhar. Que líquido era esse? Oxigénio líquido? Água? Outra substância? Qual? Agradecia que me esclarecesse estas dúvidas.	2	2	2	1	0	0	79
5-Dez-02	Computador	Teorica	Confirmação	Sobre a materia da arquitectura molecular eu gostaria de perguntar se numa ionização o electro 'extraído' da molecula sai apenas com a energia de ionização necessaria há propria ionização ou sai também com uma determinada energia cinetica... e o porquê disso?	2	2	2	0	0	0	80
5-Dez-02	Computador	Teorica	Transformação	Gostaria que me explicasse o motivo pela qual, as libelinhas conseguem manter-se à superfície da água de um lago? Deve-se à tensão superficial? Ou ao facto de dividerem o seu peso de forma equilibrada pelas suas patas?	1	2	1	2	0	0	81



5-Dez-02	Computador	Teorica	Transformação	Gostaria que me explicasse uma importante dúvida sobre Entropia! Segundo a Química, a variação de Entropia no Universo tem que aumentar sempre! Como é que isso é possível? Se falarmos no Planeta Terra, este é um sistema dinâmico, mas aparentemente tudo tem a sua ordem... a Entropia tem tendência a descer! Por exemplo: os seres vivos têm tendência para que as suas células estejam todas devidamente "arrumadinhas"! Os processos bioquímicos que nas células ocorrem não as alteram, nem deformam! Há portanto, uma tendência para a organização e ordem do universo (considerando o ser universo)! Não sei se me compreende...	2	2	2	2	0	1	82
9-Dez-02	Caixa	Teorica	Transformação	Não compreendo como o calor cedido pela água quente ao gelo pode ser decomposto em calor usado na fusão do gelo e em calor usado para aquecer a água líquida resultante da fusão do gelo, se o calor transferido "aquece" o gelo este transforma-se em água líquida, dá-se a fusão, deixa de ser gelo pois está a uma temperatura superior como foi provado, ou quais são as bases que justificam que o calor da água quente não é somente usado na fusão e serve para aquecer água da fusão? Curiosidade: Por que é que o arco-íris se apresenta sempre em forma de meia circunferência?	1	2	2	1	0	0	83
19-Fev-03	Caixa	Teorica	Transformação	Sendo o O <sub>2</sub> transportado até às células pela hemoglobina, mais propriamente pelo grupo heme, qual a razão desta afinidade ser cerca de 200 vezes superior para o monóxido de carbono?	2	2	1	1	0	0	84
19-Fev-03	Caixa	Teorica	Transformação	A hemoglobina humana possui quatro cadeias polipeptídicas tendo cada uma destas quatro subunidades um grupo heme a que se pode ligar o O <sub>2</sub> porque razão após a 1ª ligação as seguintes se dão mais facilmente? Até que ponto a 1ª ligação altera a configuração das restantes aumentando a sua afinidade para o O <sub>2</sub> ?	2	2	1	1	0	0	85
19-Fev-03	Caixa	Teorica	Confirmação	Qual a razão do pH ao nível dos tecidos ser menor?	2	1	1	0	0	0	86

20-Fev-03	Caixa	Teorica	Transformação	O muito actual fenómeno de aquecimento do planeta conduz ao derretimento progressivo de glaciares e à elevação do nível do mar. De que maneira está envolvida a química nestes fenómenos? Quais as causas e consequências a nível de impacto ambiental (quimicamente)? Existem possíveis soluções no sentido de inverter estes fenómenos? Quais?	2	2	2	2	0	0	87
24-Fev-03	Caixa	Pratica	Transformação	No trabalho prático nº3 sobre a fenolftaleína deparei-me com alguns problemas na correspondência das diferentes estruturas da fenolftaleína às diversas zona de pH. Quando preparei o trabalho tinha a ideia que a ordem das estruturas seria ACBD (ordem decrescente de acidez). Ou seja: (imagem) Esta minha escolha foi devido à diferença de átomos de hidrogénio de cada uma das estruturas. Então as equações ficariam: ... Na passada aula prática com a professora <b>HSC</b> , tomamos conhecimento que a ordem das estruturas era ACBD (ordem decrescente de acidez). Como não consegui perceber a troca das duas últimas estruturas pois a única informação fornecida pela professora para justificar foi que as estruturas tetraédricas tornam a solução incolor, mostrei a minha indignação a outros colegas que não pertencem ao laboratório em que trabalho e realmente eles disseram que a professora deles tinha escrito o seguinte A--->B e dito que as outras duas estruturas estavam entre A e B. Eu não percebo como é que a estrutura B pode ceder um Hidrogénio e como depois a estrutura D tem outro hidr	1	2	0	1	0	0	88
27-Fev-03	Caixa	Pratica	Confirmação	Quando hoje na aula prática de química fiz a experiência para determinar os pontos de viragem da fenolftaleína, penso que não cheguei às conclusões pretendidas, por isso gostava de saber quais as estruturas da fenolftaleína nos pontos de viragem. Gostava que a resposta para este esclarecimento fosse enviada para o meu mail em cima inserido.	1	2	0	0	0	0	89
6-Mar-03	Caixa	Teorica	Transformação	Se o funcionamento de uma pilha é feito num circuito fechado com troca de electrões e aniões entre o ânodo e o cátodo, o que provoca a corrosão das pilhas quando estas se encontram muito tempo nesse circuito? (pilha-máquina-pilha)	1	2	1	1	0	0	90
7-Mar-03	Computador	Teorica	Confirmação	Quando foi referido na aula que o H3O+ é o ácido mais forte existente em solução aquosa fiquei com a ideia que isso se devia a todos os outros ácidos fortes reagirem completamente em água formando H3O+ e X, estou correcta?	1	2	0	0	0	0	91

7-Mar-03	Computador	Teorica	Confirmação	Encontrei várias vezes num livro, "os potenciais do electrodo são propriedades intensivas". Qual o significado químico?	1	1	0	0	0	0	92
7-Mar-03	Computador	Teorica	Transformação	O valor positivo do potencial de redução padrão mostra sempre que a reacção é espontânea, ou isto só se verifica nas condições padrão?	1	2	1	1	0	0	93
7-Mar-03	Computador	Mprojecto	Confirmação	As células de combustível que utilizam o hidrogénio como combustível com elevado grau de pureza apresentam como desvantagem o difícil armazenamento do mesmo. Em que consiste exactamente esta dificuldade?	1	2	0	0	0	0	94
7-Mar-03	Computador	Mprojecto	Transformação	As pilhas de lítio e as células de combustível não podem estar "em pé de igualdade" numa futura "luta para gerar energia eléctrica de forma mais vantajosa?"	2	1	2	2	0	0	95
7-Mar-03	Caixa	Pratica	Transformação	Acerca do trabalho prático nº1 - separação de substâncias Não compreendi o motivo da insolubilidade do sulfato de cobre penta-hidratado em etanol, nem percebi o porquê do ácido salicílico ser solúvel em etanol e insolúvel em água. Sei apenas que deve estar relacionado com o tipo de ligações intramoleculares, mas deve haver mais alguma explicação.	1	1	1	1	0	0	96
7-Mar-03	Caixa	Teorica	Confirmação	No sangue $(\text{HCO}_3^-)/(\text{H}_2\text{CO}_3) \sim 10$ , mas a maior "quantidade" no sangue de $\text{HCO}_3^-$ , confere ao organismo uma maior capacidade de resposta a situações de maior esforço por exemplo o desporto?	2	2	0	0	0	0	97
7-Mar-03	Caixa	Teorica	Transformação	A mioglobina pode ter alguma utilidade em organismos cuja necessidade de reter o oxigénio por elevados períodos é essencial?	2	2	2	2	0	0	98
7-Mar-03	Caixa	Teorica	Confirmação	Percebi a funcionalidade da ponte salina, mas não o seu funcionamento. Poderia explicar com maior pormenor.	1	2	0	0	0	0	99
7-Mar-03	Caixa	Teorica	Confirmação	A estrutura do ácido salicílico como disse pode influenciar a absorção por parte do estômago. Gostaria que explica-se também com mais pormenor.	2	1	1	0	0	0	100
7-Mar-03	Caixa	Teorica	Transformação	Qual a diferença entre uma bateria de níquel e uma bateria de lítio, uma vez que a de níquel "vicia" mais facilmente que a bateria de lítio? (ex: telemóveis)	2	1	1	1	0	0	101

9-Mar-03	Computador	Teorica	Transformação	Como o professor referiu na aula nas células de combustível os reagentes têm que estar continuamente a ser fornecidos e os produtos continuamente a ser retirados. Então como é possível pensarem e haver já prototipos de células de combustível em computadores portáteis e outros dispositivos electrónicos portáteis? Como é possível estarem continuamente a fornecerem o combustível e o que fazem com o produto da combustão electroquímica é que ao contrário do caso da nasa que utilizava a célula de combustível de hidrogénio e depois a água resultante os astronautas aproveitavam para consumo próprio no caso dos computadores portáteis nao tem utilidade nenhuma e até causa transtorno na sua utilização	2	2	2	2	0	0	102
9-Mar-03	Computador	Teorica	Confirmação	Quais as correlações existentes entre a estrutura molecular e a força do ácido? E porque não podemos, nas soluções aquosas, distinguir a "força" de ácidos fortes e ácidos fracos?	2	1	2	0	0	0	103
9-Mar-03	Computador	Pratica	Confirmação	Como se explica o facto de HI apresentar um Ka de $3 \cdot 10^9$ e não poder ser considerado um ácido mais forte que o HCl que apresenta um Ka de "apenas" $1 \cdot 10^8$	1	2	0	0	0	0	104
9-Mar-03	Computador	Teorica	Confirmação	Os valores das constantes de acidez, basicidade e de equilibrio possuem unidades no SI?	1	0	0	0	0	0	105
10-Mar-03	Computador	Teorica	Transformação	Na última aula a professora, na sua curiosidade do dia mostrou-nos uma imagem de um relógio digital ligado dois electrodos ligados a um limão. Como é que isso funciona? Visto que o meio dos dois electrodos é o mesmo o potencial devia ser zero. E já agora qual o potencial de tal pilha? Como calculá-lo? Obrigado	2	2	0	1	0	0	106
13-Mar-03	Caixa	Teorica	Transformação	Quais as consequências do pH elevado ou baixo na água em relação ao pH que a água deve ter normalmente.	1	1	1	1	0	0	107
13-Mar-03	Caixa	Teorica	Transformação	Na fixação do oxigénio na hemoglobina e pelo que me foi dado a entender através da fórmula de estrutura cada um dos 4 grupos "M" apresenta no seu interior uma estrutura de 6 carbonos ligados entre si perfazendo um "anel". Este facto tem alguma importância na molécula propriamente dita ou no próprio transporte do oxigénio ligado ao ferro? Qual a importância?	2	1	1	1	0	0	108
13-Mar-03	Caixa	Teorica	Confirmação	Porquê a utilização da ponte salina, no processo de oxidação? Gostaria de perceber melhor o processo de oxidação em que se utiliza uma ponte salina.	1	2	0	0	0	0	109

14-Mar-03	Caixa	Mprojecto	Confirmação	Porque é que são geralmente usados compostos orgânicos como combustíveis (fuels)?	1	1	2	0	0	0	110
14-Mar-03	Caixa	Mprojecto	Confirmação	Como é que se conseguem, dentro do foguete, as altas temperaturas necessárias para fazer reagir os compostos?	2	0	1	0	0	0	111
14-Mar-03	Caixa	Mprojecto	Transformação	É possível fazer um fogo de artifício sem que as reacções que nele se realizam não sejam de oxidação-redução? Se sim, será essa a resposta para uma mistura que nos dê o azul escuro que procuramos.	1	1	1	1	0	0	112
14-Mar-03	Caixa	Mprojecto	Confirmação	Como é que se conseguem as diferentes formas de fogos de artifício?	1	0	1	0	0	0	113
17-Mar-03	Oral	Mprojecto	Confirmação	Mas será que podemos ver um calorímetro?	1	0	1	0	0	0	114
17-Mar-03	Oral	Mprojecto	Confirmação	Queríamos saber se existe um calorímetro no departamento.	1	0	1	0	0	0	115
17-Mar-03	Oral	Mprojecto	Confirmação	Queríamos saber como se calculam as calorias de um determinado alimento.	2	2	1	0	0	0	116
17-Mar-03	Caixa	Teorica	Transformação	Porque é que as baterias "viciam" (se não deixarmos descarregar completamente, carregam cada vez menos)?	2	1	1	1	0	0	117
17-Mar-03	Caixa	Teorica	Confirmação	Porque é que as baterias recarregáveis têm duração?	1	1	1	0	0	0	118
20-Mar-03	Computador	Teorica	Transformação	Sabendo que uma pilha de combustível H <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> funciona "transformando" os mesmos em água e que uma pilha electrolítica pode usar energia eléctrica para separar o H <sub>2</sub> e o O <sub>2</sub> da água, como foi falado hoje na aula, não será viável criar uma pilha mista que separasse H <sub>2</sub> e O <sub>2</sub> da água, na pilha electrolítica, e depois, numa pilha de combustível, voltar a formar água, criando assim um ciclo fechado que necessitaria apenas de água e uma energia de activação? Penso que tal não é possível, pois se fosse alguém já se teria lembrado disto. Será então porque para separar o H <sub>2</sub> e O <sub>2</sub> da água é necessária tanta ou mais energia do que a fornecida pela formação de água na pilha de combustível?	2	2	2	2	0	1	119
24-Mar-03	Oral	Tpratica	Confirmação	Para calcularmos o potencial de uma célula, temos as duas semi-reacções, não entra a estequiometria?	1	2	0	0	0	0	120

24-Mar-03	Oral	Tpratica	Confirmação	Numa solução-tampão... Quando é que o pH é máximo e porque é que é máximo nessas condições?	2	2	2	0	0	0	121
24-Mar-03	Oral	Tpratica	Transformação	Mas como é possível haver pHs inferiores a zero?	1	1	1	1	0	0	122
24-Mar-03	Caixa	Teorica	Confirmação	Células de Combustão, não percebo o seu funcionamento.	2	1	0	0	0	0	123
25-Mar-03	Computador	Teorica	Transformação	Ainda por causa da pilha de H <sub>2</sub> e da pilha electrolítica que separa H <sub>2</sub> e O <sub>2</sub> de H <sub>2</sub> O, uma vez li que é possível diminuir a entropia, por exemplo da água de um lago, à custa de algo cuja entropia aumente muito mais, no caso o Sol, para evaporar a água. Não será então possível criar um veículo que, contendo uma pilha de H <sub>2</sub> , uma pilha electrolítica e alguns painéis solares fosse viável abastecê-lo apenas com água. Mais concretamente, não será possível usar a energia transformada no painel solar para separar o combustível da H <sub>2</sub> O para ser usada na pilha de H <sub>2</sub> ?	2	2	2	1	1	1	124
31-Mar-03	Oral	Tpratica	Confirmação	A velocidade da reacção é sempre positiva?	1	1	0	0	0	0	125
2-Abr-03	Computador	Teorica	Transformação	Alguns químicos sugerem o envio de uma frota de aviões para pulverizar de etano ou propano por cima do Pólo Sul para tentarem eliminar o buraco da camada de ozono, sendo as reacções: (Cl+C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ->HCl+C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ou Cl+C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ->HCl+C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> ), os produtos resultantes destas reacções não afectariam a vida terrestre?	2	1	1	1	0	0	126
2-Abr-03	Computador	Teorica	Transformação	As nuvens estratosféricas contêm partículas de gelo. Estas partículas poderão reagir com Cl e conduzir à destruição do ozono?	1	0	2	1	0	0	127
2-Abr-03	Computador	Teorica	Transformação	Se os CFC's têm implicações na atmosfera, então, estes poderão ter um efeito nocivo directo no homem?	1	1	1	1	0	0	128
2-Abr-03	Computador	Teorica	Confirmação	O que se entende por fotodissociação?	1	0	0	0	0	0	129

6-Abr-03	Computador	Pratica	Transformação	A minha questão está relacionada com o trabalho prático número 7 e 8 – O Ciclo do Cobre. Uma das reacções que ocorre neste ciclo é a seguinte: $\text{CuO(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(l)}$ A questão é, a que tipo de reacções pertence esta reacção? Suponho que seja de ácido base, sendo o ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) o ácido, segundo a definição de Bronsted-Lowry, pois pode dar protões $\text{H}^+$ (o ácido sulfúrico é um ácido poliprótico, uma vez que pode transferir mais que um protão, neste caso dois). Contudo, depois surge a questão, quem é a base. Poderá o óxido de cobre ( $\text{CuO}$ ) funcionar como base? Ou esta reacção não é de ácido base? O facto do óxido de cobre estar em estado sólido pode influenciar? Obrigado pela atenção.	1	1	0	1	0	0	130
10-Abr-03	Computador	Teorica	Transformação	Hoje, na 2a aula-conferencia do <b>Prof. TD</b> , o prof. falou de neutrinos, pequenas partículas que viajavam a alta velocidades, com pouca massa e que pouco interagiam com a matéria. Também falou que, na SN1987A detectaram emissão de neutrinos. O professor gostaria de explicar como é que tal é possível, mas por falta de tempo não o pode fazer. Gostaria de, então, saber como é possível detectar uma partícula que pouco interage com a matéria, com pouca massa e sem carga. Obrigado	2	1	1	1	0	0	131
24-Abr-03	Oral	Teorica	Transformação	Essa relação entre o 12C e o 14C não pode ser influenciada? Não pode sofrer oscilações?	1	1	1	1	0	0	132
24-Abr-03	Oral	Teorica	Confirmação	É uma pilha? [o professor havia referido que $^{238}\text{Pu}$ servia para pace-maker, emitia energia eléctrica]	1	0	0	0	0	0	133
24-Abr-03	Caixa	Teorica	Transformação	Com a utilização na medicina de isótopos em que há emissão de radiação gama que é muito penetrante chegando mesmo a ser só 'protegida' por betão ou chumbo em que medida esta radiação não provoca lesões graves nos órgãos ou tecidos em questão e que estão em tratamento. Existem efeitos secundários graves nestas técnicas usando radiações gama?	2	1	2	2	0	0	134
28-Abr-03	Oral	Mprojecto	Transformação	Se aplicarmos uma corrente eléctrica a uma pessoa, verificamos que nem toda a corrente é detectada. Mas... O que é que se mede? É a intensidade? O que é que eles medem afinal?	2	2	1	2	0	0	135
28-Abr-03	Oral	Mprojecto	Transformação	Se medirmos a intensidade antes e depois de uma resistência, medimos a mesma coisa, não é?	1	2	0	2	0	0	136

28-Abr-03	Oral	Mprojecto	Transformação	Pois, e qual era o objectivo? No fim o que é que determinavam? [o professor tinha referido um trabalho prático que realizava há alguns anos atrás em que queimava óleo numa torcida]	1	1	2	2	0	0	137
28-Abr-03	Computador	Teorica	Transformação	Qual o motivo do Li e do Be corresponderem a mínimos relativos no gráfico da abundância relativa em função do nº atómico	2	1	1	1	0	0	138
28-Abr-03	Computador	Teorica	Confirmação	Não percebi totalmente qual a diferença entre uma reacção unimolecular e bimolecular (acetato da substituição nucleofílica)	1	2	0	0	0	0	139
28-Abr-03	Computador	Teorica	Transformação	Sabemos qual a ordem de uma reacção se fizermos a linearização da lei da velocidade dessa reacção mas em termos químicos qual o seu significado?	1	1	1	1	1	0	140
28-Abr-03	Computador	Teorica	Confirmação	Porquê que os nucleos leves sofrem fusão e os nucleos pesados sofrem fissão?	1	2	0	0	0	0	141
28-Abr-03	Computador	Teorica	Transformação	Na ultima aula conferencia o professor mostrou um gráfico dos neutrinos que tinham sido detectados no japão e nos estados unidos. se estes têm um tempo de meia vida muito elevado e se dificilmente interagem com a materia então como são detectaveis?	2	2	1	2	0	0	142
29-Abr-03	Computador	Teorica	Confirmação	Na matéria de Química Nuclear, não percebi muito bem(talvez não estivesse a prestar atenção) a diferença entre uma reacção radiativa e uma radioactiva.	1	2	0	0	0	0	143
2-Mai-03	Caixa	Tpratica	Transformação	Nas notícias falaram muito sobre o urânio empobrecido na europa de leste e sobre os graves problemas de saúde que o contacto com este composto provoca. Qual a principal característica deste composto que provoca tantos danos? Qual a diferença entre urânio e urânio empobrecido?	2	2	2	2	0	0	144
5-Mai-03	Computador	Teorica	Transformação	Numa destas ultimas aulas demos materia relacionada com a fisica nuclear, ou como estamos em quimica, quimica nuclear! O que eu queria perguntar era se a energia nuclear era aproveitada nas incursões espaciais e nomeadamente em que? Qual a sua aplicação e se não o porquê?	2	1	2	1	0	0	145
7-Mai-03	Caixa	AulaQQ	Confirmação	Por que razão as películas de PPV deixam de dar luz aquando da sua exposição a um campo eléctrico?	1	1	1	0	0	0	146
7-Mai-03	Caixa	AulaQQ	Transformação	De que modo um polímero condutor interfere no mecanismo das janelas "inteligentes" que escurecem com a luz solar?	2	1	1	1	0	0	147



7-Mai-03	Caixa	AulaQQ	Transformação	Qual é a constituição dos polímeros condutores e como é que a sua constituição pode contribuir para que sejam condutores?	1	1	1	1	0	0	148
7-Mai-03	Caixa	AulaQQ	Confirmação	Onde é que podem [os polímeros condutores] ser aplicados?	1	1	0	0	0	0	149
7-Mai-03	Caixa	AulaQQ	Confirmação	Quais são os polímeros condutores mais conhecidos?	1	0	0	0	0	0	150
7-Mai-03	Caixa	AulaQQ	Transformação	São este tipo de condutores eficientes só em correntes eléctricas de baixa intensidade, ou poderão também ser usados em correntes de alta voltagem?	1	1	2	1	0	0	151
7-Mai-03	Caixa	AulaQQ	Transformação	Qual a vantagem/desvantagem em termos económico deste tipo de condutores (polímeros)?	1	1	1	1	0	0	152
7-Mai-03	Caixa	AulaQQ	Transformação	Visto um polímero ser um "plástico", como pode um plástico ser um condutor de corrente eléctrica?	2	1	1	1	0	0	153
7-Mai-03	Caixa	AulaQQ	Transformação	Como é possível criar um plástico, e como se cria um plástico, com electrões suficientes e livres para conduzir electricidade, pois os plásticos não têm electrões para a condução de electricidade ao contrário dos metais.	2	1	2	1	0	0	154
7-Mai-03	Caixa	AulaQQ	Confirmação	São este polímeros [condutores] resistentes o calor, variação de pressão e humidade?	1	2	0	0	0	0	155
7-Mai-03	Computador	AulaQQ	Transformação	Os polímeros condutores são da família dos polímeros conjugados, que exibem condução electrónica, e que pode chegar a valores próximos dos metais e da sua condutividade eléctrica. Como pode ser controlada a sua condutividade eléctrica?	1	1	1	1	0	0	156
7-Mai-03	Computador	AulaQQ	Transformação	Em que consiste o método prático que permite construir dispositivos reais e úteis a partir dos polímeros condutores?	1	1	2	1	0	0	157
7-Mai-03	Computador	AulaQQ	Transformação	Como podem os polímeros intrinsecamente condutores passar de isolantes a condutores? Será através de processos reversíveis de oxidação e redução do sistema conjugado?	1	1	1	1	0	0	158
7-Mai-03	Computador	AulaQQ	Confirmação	Os polímeros condutores apresentam sequências de átomos de carbono ligados a átomos de hidrogénio. De que tipo são as ligações entre estes átomos?	1	1	0	0	0	0	159
7-Mai-03	Computador	AulaQQ	Transformação	O polipirrol é um polímero condutor eficiente que contém átomos de nitrogénio e que não reflecte microondas. Será que poderá ser usado em roupas de camuflagem para evitar a detecção por radares?	2	1	2	1	0	0	160
7-Mai-03	Computador	AulaQQ	Transformação	Os filmes de poli-p-fenileno, PPV, emitem luz quando expostos a um campo eléctrico e variando a composição do polímero, as emissões de luz ocorrem em várias cores. Será que podem ser fortes candidatos a substituírem as telas de televisão e computadores actuais?	2	1	2	1	0	0	161

9-Mai-03	Computador	Teorica	Transformação	A minha questao eh a seguinte: hoje em dia existem o medicos homeopatas ditos naturalistas e cujos medicamentos sao naturais e muito mais caros e os medicos ditos normais que fazem recurso a medicina tradicional com os medicamentos produzidos em laboratorios e cujos medicamentos são mais baratos! Porque esta distinção? Será que a teoria vitalista não alguma dominancia?	2	1	2	2	0	0	162
22-Mai-03	Oral	Teorica	Confirmação	Isto fica para sempre?? [oscilações - mudanças de cor]	1	1	0	0	0	0	163
22-Mai-03	Caixa	Teorica	Confirmação	Qual a diferença entre decaimento radioactivo e transmutação nuclear?	2	2	0	0	0	0	164
22-Mai-03	Oral	Teorica	Confirmação	A emissão beta e a captura de electrões é a mesma coisa?	2	2	0	0	0	0	165
25-Mai-03	Computador	Teorica	Transformação	Para que não ocorra o movimento de inversão do guarda chuva na reacção do fluretião a reagir com o cloreto de metilo devemos substituir os hidrogénios por grupos metilo (aumentam a barreira energética visto que são mais volumosos). Qual o 'problema' do movimento de inversão do guarda chuva para que haj estudos no sentido de fazer com que não aconteça?	2	2	2	2	0	0	166
26-Mai-03	Oral	Tpratica	Confirmação	Por que é que o 2-fenilpropano não é um fenol?	2	2	0	0	0	0	167
26-Mai-03	Oral	Tpratica	Confirmação	O 'iso' só se usa quando o carbono ligado a dois grupos metil, mais nada, não é?	1	2	0	0	0	0	168
26-Mai-03	Oral	Tpratica	Confirmação	O 'iso' só se usa se for um carbono de um benzeno, é isso? [a propósito do 2isopropil-butano]	1	2	0	0	0	0	169
29-Mai-03	Computador	Teorica	Transformação	Nas reacções o produto (caso sejam espontaneas) e sempre mais estavel? Então porque que nas reacções oscilantes o produto não se mantém em vez de voltar formar-se o composto que ja tinha sido formado. Sei que pelo o que o professor explicou não se volta a formar o anterior mas pela experiencia que ocorreu durante a aula parecia que se formava novamente a especie anterior tendo em conta as variações de cor da solução.	2	1	2	2	0	0	170



## INQUÉRITO AOS ALUNOS DE QUÍMICA

Caro aluno(a):

Com este questionário pretende-se detectar alguns dos seus conhecimentos sobre o tópico que será discutido nas próximas aulas de Química I. Neste sentido, pedimos-lhe que responda com toda a sinceridade.

### A. “Termoquímica”

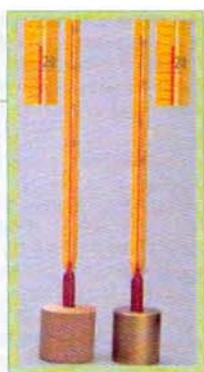
1. A temperatura de um bloco de madeira é maior, menor ou igual à temperatura do bloco de metal?

Ao pegarmos num bloco de madeira e noutro de metal em cada mão temos a sensação que o bloco de metal está mais frio do que o bloco de madeira (ver Figura 1). Entretanto, ao colocarmos um termómetro sobre os blocos (ver Figura 2) lemos a mesma temperatura para ambos. Como explica este facto?

Figura 1



Figura 2




---



---



---



---

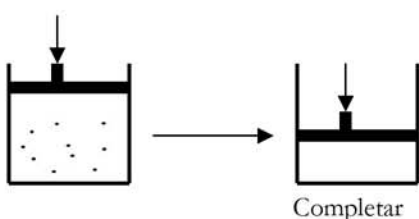


---



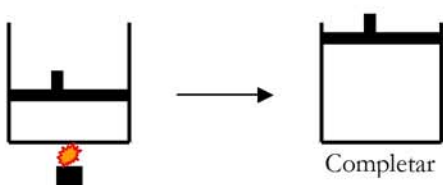
---

2. Um gás ideal é um gás de partículas pontuais não-interactuantes. Complete o esquema de modo a representar a compressão de um gás ideal, supondo que não há troca de calor com o exterior (compressão adiabática).



	Aumenta	Mantém-se	Diminui
Como deve variar o volume?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Como deve variar a pressão?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Como espera que varie a temperatura?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Um gás ideal é aquecido dentro de um recipiente com um pistão móvel. O que acontecerá com a pressão, a temperatura e o volume do gás após o aquecimento. Explique fazendo referência ao comportamento das partículas do gás.



	Aumenta	Mantém-se	Diminui
Como deve variar o volume?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Como deve variar a pressão?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Como espera que varie a temperatura?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Comentar a expressão de uso corrente “feche a porta para o frio não entrar”:

---



---



---

5. Considerar a reacção de combustão correspondente à queima de uma folha de papel.

Energia  $\xrightarrow{\text{é transferida como}}$

<input type="checkbox"/> Calor	Esta reacção deve ser:
<input type="checkbox"/> Temperatura	
<input type="checkbox"/> Trabalho	
<input type="checkbox"/> Outro: _____	
	<input type="checkbox"/> Exotérmica
	<input type="checkbox"/> Endotérmica
	<input type="checkbox"/> Nem Exotérmica nem Endotérmica

Numa máquina a vapor:

Energia  $\xrightarrow{\text{é transferida como}}$

<input type="checkbox"/> Calor	Esta reacção deve ser:
<input type="checkbox"/> Temperatura	
<input type="checkbox"/> Trabalho	
<input type="checkbox"/> Outro: _____	
	<input type="checkbox"/> Exotérmica
	<input type="checkbox"/> Endotérmica
	<input type="checkbox"/> Nem Exotérmica nem Endotérmica

Comentar as suas respostas:

---



---



---

6. Assinalar as afirmações correctas.

- Um processo espontâneo é um processo lento.  
 Um processo rápido é um processo espontâneo.  
 Um reacção espontânea é uma reacção rápida.  
 Um reacção lenta é um reacção espontânea.  
 Nenhuma das anteriores: \_\_\_\_\_

---



---



---

## B. Perfil do aluno(a)

7. Ano de ingresso na Universidade \_\_\_\_\_

8. Curso que frequenta \_\_\_\_\_

9. É a primeira vez que frequenta a disciplina de Química?  Sim  Não

10. Quanto anos de Química teve no Ensino Secundário \_\_\_\_\_

11. Quando é que estudou os conceitos de Entalpia, Entropia e Energia de Gibbs? Identifique algumas dificuldades que encontrou: \_\_\_\_\_

---



---



---

Nome: \_\_\_\_\_ N° Mec. \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_ Outros: \_\_\_\_\_

*Obrigado pela sua colaboração!*



## INQUÉRITO AOS ALUNOS DE QUÍMICA

Caro aluno(a):

Com este questionário pretende-se conhecer a sua opinião sobre alguns aspectos da sua participação no projecto *Questões em Química*. Neste sentido, pedimos-lhe que responda com toda a sinceridade.

### A. “Terموquímica”

1. Ao pegarmos na maçaneta de metal de uma porta com uma mão e na porta, com a outra mão, temos a sensação que a maçaneta de metal está mais fria do que a porta de madeira. No entanto, se usarmos um termómetro verificamos que a temperatura é a mesma para ambos. Como explica este facto?




---

---

---

---

---

---

---

---

2. Comente a seguinte frase *‘o meu casaco é muito quentinho’*. Reformule a frase usando ‘linguagem científica’.




---

---

---

---

---

---

---

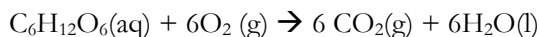
---

2. Leia com atenção (se necessário releia) o texto do Atkins que a seguir se apresenta, e formule pelo menos 2 questões que este lhe sugira.

(Assinale com uma cruz caso queira obter resposta às suas questões: )

“Mais de 50% da massa dos alimentos de uma dieta típica é tomada na forma de hidratos de carbono. Mas nem todos os hidratos de carbono são digeríveis. Por exemplo, a celulose não é digerida mas desempenha um papel importante como ‘fibra’ primária na nossa dieta., ajudando

o funcionamento dos intestinos. Os hidratos de carbono digeríveis são amidos e açúcares. O nosso organismo quebra-os em glicose, que é solúvel na corrente sanguínea e pode ser transportada para as células. Nas células animais a glicose é usada como combustível:



A entalpia padrão para a combustão da glicose é 22.8 MJ/mol (1MJ = 10<sup>6</sup>J), que corresponde a uma entalpia específica de 16kJ/g. Portanto, a oxidação de 1.0 g de glicose para dióxido de carbono e água produz 16kJ, que é energia suficiente para aquecer 1 L de água em aproximadamente 4°C. Queimamos 1 g de glicose em aproximadamente 1 minuto ao pedalar numa bicicleta, ou em cada 2 minutos quando estamos a estudar Química.”

(Atkins, P and Jones, L. Chemistry 4th. Edition, p. 254) Caso precise de mais espaço, por favor utilize o verso desta folha.

---



---



---



---



---



---



---

## B. Questões em Química

1. **Sobre a formulação de perguntas e a possibilidade de as fazer ao professor e aos colegas** (indique se concorda ou discorda em todas as afirmações):

① **Discordo**      ② **Sem opinião**      ③ **Concordo**

- ① ② ③      Sinto-me à vontade para fazer perguntas ao professor.
- ① ② ③      Tenho receio de mostrar a minha falta de conhecimentos ao professor.
- ① ② ③      Tenho receio dos comentários dos colegas.
- ① ② ③      Sei formular perguntas.
- ① ② ③      Sinto grande dificuldade em escrever perguntas.
- ① ② ③      Domino as matérias, por isso não preciso de fazer perguntas.
- ① ② ③      Frequento as aulas sempre, por isso não preciso de fazer perguntas.
- ① ② ③      Sinto-me mais à vontade em fazer perguntas aos colegas.
- ① ② ③      Prefiro colocar perguntas por escrito.
- ① ② ③      Prefiro colocar perguntas oralmente.
- ① ② ③      Prefiro colocar perguntas pessoalmente ao professor.
- ① ② ③      Sou tímido e não gosto de pôr perguntas.

Outras Razões: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. **É importante formular perguntas porque** [marque APENAS UMA afirmação, isto é, a que mais se aproxime da sua opinião ou, então, acrescente outra(s)]:

- Desenvolve o raciocínio.
- Ajuda a encontrar respostas.
- Facilita a aprendizagem.
- É apenas um bom exercício para a mente.
- Não acho importante formular perguntas.
- Outras razões \_\_\_\_\_



3. **Sobre a relação das perguntas com as aulas Práticas (P), Teórico-Práticas (TP) e Teóricas (T):**

- ① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**
- ① ② ③      Foi nas aulas **Teóricas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③      Foi nas aulas **Teórico-Práticas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③      Foi nas aulas **Práticas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③      O facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo para as aulas **Práticas** estimulou-me a formular perguntas.
- ① ② ③      O facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo para as aulas **Práticas** deixou-me confuso.
- ① ② ③      Sinto que me envolvi nas aulas **Práticas** de Química mais do que em qualquer outra disciplina.
- ① ② ③      Os professores das aulas **Práticas** estimularam-me a pôr perguntas.
- ① ② ③      Procurei um colega que já tinha feito o trabalho **Prático** da semana para obter informações sobre como realiza-lo.
- ① ② ③      O facto de encontrar alguns materiais disponíveis para a aula **Prática** ajudou-me a obter “pistas” sobre como realizar a experiência.
- ① ② ③      As aulas **Teórico-Práticas** estimularam-me a formular perguntas.
- ① ② ③      Preferiria que as aulas **TP** fossem apenas com a resolução das fichas de exercícios.
- ① ② ③      Gosto(ei) das aulas **TP** com resolução de problemas usando um livro de dados.
- ① ② ③      Acho que os problemas apresentados nas aulas **TP** estimularam a minha participação.
- ① ② ③      Costumo ler o livro do Atkins recomendado pelo professor.
- ① ② ③      Achei muito difícil formular perguntas a partir da leitura do Atkins.
- ① ② ③      Tenho dificuldade em compreender Inglês, por isso não leio Atkins.
- ① ② ③      Ler o Atkins facilitou-me e estimulou-me a formular perguntas.
- ① ② ③      Entendi que as perguntas a serem formuladas eram somente sobre curiosidades em Química.

Nome: \_\_\_\_\_ N° Mec. \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_ Outros: \_\_\_\_\_

*Obrigado pela sua colaboração!*

## Perguntas das estudantes do mini-projecto sobre Termoquímica

DataHora	Aula	Nome	Pergunta	Confirmação Transformação	Nºpergunta
14-Nov-02		Ivete	Diz-se que um líquido entra em ebulição quando a sua pressão de vapor iguala a pressão atmosférica (ou a pressão a que está sujeito). Qual é o critério que define o ponto de fusão/congelamento? Se o estado sólido se distingue do estado líquido pela mobilidade muito reduzida das moléculas, como é isso se pode quantificar?	Transformação	1
14-Nov-02		Ivete	A pressão de vapor de um líquido não depende da sua quantidade, segundo o que li no "Chemistry", mas depende da superfície de líquido exposta ao ar, ou não?	Confirmação	2
21-Nov-02		Ivete	Se a variação de entropia do universo é sempre maior que zero, ou seja, "caminha-se" no sentido da desordem, como é que se formam estruturas como são os planetas, os sistemas planetários e as galáxias?	Transformação	3
17-Mar-03		Ivete	Porque é que as baterias "viciam" (se não deixarmos descarregar completamente, carregam cada vez menos)?	Transformação	4
17-Mar-03		Ivete	Porque é que as baterias recarregáveis têm duração?	Confirmação	5
24-Mar-03	TP	Ivete	Para calcularmos o potencial de uma célula, temos as duas semi-reacções, não entra a estequiometria?	Confirmação	6



24-Mar-03	TP	Ivete	Numa solução-tampão... Quando é que o pH é máximo e porque é que é máximo nessas condições?	Confirmação	7
31-Mar-03	TP	Ivete	A velocidade da reacção é sempre positiva?	Confirmação	8
24-Abr-03	T	Ivete	Essa relação entre o $^{12}\text{C}$ e o $^{14}\text{C}$ não pode ser influenciada? Não pode sofrer oscilações?	Transformação	9
24-Abr-03	T	Ivete	É uma pilha? [o professor havia referido que $^{238}\text{Pu}$ servia para pace-maker, emitia energia eléctrica]	Confirmação	10
22-Mai-03		Ivete	Qual a diferença entre decaimento radioactivo e transmutação nuclear?	Confirmação	11
22-Mai-03	Aula-Cd	Ivete	Isto fica para sempre?? [oscilações - mudanças de cor]	Confirmação	12
22-Mai-03	T	Ivete	A emissão beta e a captura de electrões é a mesma coisa?	Confirmação	13
26-Mai-03	TP	Patricia	Por que é que o 2-fenilpropano não é um fenol?	Confirmação	14
26-Mai-03	TP	Patricia	O 'iso' só se usa quando o carbono ligado a dois grupos metil, mais nada, não é?	Confirmação	15
26-Mai-03	TP	Patricia	O 'iso' só se usa se for um carbono de um benzeno, é isso? [a propósito do 2isopropil-butano]	Confirmação	16
25-Fev-03	MP	Carla	Carla:... Os músculos rompem sempre, aí não conseguem se recuperar, não é?	Confirmação	17
17-Mar-03	MP	Ivete	Ivete: Se calhar também tinha interesse ver a maquina que faz a combustão, que determina as calorias dos alimentos. Por exemplo, ver quantas calorias o pão tem?	Transformação	18

17-Mar-03	MP	Carla	Carla: Não é isso que queres? (mostrando um texto com uma tabela de calorias dos alimentos)	Confirmação	19
17-Mar-03	MP	Ivete	Ivete: Não era isso que estava a pensar. Como se contabiliza isso? Carla: Aqui tem quanto é Investigador: (olhando para a tabela) Quantidade em uma fatia, tantas calorias...	Confirmação	20
17-Mar-03	MP	Carla	Ivete: Pois! Mas não era isso que estava a pensar. Carla: Como é que eles determinam essas calorias?	Confirmação	21
17-Mar-03	MP	Ivete	Ivete: Sim, é no calorímetro não é? Investigador: É Ivete: É. Só que eu não consegui encontrar as quantidades a ser queimadas...	Confirmação	22
17-Mar-03	MP	Ivete	1 Pão/5 bolachas? (a quantidade de calorias que tem um pão é a mesma que tem 5 bolachas?)	Confirmação	23
17-Mar-03	MP	Carla	Carla: Olha se fizermos assim! Pegávamos numa pessoa, não uma pessoa em específico, uma pessoa geral. Começamos do início, desde a alimentação, o exercício até as calorias que ela precisa, percebes? Tipo o roteiro que ela pode fazer... Ivete: Para uma vida correcta... Carla: Desde a alimentação, a exercícios, a calorias, tudo, percebes?	Transformação	24

17-Mar-03	MP	Ivete	Ivete: Depois comparou-se com... porque ela olha... ela acha-se gorda... olha para não sei quanto, e não sei quanto até parece magro e não sei quanto até parece gordo. Será que é mesmo? Depois fazemos as medidas como está aqui (mostra o manual da balança)... Aqui tem estes indivíduos...esse parece magro, esse é normal, esse parece gordo, mais ou menos assim. Depois quando foram ver não tinha nada a ver. Se calhar a mais gorda até era a mais magra porque aparentava mais gorda. Depois com base nisso...	Transformação	25
17-Mar-03	MP	Ivete	Ivete: Nós... é assim! Isso é mesmo muito complexo, não é?	Confirmação	26
17-Mar-03	MP	Ivete	Ivete: Depois nós tínhamos pensado, há uma, um método que se utiliza que é a Bio impedância para determinar a percentagem de gordura corporal, não sei se já ouviu falar?	Confirmação	27
17-Mar-03	MP	Ivete	Ivete: Não, mas gostávamos de saber como é que funciona, como se pode fazer essa experiência para medir, descobrir?	Confirmação	28
17-Mar-03	MP	Ivete	Ivete: e depois gostávamos de perguntar ao professor se existe um calorímetro aqui, ou no departamento?	Confirmação	29
17-Mar-03	MP	Ivete	Ivete: E será que podemos ver um? Se calhar... Professor: Ver um? O que é que é “ver um”? Ivete: Ver um eu nunca vi um calorímetro	Confirmação	31
24-Mar-03	MP	Carla	Investigador: Estais se sentindo perdida? Carla: Eu estou! Porque ainda ontem estava a falar sobre isso. Ele perguntou: Mas o que vão fazer mesmo? Eu fiquei assim um bocado, o que nós vamos fazer mesmo?...	Confirmação	32

24-Mar-03	MP	Carla	<p>Ivete: Bem eu acho que a ideia... a ideia...</p> <p>Carla:... O que eu iria dizer... nós temos várias ideias...</p> <p>Ivete:... da rapariga que quer saber o seu estado físico...</p> <p>Carla: Já deveríamos começar a fazer tipo um guião... entendes?</p> <p>Patrícia: Tratamos disso na Quarta-feira...</p> <p>Carla: Fica a ideia da rapariga? Foi só uma ideia ou fica?</p>	Confirmação	33
24-Mar-03	MP	Ivete	<p>Ivete: Eu acho interessante. Porque é assim! Não podemos falar de várias, por exemplo, como é que isto se pode, se pode conjugar com a termodinâmica? A única maneira, não é? Porque são coisas tão diferentes.</p> <p>Carla: Exacto!</p> <p>Ivete: A única maneira, se calhar, exactamente é a rapariga tentar perceber as coisas. Porque, temos que ter alguma ligação...</p>	Transformação	34
24-Mar-03	MP	Carla	<p>Carla: Criar uma história, não é?</p> <p>Ivete: Não sei como, mas... (pausa)</p> <p>Carla: Então, pondo a rapariguinha à pensar... depois ela irá se pesar...</p> <p>Ivete: Não acha?</p> <p>Investigador: Acho uma boa ideia</p>	Confirmação	35
31-Mar-03	MP	Ivete	<p>Ivete: Ele disse... (pausa, balbucia com a Patrícia) ele disse que não sabia como é que se fazia, porque não consegui... não... pronto, nunca pensou nisso, como é... eu perguntei-lhe como é que se pode queimar açúcar, como é que se queima o açúcar? Vamos ter que estar constantemente com uma chama, qualquer coisa assim...</p>	Transformação	36

31-Mar-03	MP	Ivete	Ivete: Um impulso eléctrico. É assim, há duas medidas que se pode fazer, num circuito a resistência e a reactância. Não percebo muito bem o que é reactância e qual a diferença? Mas pronto na reactância tem a ver com a diferença de potencial e depois é assim... Eu não sei explicar isso muito bem, temos uma célula e o potencial dentro e fora da célula é diferente, então há uma diferença de potencial...	Transformação	37
31-Mar-03	MP	Ivete	Ivete: Tendo em conta que as células adiposas não tem membrana celular... é verdade?	Confirmação	38
21-Abr-03	MP	Ivete	Ivete: Depois tem a fotografia dela, que nós vamos inventar a personagem. Depois é tipo banda desenhada. Ela vai numa loja a vestir calças e não encontra, porque ela assim para o gordinho. Depois ela está desesperada... Depois tem assim uma série de imagens (apontado para os rascunhos da Figura 3) que depois vamos tentar fazer. Tem o bilhete de identidade, depois tem numa loja, as calças não servem depois ela sai da loja e passa assim por umas raparigas magras, todas jeitosas... Depois ela desesperada nada lhe serve. Depois, ela pergunta: Será que sou assim tão gorda? Será que sou tão diferente da maioria?	Transformação	39
21-Abr-03	MP	Ivete	no trabalho, vai ser ela (Lara) a ver na Internet... quando ela vai, ela vai ver sobre como posso determinar se estou gorda, ela ver que existe este método da balança (BIA) e por acaso tem um estudo que foi aqui, não é! Pronto! Entretanto, quando ela está a ver na Internet também há uma explicação de como a balança funciona, só que é na Internet. É ela que está a ver, não somos nós que estamos a explicar, ela é que está a ver na Internet... Investigador: eu sei.... Ivete: Não sei se estão a entender a ideia? Depois entretanto ela	Confirmação	40

21-Abr-03	MP	Ivete	Ivete: Pronto! Depois ela pergunta, afinal, isso tudo em slide, por causa do "filme"... Eu pensei nisso o tempo todo, é sério, depois ela pergunta: Como é que posso ficar em forma? E pensa em ir para um ginásio... depois, pronto! Ela está num ginásio, a andar de bicicleta e pensa assim: Então, quantas calorias gasto nas actividades que eu faço? E vai a Internet, vai a Internet e vê sobre o calorímetro humano. Pronto! Há uma explicação sobre como é o calorímetro humano, e depois se calhar a tal tabela com os gastos...	Transformação	41
21-Abr-03	MP	Carla	Carla: Então já não se faz a maqueta? Ivete: É assim, não sei se encaixa muito bem, não é? Investigador: Vocês são quem decidem. Patrícia: Não acho que tenha... Depois meter a maqueta, já não, acho que não.	Confirmação	42

21-Abr-03	MP	lvete	<p>entretanto ela chega a casa cheia de fome e vai comer uma coisa com muitas calorias, e as tantas, vê o rótulo e vê que tem essas calorias. Então ela pensa: Então, afinal de onde vem a energia que eu uso? Não é? A energia que eu gasto donde é que vem? Os alimentos... (olha para os rascunho, Figura 3) Como é que colocamos aí? Os alimentos são energia?</p> <p>Cidália: Não! O alimento é combustível</p> <p>Inês: É combustível... Depois vai a Internet e vê outra vez, pronto e depois ela até podia pedir a um professor para dar uma vista d'olhos. Porque isso é uma experiência, assim como nos fizemos, por exemplo, a experiência para determinar o pH, uma experiência de... aquelas experiências básicas de laboratório, eles fazem lá estas da energia dos alimentos. É mesmo uma coisa muito simples que eles fazem, tem uma lata põe aqui a comida, a lata tem água com o termómetro, põe aqui a comida e depois o que acontece! Lembra-se que tínhamos aquela dúvida que o</p>	Transformação	43
21-Abr-03	MP	lvete	<p>personagem Lara) vai perguntar: afinal quantas calorias gasta em diferentes actividades? Nos vamos dizer o que é uma caloria. A definição de caloria. A ideia de que caloria é energia... caloria é energia. Depois, ela vai dizer assim: "lembro-me de uma aula de química..." e vai enunciar a primeira lei da termodinâmica. E... depois ela vai, pronto... temos aqui um texto (passa a ler): Foi verificado experimentalmente como a 1ª lei da termodinâmica aplica-se aos seres vivos, colocando os seres vivos no calorímetro durante alguns dias... pronto, depois tem a explicação... depois tem a explicação de como é que funciona... Põe-se uma pessoa contabiliza-se a energia que lhe é dada através da comida, depois as fezes... depois, afinal o que é um calorímetro? Pronto, ai</p>	Transformação	44
21-Abr-03	MP	lvete	<p>Perguntou: “O que vamos falar hoje com o professor?”</p>	Confirmação	45

28-Abr-03	MP	Ivete	<p>Professor: Lamparina, mas com uma torcida! Põe-se o óleo, a queima do óleo provocava o aquecimento da água numa lata...</p> <p>Ivete: Mas qual era o objectivo? No fim o que determinava?</p> <p>Professor: Era determinar o calor de combustão. O calor do óleo. Evidente que havia erros grandes, mas fazia-se uma coisa interessante, fazia-se a calibração do calorímetro queimando...</p>	Transformação	46
28-Abr-03	MP	Ivete	<p>Ivete: Mas o calorímetro...?</p> <p>Professor: Uma, um álcool cujo calor de combustão era conhecido. Portanto nos calibrávamos o calorímetro...</p> <p>Inês: Mas o calorímetro...?</p> <p>Professor: Ou não éramos nós, eram os alunos...</p> <p>Inês: O que era o calorímetro, professor?</p>	Confirmação	47
28-Abr-03	MP	Ivete	<p>Professor: Sim!</p> <p>Inês: E eu... Nós encontramos um site na Internet que dizia, por exemplo se aplicarmos uma corrente eléctrica ao tecido a corrente que detectamos é inferior à corrente que aplicamos, ou seja, como se houvesse ali alguma corrente que se perde. Mas isso é,...</p> <p>Eu não consegui entender o que é que se mede? Eles dizem assim... (folheando papéis)... Eles dizem assim se aplicarmos uma corrente eléctrica a uma pessoa verificamos que nem toda a corrente aplicada é detectada. O que é que se mede? A intensidade de corrente é o que?</p>	Transformação	48



28-Abr-03	MP	Ivete	<p>dizer, o que é a diferença de potencial. Só que a diferença de potencial é igual a intensidade de corrente vezes a resistência. Portanto, quanto maior, quando maior for a resistência menos será, para a mesma diferença de potencial, menor será a intensidade de corrente.</p> <p>Inês: Mas a intensidade de corrente é constan... É quando temos uma resistência, nosso corpo é basicamente uma resistência ou muitas resistências, a intensidade de corrente, quando está em série, antes e depois dessa resistência é a mesma, não é?... Se puser um amperímetro antes ou depois da resistência começa a correr, não é? O que eles medem afinal? Eu entendo a ideia, mas... eles até tinham um esquema... com um assim, musculo, por exemplo, corrente a entrar, nós movíamos, depois eles tinham assim um esquema assim com uma setinha (mostra desenho esquemático do amperímetro). Depois, por exemplo com a gordura a setinha estava mais para aqui, detecta menos o que?</p> <p>Professor: Não! Vamos cá ver, vamos cá ver! ...</p>	Transformação	49
19-Mai-03	MP	Ivete	Inês: Joule por gramas graus, não é?	Confirmação	50
23-Mai-03	MP	Carla	<p>Ivete: Sim! Não é isso que estou a dizer... baseando neste método... utilizando no entanto hanh. Podemos realizar a seguinte experii...</p> <p>Carla: Então é assim baseando no método o que é que fazes? A experiência. A experiência com o calorímetro mais rudimentar. Acho que fica melhor essa ordem, não é?</p> <p>Ivete: Baseando-nos... baseando-nos neste método...</p> <p>Carla: Tu começa baseando neste método, qual é a pergunta que surge: o que é que fazes? A experiência. Depois com o calorímetro rudimentar.</p>	Transformação	51

12-Jun-03	MP	Carla	1. Se aumentam na mesma proporção como posso saber se a temperatura aumenta mais que o volume?	Transformação	52
12-Jun-03	MP	Carla	2. É possível um processo ser endotérmico e exotérmico ao mesmo tempo?	Transformação	53
12-Jun-03	MP	Carla	3. O que é processo espontâneo?	Confirmação	54
12-Jun-03	MP	Carla	4. Qual a relação (espontaneidade) com a velocidade?	Confirmação	55
12-Jun-03	MP	Patricia	1. Será que a temperatura aumenta na mesma proporção que o volume?	Transformação	56
12-Jun-03	MP	Patricia	2. Como sei que a temperatura aumenta mais que o volume?	Confirmação	57
12-Jun-03	MP	Patricia	3. É possível que um processo ser endotérmico e exotérmico?	Confirmação	58
12-Jun-03	MP	Patricia	4. Como é que a velocidade de uma reacção se relaciona com o tipo de processo?	Confirmação	59
28-Nov-02	Teórica	Ivete	Quando exerço uma compressão adiabática (não há troca de calor) o volume diminui e portanto os choques entre partículas são mais frequentes. A temperatura vai aumentar?	Confirmação	60
28-Nov-02	Teórica	Ivete	Entrevistador: Ok! ... aumenta ou diminui? ... não complica não, pensa simples ... Ivete: não mas! é porque é assim, o volume aumenta, não é? então a pressão devia diminuir, então são inversamente proporcionais, (escreve enquanto fala, ver figura 4) $V$ é igual a $T$ sobre $P$ ... então são inversamente proporcionais, mas também temos de ter em conta que a temperatura é maior que lá ... porque! foi isso que me confundiu, a pressão, ué... o volume aumenta, não é? mas uma vez que ela está mais agitado ... eu não sei quem me propôs isso, diz-me que a pressão de um gás fechado, tá fechado, não é ?	Confirmação	61

12-Jun-03	TP	Carla	<p>Química Nuclear</p> <p><math>{}^9_9\text{F}</math> tem 9 prótons e 10 neutrões e tem uma massa de 18,9984</p> <p><math>m_p = 1.007825</math></p> <p><math>m_n = 1.008665</math>,</p> <p><math>9 \times 1.007825 + 10 \times 1.008665 = 19,1578</math></p> <p>19,1578 é 0.1587 superior a 18,9984 esta diferença designa-se defeito de massa. Para onde foi a massa?</p>	Transformação	62
5-Dez-02	Teórica	Ivete	Podemos determinar se a reacção ocorre ou não olhando para a entropia ou a energia de Gibbs?	Transformação	63

Nº	Turma	Perguntas
3	1A	A temperatura do nosso corpo é resultado de quê?
3	1A	Porque é que quando fazemos qualquer tipo de esforço aqueçemos?
22	1A	Porquê que se consome 1g de glicose em cada 2 minutos quando estamos a estudar Química, e só queimamos 1g de glicose 1 minuto ao pedalar num bicicleta?
4	1A	<b>2- Queima-se o dobro da energia no exercício físico relativamente ao exercício mental?</b>
21	1A	<b>2- Porque é que queimamos 1g de glicose em aproximadamente 1 minuto ao pedalar numa bicicleta, enquanto que ao estudar Química, em 2 minutos, queimamos também 1g de glicose?</b>
2	1A	<b>2- No futuro, com a evolução das espécies animais, será possível utilizar-se outra substância combustível, que não a glicose? Ou a glicose é insubstituível?</b>
15	1A	<b>2- De que modo é que a glicose é usada como combustível?</b>
1	1A	<b>"Nas células animais a glicose é usada como combustível." E nas células vegetais? Continua a ser a glicose?</b>
25	1A	<b>2- Porque é que os hidratos de carbono sendo muito energéticos são alimentos típicos de uma dieta?</b>
1	1A	<b>É só a glicose que é usada como combustível? Ou existe algum outro Hidrato de Carbono com a mesma finalidade?</b>
2	1A	<b>1- Quais são os animais ou outros seres que conseguem digerir a celulose?</b>
9	1A	<b>1- Quais as características e qual a razão para que a celulose não seja digerível?</b>
8	1A	<b>1- Como ocorre a digestão da celulose uma vez que este é um composto complexo e a parede dos intestinos apenas permite a absorção de compostos no estado mais simples?</b>
10	1A	Porque razão a celulose não é digerida? Temperatura inadequada para que a reação ocorra? Algum tipo de ligação que não se consegue quebrar?
27	1A	<b>2- Em que aspecto a glicose ajuda no funcionamento dos intestinos?</b>
21	1A	<b>1- Que outros hidratos de carbono são digeríveis pelo nosso organismo?</b>
12	1A	<b>2- Porque é que apenas alguns hidratos de carbono são digeríveis?</b>
15	1A	<b>1- O que é que acontece aos hidratos de carbono que não são digeríveis?</b>
7	1A	<b>2- Qual a quantidade de água que libertamos pelos poros da pele aproximadamente (num indivíduo padrão) aquando desse minuto a uma velocidade de 20km/h numa superfície plana?</b>
27	1A	<b>1- Quais as características que a celulose tem para não ser digerida?</b>
4	1A	<b>1- Porque é que a celulose não é digerida?</b>
11	1A	Gostaria de saber como é que a celulose ajuda o funcionamento dos intestinos e porque é que esta não é digerida?
25	1A	<b>1- O que significa "fibra primária"?</b>
12	1A	<b>1- Como é feita a "quebra" de amidos e açúcares em glicose?</b>
13	1A	<b>2- Porque é necessário glicose?</b>
27	1A	<b>3- Como se dá a transformação dos hidratos de carbono digeríveis em glicose?</b>
9	1A	<b>2- Qual os mecanismos de transformação dos hidratos de carbono em glicose?</b>
8	1A	<b>2- Como se dá a "activação" das enzimas em relação ao composto sobre a qual deve actuar?</b>
7	1A	<b>1- Qual a entalpia padrão para a combustão de frutose?</b>
17	1A	Qual a diferença entre entalpia padrão e entalpia específica.
13	1A	<b>1- Explique a que se deve a entalpia padrão para a combustão da glicose?</b>
20	1A	Não Perguntou!
5	1A	Não Perguntou!

14	1A	Não Perguntou!
6	1A	Não Perguntou!
24	1A	Não Perguntou!
18	1A	Não Perguntou!
19	1A	Não Perguntou!
26	1A	Não Perguntou!
23	1A	Não Perguntou!
16	1A	Não Perguntou!
10	1B	<b>2- Como é que as células conseguiram evoluir ao ponto de suportar as quantidades de energia que elas próprias produzem?</b>
9	1B	<b>2- Porque a glicose queimada a pedalar numa bicicleta num minuto é igual ao estudar Química 2 minutos, se esforço físico na bicicleta é maior?</b>
4	1B	<b>2- Para onde vão os 16kJ de energia da oxidação da glicose quando estamos a estudar Química? Para o exterior? Ou é aproveitada?</b>
1	1B	<b>Como é que queimamos em 2 minutos a estudar que em 1 minuto a pedalar.</b>
8	1B	<b>Pode-se comparar a quantidade de glicose queimada durante o estudo e quando se está em actividade física?</b>
22	1B	<b>1- De que maneira a glicose funciona como combustível nas células animais?</b>
12	1B	<b>2- Em que medida é que o estudo - actividade que não requer grande movimento - pode ser responsável pela queima de glicose (pelo menos numa proporção tão elevada relativamente à actividade de andar de bicicleta)?</b>
20	1B	<b>1- Em que medida é que o exercício físico acelera a combustão da glicose?</b>
2	1B	<b>2- Se 1g de glicose para dióxido de carbono e água produz 16kJ, se uma pessoa ingerir muita quantidade de glicose o que é que acontece com toda a energia produzida? Não é toda gasta?</b>
8	1B	<b>2- Que fenómenos se dão no nosso metabolismo que permitam queimar glicose?</b>
26	1B	<b>2- O aquecimento do nosso corpo ao fim de algum tempo de exercício físico é devido à oxidação de glicose?</b>
12	1B	<b>1- Sendo os hidratos de carbono responsáveis por tanta energia e sabendo que obesidade é em termos grosseiros energia acumulada não seria de esperar que uma dieta típica evitasse os hidratos de carbono?</b>
3	1B	Nas células vegetais a glicose também não é utilizada como "combustível"? (Não para movimentar mas para o crescimento da planta)
11	1B	<b>2- Como é que a glicose é usada como combustível (se possível gostava que explicasse o processo)?</b>
20	1B	<b>2- A glicose é considerada combustível por produzir energia ou por mais alguma razão?</b>
15	1B	O que é que o nosso organismo não tem que leva a não digerir a celulose?
17	1B	Qual o processo no qual a celulose ajuda no funcionamento dos intestinos? Como ocorre?
10	1B	<b>1- Como é que a celulose ajuda no funcionamento dos intestinos? Qual é o processo?</b>
5	1B	De que maneira é que a celulose ajuda o funcionamento dos intestinos?
16	1B	<b>2- Como é que a celulose regula a actividade intestinal?</b>
4	1B	<b>1- Como é que a celulose ajuda o funcionamento dos intestinos?</b>
2	1B	<b>1- Como é que funcionam os hidratos de carbono não digeríveis, tal como a celulose na ajuda do funcionamento dos intestinos?</b>
1	1B	<b>Em que é usada a glicose nas células humanas?</b>
9	1B	<b>1- Porque razão a celulose não é digerível?</b>
22	1B	<b>2- Qual o mecanismo para a "digestão" da celulose?</b>
16	1B	<b>1- Porque é que a celulose não é digerida?</b>
8	1B	<b>1- Que característica apresenta a glicose para ser solúvel na corrente sanguínea enquanto que a celulose não?</b>
26	1B	<b>1- Porque a celulose sendo também um hidrato de carbono, não é digerível como o amido e os açúcares?</b>
11	1B	<b>1- Qual é o papel importante da fibra primária na nossa dieta?</b>
7	1B	O que se quer dizer como "fibra primária, Qual vai ser a sua função?
18	1B	O que são, mais propriamente, fibras primárias?

19	1B	Como se define e distingue entalpia padrão de entalpia específica?
23	1B	Qual o rendimento que este resumo tem? Este resumo é "rentável" em que circunstâncias?
13	1B	Não Perguntou!
6	1B	Não Perguntou!
14	1B	Não Perguntou!
21	1B	Não Perguntou!
25	1B	Não Perguntou!
24	1B	Não Perguntou!
16	1C	<b>1- Como a actividade física é suplantada, em termos de queima de calorias, pela actividade cerebral? Se para queimar 1g de glicose basta "estudar" 2 minutos ou seja não há esforço físico?</b>
23	1C	<b>2- Como é que fazendo exercício perdemos as mesmas calorias que ao estudar química?</b>
15	1C	<b>Existe uma relação entre a energia que se perde no exercício físico ou num exercício mental?</b>
4	1C	"O nosso organismo quebra-os em glicose, que é solúvel na corrente sanguínea e pode ser transportada para as células." Devo então concluir que a glicose é então responsável pela energia num indivíduo?
11	1C	Sabemos que a glicose nas células animais é usada como combustível, este combustível é energia para as células, mas então será produzido na forma de ATP?
7	1C	Porque é que a celulose, que nem sequer é digerida, ajuda ao funcionamento dos nossos intestinos?
22	1C	Se a celulose não é digerível de que forma é que ela pode ser "expulsa", ou queimada para fora do nosso corpo?
15	1C	<b>Como é que a celulose que não é digerida é importante no bom funcionamento dos intestinos?</b>
3	1C	Porque é que a celulose não é digerida?
19	1C	<b>1- Se a celulose não é digerível então como é que é "expulsa" do nosso organismo?</b>
19	1C	<b>2- Será que um excesso de glicose é prejudicial ao nosso organismo?</b>
23	1C	<b>1- Como é que o açúcar, mesmo sendo um hidrato de carbono digerível, pode contribuir para uma dieta típica?</b>
14	1C	Porque é que se toma hidratos de carbono digeríveis quando se pretende fazer dieta, se estes vão ser consumidos? Como é que estes hidratos de carbono ajudam na dieta?
21	1C	<b>2- Porque razão a celulose não pode ser digerida pelo organismo?</b>
2	1C	<b>2- Quais as propriedades químicas da celulose para não poder ser digerida?</b>
17	1C	<b>Porque a celulose não é digerida e porque que desempenha um papel tão importante?</b>
5	1C	<b>1- Porque é que a celulose não é digerida?</b>
6	1C	Porque é que a celulose não é digerível, já que é formada por açúcares que também compõe outros hidratos de carbono digeríveis?
5	1C	<b>2- Porque desempenha (celulose) um papel importante como fibra primária na nossa dieta?</b>
21	1C	<b>1- De que tipo são as ligações existentes na molécula de glicose?</b>
1	1C	<b>Como é que os amidos e açúcares são quebrados com glicose?</b>
2	1C	<b>1- Como funciona a quebra dos hidratos de carbono em glicose?</b>
8	1C	Que tipo de reacção acontece na passagem dos hidratos de carbono a glicose? E como se quebram?
13	1C	A glicose nas células animais é utilizada como combustível, ou seja, para produzir energia, esta energia então será produzida em forma de ATP. Que tipo de reacção existe para os hidratos de carbonos se transformarem em glicose? E que tipo de reacção existe quando a glicose transformada em ATP faz o funcionamento das células?
16	1C	<b>2- Qual a importância da entalpia específica da glicose?</b>
1	1C	<b>O que se pode entender por entalpia?</b>

17	1C	O que é a entalpia padrão?
24	1C	1- O que significa em termos químicos "Queimamos 1g de glicose..."?
24	1C	2- Como é que é possível que a oxidação de 1,0g de glicose para dióxido de carbono e água produz 16 KJ, que é a energia suficiente para aquecer 1L de água?
18	1C	Não Perguntou!
9	1C	Não Perguntou!
12	1C	Não Perguntou!
20	1C	Não Perguntou!
10	1C	Não Perguntou!
25	1C	Não Perguntou!
1	1D	Quantas gramas (qual a quantidade) de glicose queimamos quando nos deslocamos de casa à escola e vice-versa durante 20 minutos?
30	1D	1- Como é que ao estudar química num minuto conseguimos queimar metade das calorias em comparação com 1 minuto ao pedalar na bicicleta, não sendo a primeira actividade um esforço propriamente físico?
30	1D	2- Seguindo o mesmo raciocínio de cima, porque que após uma tarde de estudo sente-se não só a mente, mas também o corpo fatigado?
27	1D	2- Que estudo (experiência) comprovou que gastamos tal energia a estudar?
28	1D	2- Como é possível que em 1 minuto de esforço físico se queime tanto como em 2 minutos de estudo?
29	1D	2- Porque é que queimamos 1g de glicose em aproximadamente 1 minuto ao pedalar numa bicicleta, ou em cada 2 minutos ao estudar química?
25	1D	2- Porque razão a glicose é usada como combustível?
3	1D	1- Porque é que em 2 minutos a estudar Química queimamos 1g de glicose?
26	1D	1- Porque se diz que a glicose é usada como combustível? Por fornecer energia?
27	1D	1- De que forma a celulose ajuda no funcionamento dos intestinos?
4	1D	Qual o papel sumariamente descrito da celulose para o funcionamento dos intestinos?
24	1D	2- Não sendo a celulose digerida, como é possível ajudar no funcionamento dos intestinos?
23	1D	2- Que propriedades apresentam hidrocarbonetos, como a celulose, que permitem que estes ajudem o funcionamento dos intestinos e não sejam digeridos?
28	1D	1- Como é que quebram as ligações de glicose nos nossos intestinos?
24	1D	1- O que é que permite distinguir se um hidrato de carbono é digerível ou não?
29	1D	1- Porque é que nem todos os hidratos de carbono são digeríveis?
2	1D	1- Porque é que nem todos os hidratos de carbono são digeríveis?
14	1D	Como é que os hidratos de carbono são quebrados em glicose, pelo nosso organismo? Que mecanismos intervêm nesta actividade?
13	1D	Não haverá maneira de sermos como os coelhos?
10	1D	Existem açúcares que são mais facilmente absorvidos pelo organismo, quais são e como funciona essa absorção e a eficiência (em termos desportivos por exemplo)?
25	1D	1- Porque razão a celulose não é digerida?
3	1D	2- Porque é que a glicose não é digerida?
13	1D	Porque é que é tão difícil digerir a glicose?
5	1D	Porque motivo alguns dos hidratos de carbono não são digeríveis?
6	1D	Quais as propriedades químicas dos hidratos de carbono que faz com que estes se digiram mais facilmente que outro tipo de alimentos?
23	1D	1- Por que razão nem todos os hidratos de carbono são digeríveis? (Como o caso da glicose)
11	1D	Que outros hidratos de carbono não são digeríveis?
2	1D	2- A oxidação de 2g de glicose para CO <sub>2</sub> e H <sub>2</sub> O irá produzir 2 x 16KJ = 32KJ?
19	1D	Como é que 1.0g de glicose produz para o dióxido de carbono e água 16KJ?

26	1D	<b>2- Quão difícil é queimar a glicose?</b>
18	1D	Não Perguntou!
9	1D	Não Perguntou!
22	1D	Não Perguntou!
31	1D	Não Perguntou!
12	1D	Não Perguntou!
21	1D	Não Perguntou!
32	1D	Não Perguntou!
17	1D	Não Perguntou!
20	1D	Não Perguntou!
15	1D	Não Perguntou!
16	1D	Não Perguntou!
7	1D	Não Perguntou!
8	1D	Não Perguntou!
21	2A	1- Como é possível queimar 1g de glicose em 2 minutos a estudar Química? 2- Quem calcula esse processo e como?
22	2A	O esforço que dispndemos a pedalar uma biscicleta é metade do que se estivermos a estudar química?
2	2A	Pedalar numa bicicleta dispnde muito mais esforço que estudar química (pelo menos nos tempos em causa), então como é possível queimar em ambos os processos 1g de glicose?
12	2A	Porque o exercício mental consome em 2 minutos a mesma energia que o exercício físico em 1 minuto.
16	2A	Porque que a fazer exercício físico (que normalmente se diz que a maneira de se queimar calorias mais facilmente) só se queima 1g por minuto e estudando (que se está numa posição quase estática) queima-se 1g por 2 minutos?
15	2A	<b>Qual a razão gastamos mais energia a estudar do que em exercícios físicos?</b>
14	2A	<b>Qual a razão que o esforço mental gasta mais energia que o esforço físico?</b>
5	2A	Como é possível queimar 1g de glicose e apenas 2 minutos a estudar, quando se queima o mesmo num minuto a pedalar?
8	2A	<b>Porque gastamos menos energia a estudar Química do que a andar de bicicleta.</b>
19	2A	<b>2- Qual a quantidade de glicose que queimamos num dia do quotidiano (trabalho, desporto, dormir, etc)?</b>
7	2A	<b>1- Como é que a celulose intervém ao nível dos intestinos?</b>
11	2A	<b>Sendo a celulose um hidrato de carbono que não é digerível, como é que a podemos usar na nossa dieta?</b>
7	2A	<b>2- De que forma se pode "perder" mais glicose? 3- De que outra forma pode ser "recuperada a glicose sem ser através dos hidratos de carbono (se é que existe outra forma de recuperação)?</b>
6	2A	De que forma é que a glicose é importante no funcionamento dos intestinos?
13	2A	<b>Do ponto de vista desportivo, quais são os hidratos de carbono mais aconselhados, para um exercício intenso, como é a maratona?</b>
15	2A	<b>Qual a razão pela qual a celulose não é digerível?</b>
14	2A	<b>Qual a razão pela qual a celulose não é convertida também em glicose?</b>
11	2A	<b>Com a ingestão em excesso de glicose poderá ocorrer que nem toda se transforme? O que lhe sucede?</b>
13	2A	<b>Devem-se ingerir hidratos de carbono de síntese simples ou de síntese complexa?</b>
19	2A	<b>1- Qual é a entalpia padrão da reacção de fermentação = processo em que há também produção de energia?</b>
8	2A	<b>Porquê as diferenças de entalpia padrão de um matariais para outros?</b>
17	2A	Não Perguntou!
18	2A	Não Perguntou!
1	2A	Não Perguntou!
10	2A	Não Perguntou!
26	2A	Não há questões a colocar!
3	2A	Não Perguntou!



4	2A	Não Perguntou!
24	2A	Não Perguntou!
25	2A	Não Perguntou!
27	2A	Não Perguntou!
23	2A	Não há questões a colocar!
9	2A	Não Perguntou!
20	2A	Não Perguntou!
17	2B	<b>Podemos então afirmar que se estudarmos o dobro de Química em relação ao exemplo dado, tem o mesmo efeito que andar de bicicleta?</b>
13	2B	Então ao pedalar, quanto é que 1 célula do meu corpo gasta de glicose por minuto? E a estudar Química?
11	2B	<b>Será que estudar cansa mais do que andar de bicicleta?</b>
3	2B	<b>Se queimamos 1g de glicose em aproximadamente 1 minuto ao pedalar de de em cada 2 minutos enquanto estudamos, podemos considerar que a alimentação (a dieta) de um ciclista de alta competição é a ideal para um estudante. Mas não será a actividade mental prolongada bem mais desgastante do que uma corrida de bicicleta (considerando o mesmo espaço de tempo)? E assim não terá um estudante que ter um "suplemento" extra na sua alimentação? Qual o melhor suplemento?</b>
25	2B	<b>Utiliza-s muitas vezes a frase "queimar gorduras", no sentido de emagrecer. Mas o que quer realmente dizer "queimar" glicose em termos biológicos? Que processo ocorre e o que acontece a essa glicose queimada?</b>
14	2B	<b>Se por cada 1g de glicose aumenta 4°C a 1l, muita glicose pode provocar febre?</b>
14	2B	<b>Até que temperatura uma célula animal pode ir ao degradar a glicose sem destruir nenhuma organela?</b>
21	2B	<b>Porque é que a glicose nas células animais é usada como combustível?</b>
9	2B	<b>Depois da combustão o que acontece à energia produzida? Como ocorre o processo de combustão da glicose?</b>
8	2B	<b>Será que não existe outra substância (para além da glicose) que poderá ser usado como "combustível", mas que seja mais rentável, mesmo que essa substância seja mais difícil de se obter? (Mesmo que não seja natural)</b>
18	2B	<b>Como se queima a glicose? (Em termos de processo)</b>
16	2B	A celulose não é digerida apenas por nós, ou por todos os animais? (a razão desta questão prende-se com o facto de que ainda hoje muitos animais nomeadamente suínos são alimentados à base de vegetais, ricos em celulose. Se a sua alimentação é exclusivamente vegetal, será que já não têm a capacidade de degradar a celulose?)
17	2B	<b>De que forma a celulose interfere na regulação dos intestinos?</b>
11	2B	<b>Como a celulose interfere na regulação dos intestinos?</b>
2	2B	De que forma a celulose, como "fibra" ajuda no funcionamento dos intestinos?
22	2B	Como é utilizada a glicose pelos animais?
4	2B	<b>Quais os benefícios que a glicose pode proporcionar ao organismo?</b>
4	2B	<b>Porque se diz que a glicose é fundamental para o bom funcionamento do cérebro?</b>
5	2B	Qual a quantidade de glicose que seria necessário para não haver excesso nem falta da mesma no nosso organismo?
5	2B	Quais as consequências para o nosso organismo se possuímos excesso ou falta da mesma (glicose)?
3	2B	<b>Quais as condições ideais para que a reacção química acima ocorra (temperatura, etc)?</b>
6	2B	<b>A nível celular, como ocorre a reacção dada, e que interacções são realizadas com todos os componentes celulares?</b>
25	2B	<b>Porque é que a celulose não é digerida?</b>
9	2B	<b>Porque é que a celulose não é digerida?</b>
24	2B	Porque é que a celulose não é digerida? Se não é digerida, como gastamos, qual a função dela no nosso organismo?
18	2B	<b>Porque a celulose não é digerida?</b>
12	2B	Existem outros tipos de fibra além da "primária"? Quais as suas funções?
15	2B	O que são fibras primárias?

8	2B	<b>O que acontece à glicose absorvida se não a utilizamos? O que acontece se necessitarmos de glicose e não a tivermos absorvido?</b>
19	2B	Como é que o organismo quebra a glicose?
19	2B	O que são hidratos de carbono digeríveis?
1	2B	Qual o processo que ocorre para que os hidratos de carbono se quebrem e origine a glicose?
21	2B	<b>Porque é que nem todos os hidratos de carbono são digeríveis?</b>
6	2B	<b>Qual o processo químico de transformação dos açúcares?</b>
7	2B	Porque é que a entalpia padrão para a combustão da glicose tem um número tão elevado?
10	2B	Não Perguntou!
23	2B	Não Perguntou!
20	2B	Não Perguntou!
5	2C	Como é possível queimar 1g de glicose, se apenas estamos a raciocinar?
11	2C	<b>Porque é que o corpo não aquece quando estamos a estudar química, como aquece quando estamos a pedalar uma bicicleta?</b>
11	2C	<b>Quantos gramas de glicose queimamos a estudar Física?</b>
9	2C	<b>Haverá outros hidratos de carbono capazes de fornecer mais energia que a glicose?</b>
9	2C	<b>Porque é a glicose solúvel na corrente sanguínea?</b>
9	2C	<b>Qual a razão porque hidratos de carbono como o amido e açúcares são digeríveis, e outros como a celulose não?</b>
3	2C	<b>Estes podem ser considerados como "fibras"?</b>
3	2C	<b>Porque é que nem todos os hidratos de carbono são digeríveis?</b>
10	2C	Não Perguntou!
2	2C	Não Perguntou!
1	2C	hehe!...há coisas bem melhores para queimar calorias!!! Não tenho questões. O texto é meramente informativo
7	2C	Não Perguntou!
6	2C	Não Perguntou!
8	2C	Não Perguntou!
15	2C	Não Perguntou!
14	2C	Não Perguntou!
12	2C	Não Perguntou!
13	2C	Não Perguntou!
4	2C	Não Perguntou!
15	2D	<b>Como se calcula o nº de calorias gastas nas nossas actividades?</b>
18	2D	Supostamente ao estudar, estamos praticamente imóveis enquanto que ao andar de bicicleta acabamos por libertar muito mais energia. Como é que não sentimos essa libertação ao estudar, já que é ainda metade da 1ª?
9	2D	Porque é queimada a mesma quantidade de glicose para apenas o dobro do tempo a estudar Química se para esta actividade não há esforço físico
21	2D	<b>Se conseguimos tão facilmente queimar a glicose porque é que há pessoas com dificuldades em emagrecer?</b>
7	2D	Qual a vantagem de ter uma dieta rica em hidratos de carbono, se não se sabe se a pessoa faz exercício físico, ou seja, acumula glicose nas células não a queimando?
14	2D	<b>Os hidratos de carbono não digeríveis têm sempre um papel importante a nível alimentar (como o caso da celulose que funciona como "fibra" primária)? Podem dar alguns exemplos?</b>
14	2D	<b>Uma dieta típica para além dos hidratos de carbono qual é a segunda massa relativa à segunda maior forma de alimentação tomada?</b>
21	2D	<b>Qual o desporto ou actividade que queima mais glicose durante o mesmo periodo de tempo?</b>
15	2D	<b>Quais são os outros alimentos de uma dieta típica que fazem parte os outros 50% da massa?</b>
20	2D	Como é que a celulose pode ser digerida?
19	2D	Porque é que a celulose não é digerível?
15	2D	<b>Quais os outros compostos não digeridos pelo nosso organismo?</b>

3	2D	O que significa a entalpia específica necessária à combustão da glicose ser 16kJ/g.
12	2D	Não Perguntou!
13	2D	Não Perguntou!
25	2D	Não Perguntou!
6	2D	Não Perguntou!
2	2D	Não Perguntou!
11	2D	Não Perguntou!
17	2D	Não Perguntou!
5	2D	Não Perguntou!
4	2D	Não Perguntou!
16	2D	Não Perguntou!
1	2D	Não Perguntou!
8	2D	Não Perguntou!
10	2D	Não Perguntou!
22	2D	Não Perguntou!
23	2D	Não Perguntou!
24	2D	Não Perguntou!



## INQUÉRITO AOS ALUNOS DE QUÍMICA

Caro aluno(a):

Com este questionário pretende-se detectar alguns dos seus conhecimentos sobre o tópicos que será discutido nas próximas aulas de Química I. Neste sentido, pedimos-lhe que responda com toda a sinceridade.

### A. “Termoquímica”

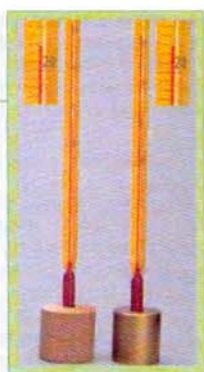
1. A temperatura de um bloco de madeira é maior, menor ou igual à temperatura do bloco de metal?

Ao pegarmos num bloco de madeira e noutro de metal em cada mão temos a sensação que o bloco de metal está mais frio do que o bloco de madeira (ver Figura 1). Entretanto, ao colocarmos um termómetro sobre os blocos (ver Figura 2) lemos a mesma temperatura para ambos. Como explica este facto?

Figura 1



Figura 2




---



---



---



---

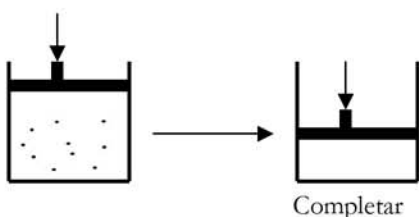


---



---

2. Um gás ideal é um gás de partículas pontuais não-interactuantes. Complete o esquema de modo a representar a compressão de um gás ideal, supondo que não há troca de calor com o exterior (compressão adiabática).



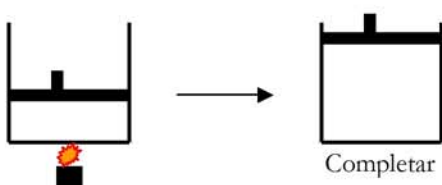
Como deve variar o volume?

Aumenta  Mantém-se  Diminui

Como deve variar a pressão?

Como espera que varie a temperatura?

3. Um gás ideal é aquecido dentro de um recipiente com um pistão móvel. O que acontecerá com a pressão, a temperatura e o volume do gás após o aquecimento. Explique fazendo referência ao comportamento das partículas do gás.



Como deve variar o volume?

Aumenta  Mantém-se  Diminui

Como deve variar a pressão?

Como espera que varie a temperatura?

4. Comentar a expressão de uso corrente “feche a porta para o frio não entrar”:

---



---



---

5. Considerar a reacção de combustão correspondente à queima de uma folha de papel.

→ é transferida como
   
 Calor
   
 Temperatura
   
 Trabalho
   
 Outro: \_\_\_\_\_
   
 Esta reacção deve ser:
   
 Exotérmica
   
 Endotérmica
   
 Nem Exotérmica nem Endotérmica

Numa máquina a vapor:

→ é transferida como
   
 Calor
   
 Temperatura
   
 Trabalho
   
 Outro: \_\_\_\_\_
   
 Esta reacção deve ser:
   
 Exotérmica
   
 Endotérmica
   
 Nem Exotérmica nem Endotérmica

Comentar as suas respostas:

---



---



---

6. Assinalar as afirmações correctas.

- Um processo espontâneo é um processo lento.
   
 Um processo rápido é um processo espontâneo.
   
 Um reacção espontânea é uma reacção rápida.
   
 Um reacção lenta é um reacção espontânea.
   
 Nenhuma das anteriores: \_\_\_\_\_

---



---



---

## B. Perfil do aluno(a)

7. Ano de ingresso na Universidade \_\_\_\_\_

8. Curso que frequenta \_\_\_\_\_

9. É a primeira vez que frequenta a disciplina de Química?  Sim  Não

10. Quanto anos de Química teve no Ensino Secundário \_\_\_\_\_

11. Quando é que estudou os conceitos de Entalpia, Entropia e Energia de Gibbs? Identifique algumas dificuldades que encontrou: \_\_\_\_\_

---



---



---

Nome: \_\_\_\_\_ N° Mec. \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_ Outros: \_\_\_\_\_

*Obrigado pela sua colaboração!*



## INQUÉRITO AOS ALUNOS DE QUÍMICA

Caro aluno(a):

Com este questionário pretende-se conhecer a sua opinião sobre alguns aspectos da sua participação no projecto *Questões em Química*. Neste sentido, pedimos-lhe que responda com toda a sinceridade.

### A. “Termoquímica”

1. Ao pegarmos na maçaneta de metal de uma porta com uma mão e na porta, com a outra mão, temos a sensação que a maçaneta de metal está mais fria do que a porta de madeira. No entanto, se usarmos um termómetro verificamos que a temperatura é a mesma para ambos. Como explica este facto?




---

---

---

---

---

---

---

---

2. Comente a seguinte frase *‘o meu casaco é muito quentinho’*. Reformule a frase usando ‘linguagem científica’.




---

---

---

---

---

---

---

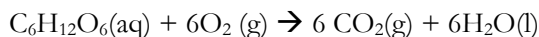
---

2. Leia com atenção (se necessário releia) o texto do Atkins que a seguir se apresenta, e formule pelo menos 2 questões que este lhe sugira.

(Assinale com uma cruz caso queira obter resposta às suas questões: )

“Mais de 50% da massa dos alimentos de uma dieta típica é tomada na forma de hidratos de carbono. Mas nem todos os hidratos de carbono são digeríveis. Por exemplo, a celulose não é digerida mas desempenha um papel importante como ‘fibra’ primária na nossa dieta., ajudando

o funcionamento dos intestinos. Os hidratos de carbono digeríveis são amidos e açúcares. O nosso organismo quebra-os em glicose, que é solúvel na corrente sanguínea e pode ser transportada para as células. Nas células animais a glicose é usada como combustível:



A entalpia padrão para a combustão da glicose é 22.8 MJ/mol (1MJ = 10<sup>6</sup>J), que corresponde a uma entalpia específica de 16kJ/g. Portanto, a oxidação de 1.0 g de glicose para dióxido de carbono e água produz 16kJ, que é energia suficiente para aquecer 1 L de água em aproximadamente 4°C. Queimamos 1 g de glicose em aproximadamente 1 minuto ao pedalar numa bicicleta, ou em cada 2 minutos quando estamos a estudar Química.”

(Atkins, P and Jones, L. Chemistry 4th. Edition, p. 254) Caso precise de mais espaço, por favor utilize o verso desta folha.

---



---



---



---



---



---



---

## B. Questões em Química

1. **Sobre a formulação de perguntas e a possibilidade de as fazer ao professor e aos colegas** (indique se concorda ou discorda em todas as afirmações):

① **Discordo**      ② **Sem opinião**      ③ **Concordo**

- ① ② ③      Sinto-me à vontade para fazer perguntas ao professor.
- ① ② ③      Tenho receio de mostrar a minha falta de conhecimentos ao professor.
- ① ② ③      Tenho receio dos comentários dos colegas.
- ① ② ③      Sei formular perguntas.
- ① ② ③      Sinto grande dificuldade em escrever perguntas.
- ① ② ③      Domino as matérias, por isso não preciso de fazer perguntas.
- ① ② ③      Frequento as aulas sempre, por isso não preciso de fazer perguntas.
- ① ② ③      Sinto-me mais à vontade em fazer perguntas aos colegas.
- ① ② ③      Prefiro colocar perguntas por escrito.
- ① ② ③      Prefiro colocar perguntas oralmente.
- ① ② ③      Prefiro colocar perguntas pessoalmente ao professor.
- ① ② ③      Sou tímido e não gosto de pôr perguntas.

Outras Razões: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. **É importante formular perguntas porque** [marque APENAS UMA afirmação, isto é, a que mais se aproxime da sua opinião ou, então, acrescente outra(s)]:

- Desenvolve o raciocínio.
- Ajuda a encontrar respostas.
- Facilita a aprendizagem.
- É apenas um bom exercício para a mente.
- Não acho importante formular perguntas.
- Outras razões \_\_\_\_\_



3. **Sobre a relação das perguntas com as aulas Práticas (P), Teórico-Práticas (TP) e Teóricas (T):**

- ① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**
- ① ② ③    Foi nas aulas **Teóricas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③    Foi nas aulas **Teórico-Práticas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③    Foi nas aulas **Práticas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③    O facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo para as aulas **Práticas** estimulou-me a formular perguntas.
- ① ② ③    O facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo para as aulas **Práticas** deixou-me confuso.
- ① ② ③    Sinto que me envolvi nas aulas **Práticas** de Química mais do que em qualquer outra disciplina.
- ① ② ③    Os professores das aulas **Práticas** estimularam-me a pôr perguntas.
- ① ② ③    Procurei um colega que já tinha feito o trabalho **Prático** da semana para obter informações sobre como realiza-lo.
- ① ② ③    O facto de encontrar alguns materiais disponíveis para a aula **Prática** ajudou-me a obter “pistas” sobre como realizar a experiência.
- ① ② ③    As aulas **Teórico-Práticas** estimularam-me a formular perguntas.
- ① ② ③    Preferiria que as aulas **TP** fossem apenas com a resolução das fichas de exercícios.
- ① ② ③    Gosto(ei) das aulas **TP** com resolução de problemas usando um livro de dados.
- ① ② ③    Acho que os problemas apresentados nas aulas **TP** estimularam a minha participação.
- ① ② ③    Costumo ler o livro do Atkins recomendado pelo professor.
- ① ② ③    Achei muito difícil formular perguntas a partir da leitura do Atkins.
- ① ② ③    Tenho dificuldade em compreender Inglês, por isso não leio Atkins.
- ① ② ③    Ler o Atkins facilitou-me e estimulou-me a formular perguntas.
- ① ② ③    Entendi que as perguntas a serem formuladas eram somente sobre curiosidades em Química.

Nome: \_\_\_\_\_ N° Mec. \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_ Outros: \_\_\_\_\_

*Obrigado pela sua colaboração!*





## INQUÉRITO AOS ALUNOS DE QUÍMICA

Caro aluno(a):

Com este questionário pretende-se conhecer a sua opinião sobre alguns aspectos da sua participação no projecto *Questões em Química*. Neste sentido, pedimos-lhe que responda com toda a sinceridade.

### A. “Terموquímica”

1. Ao pegarmos na maçaneta de metal de uma porta com uma mão e na porta, com a outra mão, temos a sensação que a maçaneta de metal está mais fria do que a porta de madeira. No entanto, se usarmos um termómetro verificamos que a temperatura é a mesma para ambos. Como explica este facto?




---

---

---

---

---

---

---

---

2. Comente a seguinte frase *‘o meu casaco é muito quentinho’*. Reformule a frase usando ‘linguagem científica’.




---

---

---

---

---

---

---

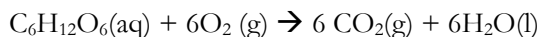
---

2. Leia com atenção (se necessário releia) o texto do Atkins que a seguir se apresenta, e formule pelo menos 2 questões que este lhe sugira.

(Assinale com uma cruz caso queira obter resposta às suas questões: )

“Mais de 50% da massa dos alimentos de uma dieta típica é tomada na forma de hidratos de carbono. Mas nem todos os hidratos de carbono são digeríveis. Por exemplo, a celulose não é digerida mas desempenha um papel importante como ‘fibra’ primária na nossa dieta., ajudando

o funcionamento dos intestinos. Os hidratos de carbono digeríveis são amidos e açúcares. O nosso organismo quebra-os em glicose, que é solúvel na corrente sanguínea e pode ser transportada para as células. Nas células animais a glicose é usada como combustível:



A entalpia padrão para a combustão da glicose é 22.8 MJ/mol (1MJ = 10<sup>6</sup>J), que corresponde a uma entalpia específica de 16kJ/g. Portanto, a oxidação de 1.0 g de glicose para dióxido de carbono e água produz 16kJ, que é energia suficiente para aquecer 1 L de água em aproximadamente 4°C. Queimamos 1 g de glicose em aproximadamente 1 minuto ao pedalar numa bicicleta, ou em cada 2 minutos quando estamos a estudar Química.”

(Atkins, P and Jones, L. Chemistry 4th. Edition, p. 254) Caso precise de mais espaço, por favor utilize o verso desta folha.

---



---



---



---



---



---



---

## B. Questões em Química

1. **Sobre a formulação de perguntas e a possibilidade de as fazer ao professor e aos colegas** (indique se concorda ou discorda em todas as afirmações):

① **Discordo**      ② **Sem opinião**      ③ **Concordo**

- ① ② ③      Sinto-me à vontade para fazer perguntas ao professor.
- ① ② ③      Tenho receio de mostrar a minha falta de conhecimentos ao professor.
- ① ② ③      Tenho receio dos comentários dos colegas.
- ① ② ③      Sei formular perguntas.
- ① ② ③      Sinto grande dificuldade em escrever perguntas.
- ① ② ③      Domino as matérias, por isso não preciso de fazer perguntas.
- ① ② ③      Frequento as aulas sempre, por isso não preciso de fazer perguntas.
- ① ② ③      Sinto-me mais à vontade em fazer perguntas aos colegas.
- ① ② ③      Prefiro colocar perguntas por escrito.
- ① ② ③      Prefiro colocar perguntas oralmente.
- ① ② ③      Prefiro colocar perguntas pessoalmente ao professor.
- ① ② ③      Sou tímido e não gosto de pôr perguntas.

Outras Razões: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. **É importante formular perguntas porque** [marque APENAS UMA afirmação, isto é, a que mais se aproxime da sua opinião ou, então, acrescente outra(s)]:

- Desenvolve o raciocínio.
- Ajuda a encontrar respostas.
- Facilita a aprendizagem.
- É apenas um bom exercício para a mente.
- Não acho importante formular perguntas.
- Outras razões \_\_\_\_\_



3. **Sobre a relação das perguntas com as aulas Práticas (P), Teórico-Práticas (TP) e Teóricas (T):**

- ① **Discordo**    ② **Sem opinião**    ③ **Concordo**
- ① ② ③    Foi nas aulas **Teóricas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③    Foi nas aulas **Teórico-Práticas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③    Foi nas aulas **Práticas** que me ocorreu o maior número de perguntas.
- ① ② ③    O facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo para as aulas **Práticas** estimulou-me a formular perguntas.
- ① ② ③    O facto de não existir um protocolo detalhado e prescritivo para as aulas **Práticas** deixou-me confuso.
- ① ② ③    Sinto que me envolvi nas aulas **Práticas** de Química mais do que em qualquer outra disciplina.
- ① ② ③    Os professores das aulas **Práticas** estimularam-me a pôr perguntas.
- ① ② ③    Procurei um colega que já tinha feito o trabalho **Prático** da semana para obter informações sobre como realiza-lo.
- ① ② ③    O facto de encontrar alguns materiais disponíveis para a aula **Prática** ajudou-me a obter “pistas” sobre como realizar a experiência.
- ① ② ③    As aulas **Teórico-Práticas** estimularam-me a formular perguntas.
- ① ② ③    Preferiria que as aulas **TP** fossem apenas com a resolução das fichas de exercícios.
- ① ② ③    Gosto(ei) das aulas **TP** com resolução de problemas usando um livro de dados.
- ① ② ③    Acho que os problemas apresentados nas aulas **TP** estimularam a minha participação.
- ① ② ③    Costumo ler o livro do Atkins recomendado pelo professor.
- ① ② ③    Achei muito difícil formular perguntas a partir da leitura do Atkins.
- ① ② ③    Tenho dificuldade em compreender Inglês, por isso não leio Atkins.
- ① ② ③    Ler o Atkins facilitou-me e estimulou-me a formular perguntas.
- ① ② ③    Entendi que as perguntas a serem formuladas eram somente sobre curiosidades em Química.

Nome: \_\_\_\_\_ N° Mec. \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_ Outros: \_\_\_\_\_

*Obrigado pela sua colaboração!*

N.º de Inquérito	Questões
1	O sangue possui soluções-tampão?
1	Como é que o pH do sangue pode mudar tão bruscamente quando o corpo sofre ferimentos ou queimaduras?
1	Porque é que a administração de fluidos intravenosos ajuda na <b>equilibração</b> do pH do sangue?
2	Em que medida é que mudança brusca do pH do sangue pode ameaçar a sobrevivência de uma pessoa?
2	Porque é que uma das primeiras acções de socorro de um paramédico consiste na administração de fluidos intravenosos?
3	Como é que o pH do sangue pode mudar bruscamente com ferimentos?
3	Como é que o paramédico consegue identificar qual o fluido intravenoso a administrar?
4	Porque é que um sistema "tamponado" é essencial para a existência de um organismo?
4	Porque é que a constituição de uma solução lhe possibilita uma invariação do pH quando lhe é adicionada base ou ácido fortes?
5	Porque afecta a sobrevivência de uma pessoa a mudança brusca do pH do sangue?
5	O que contém os fluidos intravenosos para manterem constante o pH do sangue?
6	Como o pH do sangue muda bruscamente, quais os efeitos fisiológicos imediatos que podemos assistir?
6	De que forma é que a administração de fluidos intravenosos vai fazer o pH voltar ao normal (ou seja, em que consistem, ou de que são feitos, os fluidos intravenosos)?
7	Porquê fluidos intravenosos? Que tipo de fluidos?
7	Porque é que perante um ferimento ou queimadura grave, o pH pode variar bruscamente?
8	Os fluidos intravenosos são soluções de que tipo?
9	Como é que se compara o ácido e a base numa solução-tampão?
9	Porque razão é que um ácido e uma base fraca não experimentam uma variação de pH apreciável? (Dificuldade de compreensão do conceito de Solução-tampão)
10	Como "... uma pequena quantidade..." é bastante relativo, qual a proporcionalidade entre a solução e o ácido/base, a adicionar, que lhe confere a característica de ser "... uma pequena quantidade..."?
10	Qual a margem de variação de pH de uma solução, de modo a que esta se designe de solução-tampão?
11	O que é uma solução-tampão?
11	Qual a importância do sistema "tamponado" para um ser vivo?
12	Não tenho o conceito de um sistema tamponado presente no meu dia-a-dia, talvez as minhas questões fossem em sentido de a classificar a ideia que tenho sobre um sistema "tamponado". (questão comentário)
13	Qual a constituição dos fluidos intravenosos?
13	O que faz variar o pH do sangue de um indivíduo?
13	O que é o pH?
14	Qual a relação entre fluidos intravenosos e sistemas "tamponados" e soluções-tampão?
14	De que maneira é que uma variação brusca de pH do sangue pode colocar um risco para a saúde da pessoa?
15	O que é uma solução-tampão?
15	Como se pode variar o pH numa solução-tampão?
15	O que se faz quando o pH do sangue varia muito?
17	Porquê a necessidade de uma solução-tampão ser formada por um ácido/base fraco e pelo sal dos respectivos anião/catião e não ser formada a partir apenas do ácido/base ou sal?
17	Porquê a necessidade das quantidades dos constituintes de uma solução-tampão serem elevadas e próximas?
18	Em que situações práticas utilizamos soluções-tampão?
18	Porquê que uma solução-tampão não experimenta uma variação apreciável de pH?
19	Como são formadas as soluções-tampão?
19	Qual a função dos fluidos intravenosos?
20	Como são formadas as soluções-tampão?

20	Se for adicionada uma quantidade de ácido ou base fraca o que acontece à solução-tampão?
21	Como actuam os fluidos intravenosos?
21	Em que situações práticas, utilizamos soluções-tampão?
22	Podemos alterar a solução-tampão com a variação da temperatura?
22	Podemos "tamponizar" qualquer solução ou só as referidas no extracto?
23	O que é uma solução-tampão?
23	Porque é que um ácido fraco e uma base fraca?
24	Como poderão saber se a mudança do pH do sangue foi para base ou ácido? Ou seja, como saberão os paramédicos se hão de dar uma fluido para tornar o sangue ácido ou base?
24	Que fluidos poderão levar à normalização do pH sanguíneo?
25	E se forem adicionadas pequenas quantidades de ácido ou base fracas?
25	Um sistema tamponado é um sistema constituído por soluções-tampão?

N.º de Inquérito	Questões
1	Porque razão a constituição de uma solução permite uma invariação de pH quando na presença de pequenas quantidades de ácido base?
1	Porque é que um sistema tamponado é importante para o organismo?
2	De que forma é que actua um sistema "tamponado" nun organismo vivo?
2	De que forma é que uma solução-tampão administra fluidos intravenosos?
3	Em que medida os ferimentos e/ou queimaduras graves alteram o pH do sangue?
3	Quais as mais alarmantes consequências da alteração do pH e da consequente administração, por parte dos paramédicos de fluidos intravenosos? Quais as suas acções?
4	Porque é que uma mudança brusca de pH do sangue ameaça a sobrevivência de uma pessoa?
4	Se for uma mudança gradual e lenta também ameaçará a vida dessa pessoa?
4	O que é que poderá provocar essa mudança (pH do sangue)?
4	Como é que o ácido fraco reage com o respectivo sal do anião, ou a base fraca reage com o respectivo sal do catião para que não se processe esta mudança de pH?
5	Em que área, ou seja, de que forma actua uma solução tampão no organismo para poder evitar esta mudança brusca do pH do sangue?
5	Qual a razão de uma solução-tampão não apresentar um pH apreciável quando lhe são adicionadas pequenas quantidades de bases ou ácidos fortes?
6	Quais são esses fluidos intravenosos administrados pelos paramédicos? Será soro fisiológico?
6	Porquê que quando uma pessoa tem ferimentos ou queimaduras graves o pH pode ter uma mudança brusca? O que acontece ao organismo para isto tudo acontecer?
7	Quais as propriedades dos fluidos intravenosos?
7	A causa de morte de uma pessoa poderá ser a variação do pH sem que tenha sido tomada qualquer medida?
8	O que é uma solução-tampão?
8	Porque é que um "sistema tamponado" é tão vital para a existência de um organismo vivo?
8	Como é que as variações de pH no sangue inteferem no organismo de um ser vivo?
9	A variação do pH da solução-tampão depende apenas da quantidade de ácido base ou forte? E se adicionarmos um ácido ou base fraca?
9	Porque é que a variação do pH no sangue é tão perigosa para a nossa saúde? Que acção vão ter os fluidos intravenosos para diminuir essa mudança?
10	Porque é tão importante a mudança brusca de pH no sangue numa situação de ferimentos e/ou queimaduras graves?
10	Qual a razão da mudança brusca do pH no sangue na situação descrita anteriormente?
11	De que forma o sistema "tamponado" é tão vital para a existência de um organismo?
11	Que efeitos pode trazer a mudança brusca do pH do sangue?
12	Porque é que a alteração do pH do sangue é tão perigosa?
12	Porque é que uma solução-tampão é constituída dessa maneira e como funciona?
14	Como é que ao adicionar pequenas quantidades de ácido ou base não estamos a alterar o pH de uma solução? Porque é que as soluções tampão não experimentam variações bruscas de pH?
14	Em que medida actua uma solução-tampão no sangue impedindo a sua variação brusca de pH?
15	Como se determina a mudança no pH do sangue a quando de um acidente grave?
15	Existem fluidos específicos para os diversos tipos de ferimentos que controlem as ditas variações do pH, ou são substâncias que têm outros efeitos?
16	Porque é que uma solução-tampão não experimenta uma variação de pH apreciável quando lhe é adicionada uma pequena quantidade de ácido ou base forte?
16	Qual(is) seria(m) a(s) consequência(s) da mudança brusca do pH do sangue e qual a solução imediata para remediar esse problema?
17	Qualquer que sejam HA e A- ou B e BH+, obtemos uma solução-tampão, ou seja qualquer ácido existente conjugado com A- forma uma solução-tampão?

17	Quando um paramédico administra fluidos intravenosos tem como objectivo conseguir o quê propriamente?
18	Como é que se dá a mudança no pH do sangue?
18	O que fazem, de facto, a administração de fluidos intravenosos? Como é explicada esta administração no corpo humano?
19	Este texto explica muito bem o que são soluções-tampão e penso que é bastante claro. É óbvio que poderia inventar umas questões criando dúvidas que à partida não tenho, só para dizer que apresentei questões. Contudo eu acho que este texto não me levanta questões de momento.
20	O que é uma solução-tampão?
20	Qual o efeito destas soluções (tampão) nos seres vivos?
21	Se a solução-tampão é aquela cujo pH se mantém constante resistindo a certas variações, será que as quantidades dos seus constituintes (ácido e base), terão que ser necessariamente próximas elevadas? (atendendo a que um ácido e base poderem variar consoante a solução a ser preparada) Nota: as soluções não terão somente que ser equivalentes?
21	Os fluidos intravenosos são ácidos/básicos? Não teria que se medir primeiro o pH do sangue para introduzir estes fluidos?
22	Porquê as quantidades de ácido fraco e pelo respectivo ião positivo uma base fraca e sal respectivo, têm de ser elevadas e fracas?
22	Qual a acção dos fluidos intravenosos? É repor o pH? Como é que acontece?
26	Porque é que as concentrações de ácido fraco e sal ou base fraca e sal têm quantidades elevadas e próximas?
26	Os fluidos intravenosos são soluções tamponadas?
27	Porque é que uma mudança de pH pode causar a morte?
27	De que modo é que as queimaduras influenciam o pH?
28	Porque razão um sistema de uma solução-tampão é vital para a existência de um organismo vivo?
28	Porque razão uma das primeiras acções de socorro de um paramédico consiste na administração de fluidos intravenosos?
29	Em que aspecto um sistema "tamponado" é útil para a existência de um organismo vivo?
29	Porque é que o pH de uma solução-tampão não varia?
30	Qual a influência dos fluidos intravenosos?
30	Porque é que as quantidades de base fraca (B) e do catião (BH+) têm de ser em quantidades elevadas?