



Universidade de Aveiro Departamento de Educação
2010

**ARMINDA MARIA
MALHO SANTOS
SOUSA**

**SUPERVISÃO DE PRÁTICAS LECTIVAS NO ENSINO
DAS CIÊNCIAS EM CONTEXTO EUROPEU: UM
ESTUDO EM PARCERIA A DISTÂNCIA**



Universidade de Aveiro Departamento de Educação
2010

**ARMINDA MARIA
MALHO SANTOS
SOUSA**

**SUPERVISÃO DE PRÁTICAS LECTIVAS NO ENSINO
DAS CIÊNCIAS EM CONTEXTO EUROPEU: UM
ESTUDO EM PARCERIA A DISTÂNCIA**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Supervisão, realizada sob a orientação científica da Prof. Doutora Lúcia Maria Teixeira Pombo, Investigadora Auxiliar do Centro de Investigação em Didáctica na Formação de Formadores e co-orientação do Professor Doutor Luís Manuel Ferreira Marques, Professor Associado com Agregação do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro

À Inês e à Ana, pelo tempo que não lhes dediquei.

o júri

presidente

Prof. Doutora Nilza Maria Vilhena Nunes da Costa
Professora Catedrática da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Luís Manuel Ferreira Marques
Professor Associado com Agregação Aposentado da Universidade de Aveiro (Co-orientador)

Prof. Doutora Maria Teresa Morais de Oliveira
Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Prof. Doutora Lúcia Maria Teixeira Pombo
Equiparada a Investigadora Auxiliar da Universidade de Aveiro (Orientadora)

agradecimentos

Agradeço reconhecidamente aos meus orientadores, Professora Doutora Lúcia Pombo e Professor Doutor Luís Marques, o tempo dispendido, o saber, os conselhos e os incentivos, que me deram confiança e alento para a concretização do estudo.

À Eva, a amiga crítica, sem a qual este estudo não teria sido possível.

Aos meus alunos que tão entusiasticamente colaboraram neste estudo, e sem os quais parte do mesmo não teria sido possível.

A todos os colegas, amigos e familiares por todo o apoio e incentivo dado durante os meus melhores e piores momentos.

Ao Rui, pela paciência e pelo apoio na realização deste trabalho.

palavras-chave

auto- e hetero-supervisão, Ensino e Aprendizagem das Ciências, ambiente *online*, parceria colaborativa.

resumo

O Ensino das Ciências deve envolver e respeitar os alunos, ter em conta as suas características e interesses, as suas motivações, as suas dificuldades, os seus desempenhos e respectivos pontos de vista. Torna-se essencial desenvolver actividades que valorizem contextos não estritamente académicos, mas que surjam por necessidade de encontrar respostas para problemas do quotidiano. É importante conhecer, conceber e implementar estratégias de ensino e de aprendizagem que promovam nos alunos o desenvolvimento de competências cognitivas e socio-afectivas e de atitudes, que se adequem a situações do dia-a-dia. Assim, torna-se fundamental entender qual o grau de envolvimento dos alunos na aprendizagem das Ciências e que estratégias devem ser implementadas para fomentar o interesse pela aprendizagem das Ciências.

Ao relatar o processo de concepção, implementação e reestruturação de estratégias didácticas, concebidas em parceria, em contexto *online*, envolvendo dois contextos educativos distintos e distantes emergiu o processo de reflexão sobre a prática que consubstanciou a interacção entre o pensamento e a acção.

Neste projecto explanou-se a dimensão colaborativa, auto-reflexiva e auto-formativa no desenvolvimento profissional da professora-investigadora e respectiva colega da República Checa atribuindo especial ênfase à auto- e hetero- supervisão das práticas lectivas, e o impacte causado na melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos.

A investigação desenvolveu-se em 3 fases:

Na fase 1, para que a professora-investigadora pudesse desenvolver o presente projecto teve que em primeiro lugar proceder à (re)construção de conhecimentos sobre Supervisão, Ensino e Aprendizagem das Ciências e Ambientes de Aprendizagem e Motivação .

Na fase 2 procedeu-se à concepção, desenvolvimento e implementação de materiais didácticos adequados ao estudo da temática "Obtenção de matéria pelos seres autotróficos: Fotossíntese e Quimiossíntese". O planeamento e desenvolvimento de estratégias de ensino e de aprendizagem, bem como a sua implementação decorreram em ambiente *online*, usando para tal, preferencialmente, as ferramentas Web 2.0, e-mail e Skype.

Na fase 3 avaliaram-se as implicações da auto- e hetero-supervisão das práticas lectivas no desenvolvimento pessoal e profissional das professoras, na motivação para a aprendizagem da temática em causa e na melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos.

A recolha de dados foi feita através de notas de campo e dos registos dos diários das professoras onde se podem encontrar anotações relativas a observações, reflexões, interpretações, hipóteses e explicações de ocorrências, contribuindo estes para o desenvolvimento do seu pensamento crítico e o aperfeiçoamento das suas práticas.

Para a recolha de opiniões dos alunos participantes, relativamente à forma como avaliam os materiais didáticos e as metodologias implementadas, utilizou-se um inquérito por questionário.

Entre ambas as docentes procurou estabelecer-se uma cultura de parceria e supervisão reflexiva, edificando interações críticas geradas pelo diálogo e *feedback* abertos e francos. Da reflexão partilhada resultou a (re)construção de conhecimento, em função da capacidade de cada uma das professoras para processar e relacionar a informação que já detinha com a informação e novos sentidos que a parceria colaborativa lhes acrescentou, cabendo à supervisão (auto- e hetero-) a gestão dos processos de reconstrução. O estudo permitiu ainda, apontar para as vantagens da auto- e da heterosupervisão das práticas lectivas na motivação e na melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos, em ambiente *online*, potenciando a utilização das tecnologias de informação e comunicação.

keywords

self- and peer-supervision, teaching and learning, *online* environment, collaborative partnership.

abstract

The teaching of science should involve and respect students, take into account their characteristics and interests, their motivations, their difficulties, their performance and their respective points of view. It is essential to develop activities which not only value strictly academic contexts, but which arise out of a need to find answers to day-to-day problems. It is important to know, conceive and implement teaching and learning strategies which promote the development of cognitive and social skills and attitudes in the students and which are suited to everyday situations. Thus, it is crucial to understand what the degree of student involvement in learning science is and which strategies should be implemented to foster their interest in learning this subject.

In reporting the process of conception, implementation and restructuring of didactic strategies, conceived in partnership, in an *online* context, involving two distinct and distant educational contexts the process of reflection on the practice which underpinned the interaction between thought and action emerged.

In this project the collaborative, self-reflecting and self-teaching aspect in the Professional developing of the teacher-investigator and respect Czech colleague was explained. Special emphasis was given to self and peer-supervision of teaching practices and the impact they have on improving the quality of the students' learning.

The research was developed in three stages:

In stage 1, so that the teacher-researcher could develop this project she had to first proceed to (re)constructing notions of science supervision, teaching and learning, as well as learning and motivation environments.

In stage 2 we proceeded to conception, development and implementation of appropriate didactic materials in the study of "How Autotrophic Beings Obtain Matter: Photosynthesis and Chemosynthesis." Planning and developing strategies of teaching and learning, as well as implementing them occurred in an *online* environment, preferentially using such tools as Web 2.0, *e-mail* and *Skype*.

In stage 3 the implications of self and peer-supervision of the teaching practices in the personal and professional development of the teachers, motivation for learning this topic and improvement in the quality of the students' learning.

The data was gathered through field notes and entries in the teachers' journals which hold notes on observations, reflections, interpretations, hypotheses and explanations of occurrences. These journal entries contributed to the development of their critical thinking and to perfecting their practices. A questionnaire was used to collect the participating students' opinions on their assessment of the didactic materials and the methodologies.

A culture of reflective partnership and supervision between both teachers was established thereby edifying critical interactions generated through dialogue and frank, open *feedback*. The shared reflection resulted in a (re)construction of knowledge as a function of the capacity for each of the teachers to process and relate the information they already had with the information and new meanings that the collaborative partnership added while it was left to the supervision (self and peer) to manage the reconstruction processes. The study also helped to find the advantages and disadvantages in self and peer-supervising of teaching practices in motivating and improving the quality of students' learning in an *online* environment enhancing the use of information and communication technologies.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO - DA ESCOLHA DA TEMÁTICA À PERTINÊNCIA DO ESTUDO	1
1.1 Descrição do plano geral da investigação	3
1.2 Questões de investigação e objectivos do estudo.....	8
1.2.1 Questões investigativas	8
1.2.2 Objectivos do estudo.....	8
CAPÍTULO II	11
REVISÃO DA LITERATURA - ENQUADRAMENTO TEÓRICO	11
2.1 Supervisão: auto-implicação vs desenvolvimento pessoal e profissional.....	11
2.2 Supervisão profissional e supervisão curricular: que relação?.....	24
2.3 Auto- e hetero-supervisão: ensinar e aprender a ensinar a distância	36
2.4 Alfabetização científico-tecnológica multidimensional: perspectivas de ensino sustentadas por alguns indicadores da investigação em Educação em Ciência..	44
2.5 Ambientes de Aprendizagem e Motivação	49
2.5.1 Tipos de motivação	55
CAPÍTULO III - METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO	61
3.1 Fundamentação da metodologia seguida	61
3.2 Participantes no estudo	66
3.3 Recolha de dados: Instrumentos utilizados no estudo	77
3.4 Resultados esperados.....	81
CAPÍTULO IV - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	83
4.1 O ciclo da investigação-acção	84
4.2 Análise das tarefas realizadas pelas professoras envolvidas no estudo	99

4.3 Análise das respostas ao questionário: apreciação dos alunos	130
4.3.1 Análise do perfil dos alunos envolvidos	131
4.3.1.1 Apresentação e análise dos dados	132
4.3.2. Ambiente Online e Processo Educativo	138
4.3.2.1. Apresentação e análise dos resultados	139
CAPÍTULO V - CONSIDERAÇÕES FINAIS	155
BIBLIOGRAFIA	163
ANEXOS	175

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema global do percurso investigativo.....	7
Figura 2 - Alguns atributos do professor - uma perspectiva sobre o ensino eficaz	30
Figura 3 - O ciclo motivacional	52
Figura 4 - Representação esquemática da aprendizagem e dos factores que a influenciam	54
Figura 5 - Esquema global do percurso investigativo.....	64
Figura 6 - O ciclo investigação-acção	98
Figura 7 - Organigrama das actividades desenvolvidas com os alunos.....	103
Figura 8 - Distribuição dos alunos portugueses por género	132
Figura 9 - Distribuição dos alunos checos por género	132
Figura 10 - Distribuição dos inquiridos por idade	133
Figura 11- Pontos de vista dos alunos relativos ao desafio que lhes era proposto	135
Figura 12 - Identificação de factores que podem ter dificultado a interacção dos alunos.....	137
Figura 13 - Identificação, de possíveis vantagens da interacção entre os alunos.	140
Figura 14 - Opinião dos alunos relativamente à adequação das actividades implementadas a ambientes de aprendizagem <i>online</i>	143
Figura 15 – Opinião dos alunos relativamente à adequação dos materiais e das estratégias implementadas	144
Figura 16 – Opinião dos alunos relativamente ao desempenho da respectiva professora	146
Figura 17 – Opinião dos alunos relativamente às actividades implementadas e às ferramentas utilizadas durante a partilha de aprendizagens	149
Figura 18 - Opinião dos alunos sobre a influência do ambiente <i>online</i> no seu desempenho.....	150
Figura 19 - Opinião dos alunos sobre a influência do ambiente <i>online</i> no desempenho das respectivas professoras	151

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Organização do Sistema Educativo Checo	69
Tabela 2 - Organização curricular das Gymnazium School	72
Tabela 3 – Matriz curricular para o curso de Ciências e Tecnologias na Escola Secundária de Viriato	75
Tabela 4 - Organização do Sistema Educativo Português	76
Tabela 5 - Finalidades e objectivos gerais do programa	90
Tabela 6 – Competências e acções relativas à prática docente adequadas ao desenvolvimento de cada competência	91
Tabela 7- Exploração do programa de Biologia e Geologia -10º ano – Unidade 1 – Obtenção de matéria.....	93
Tabela 8- Quadro resumo das actividades planeadas	95
Tabela 9 - Competências dos domínios conceptual e procedimental a desenvolver em cada actividade	96
Tabela 10 - Competências do domínio atitudinal a desenvolver em cada actividade	97
Tabela 11 - Pontos de vista dos alunos relativos ao desafio que lhes era proposto	134
Tabela 12- Identificação de factores que podem ter dificultado a interacção dos alunos.....	137
Tabela 13 – Possíveis vantagens da partilha em ambiente <i>online</i>	139
Tabela 14 - Opinião dos alunos relativamente à adequação das actividades implementadas a ambientes de aprendizagem <i>online</i>	142
Tabela 15 - Opinião dos alunos relativamente à adequação dos materiais e das estratégias implementadas.....	144
Tabela 16 - Opinião dos alunos relativamente ao desempenho da respectiva professora	145
Tabela 17 - Opinião dos alunos relativamente às actividades implementadas e às ferramentas utilizadas durante a partilha de aprendizagens	148

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO - DA ESCOLHA DA TEMÁTICA À PERTINÊNCIA DO ESTUDO

Em Março de 2000, durante o Conselho Europeu de Lisboa, os Chefes de Estado e de Governo lançaram uma proposta conhecida por “Estratégia de Lisboa” que atribui uma particular relevância à necessidade de se investir mais na formação de professores e nas estratégias de ensino que implementam procurando transformar a Europa, até ao ano de 2010, numa referência mundial a nível da qualidade dos sistemas de formação e ensino. A formação disponibilizada deve garantir a todos os cidadãos uma educação de base e competências fundamentais que lhes possibilitem prosperar numa sociedade assente no conhecimento, sendo que os factores mais importantes para a eficiência¹ e a equidade² dos sistemas de ensino e de formação dependem da qualidade, da experiência e da motivação dos professores, bem como dos tipos de pedagogia que utilizam (Comissão Europeia, 2002a, 2002b, 2006). Assim, uma das prioridades, na maior parte dos países da Europa, passa por manter os professores motivados para o ensino e de lhes assegurar uma formação inicial e contínua de qualidade. Esta prioridade está explícita no programa de trabalho sobre os objectivos dos sistemas de educação e de formação, documento emanado pela Comissão Europeia (2002a: 14), onde se pode ler que “os *professores e os formadores são os intervenientes mais fundamentais na estratégia global com vista à sociedade do conhecimento e a uma economia fundamentada no conhecimento.*” No mesmo documento é reforçada a ideia de, a nível europeu, ser prioritário “*melhorar a forma como os professores e formadores*

¹ A eficiência diz respeito à relação entre os meios investidos num processo e os resultados obtidos. Os sistemas são eficientes quando os meios investidos produzem resultados máximos. (Comissão Europeia, 2006)

² A equidade representa o grau em que os indivíduos podem beneficiar da educação e da formação, em termos de oportunidades, acesso, tratamento e resultados. Um sistema é equitativo quando os resultados da educação e da formação são independentes do meio socioeconómico e de outros factores geradores de desvantagens educativas e quando o tratamento reflecte as necessidades específicas dos indivíduos em matéria de aprendizagem. (ibidem)

são preparados e apoiados no seu papel, que está a ser sujeito a mudanças profundas, na sociedade do conhecimento [...]” (ibidem).

Em 2007 o comissário europeu Ján Figel afirmou que

“a melhoria do ensino e da aprendizagem é essencial para a competitividade a longo prazo da UE, uma vez que uma mão-de-obra altamente qualificada é uma mão-de-obra mais eficiente. Para as reformas educativas dos Estados-Membros serem um êxito, é necessário garantir a existência na UE de professores de elevada qualidade. Todavia, como os estudos demonstram, assistimos a uma evolução inquietante na UE, tendo a maioria dos Estados-Membros comunicado défices nas competências dos professores (...) a Comissão insta os Estados-Membros a resolver estes problemas, propondo um conjunto de orientações e princípios de acção comuns” (Portal da Comissão Europeia: 2007).

Segundo a European Commission (2005: 3-4) os professores deverão trabalhar com outros, desenvolvendo trabalho colaborativo e cooperativo no sentido de aperfeiçoarem as práticas de ensino e de aprendizagem, ou seja, trabalhar com conhecimento, com tecnologias e com informação, trabalhar com e em sociedade, respeitando as diferenças culturais e identificando valores comuns.

Tendo em conta as linhas orientadoras anteriormente referidas, o presente projecto de investigação visa possibilitar um “olhar”, numa perspectiva investigativa, sobre dimensões do Projecto EuSTD-web (European Teachers Professional Development for Science Teaching in a Web-based Environment)³, muito particularmente no que se refere às potencialidades que o trabalho colaborativo pode ter em contexto europeu, no aperfeiçoamento das práticas de ensino e de aprendizagem das professoras intervenientes. Esse olhar, concretizou-se num processo de supervisão de práticas lectivas de Ensino das Ciências desenvolvido em parceria com uma Professora de Biologia e Química do Ensino Secundário da República Checa, integrado no nível III do referido projecto. Para o seu desenvolvimento foi necessário recorrer à criação de ambientes virtuais, com a facilitação da utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação.

O Projecto EuSTD-web é um projecto europeu que, investindo na formação contínua de professores em contexto *online*, visa proporcionar o desenvolvimento

³ Dados do Projecto EuSTD-web disponíveis em <http://cms.ua.pt/eustd-web/?q=node/5>

profissional dos docentes de Ciências dos ensinos básico e secundário. Envolve nove instituições e uma organização não governamental de oito países e pretende desenvolver, implementar, avaliar e divulgar na Web uma plataforma pan-europeia para a formação em serviço e melhorar a qualidade da educação científica. Indo ao encontro dos objectivos definidos na Estratégia de Lisboa (2000), os trabalhos desenvolvidos no âmbito deste projecto visam contribuir para a melhoria da qualidade dos sistemas de educação e formação tornando-os uma referência de qualidade, facilitar o acesso de todos à educação e formação ao longo da vida e abrir a educação e a formação ao mundo.

Uma outra finalidade deste projecto europeu é a de produzir, desenvolver, implementar e avaliar um conjunto de recursos específicos para professores de Ciências, bem como, identificar e divulgar boas práticas de ensino.

O projecto europeu encontra-se dividido em três níveis. No nível I foram identificadas necessidades ao nível da formação profissional dos professores. No nível II proporcionaram-se oportunidades de formação de acordo com as necessidades sentidas pelos professores de cada uma das instituições envolvidas. O nível III, no qual, conforme foi já referido, se enquadra o presente estudo, integra projectos de investigação conduzidos por professores que, embora afastados geograficamente, comungam objectivos e ideais, partilham experiências e analisam as respectivas práticas em sala de aula. Assim e tal como é determinado nas linhas orientadoras do Projecto EuSTD-web, no presente estudo, para além de serem produzidos materiais que se pretendem ter contribuído para o desenvolvimento profissional das professoras envolvidas, a maior parte dos trabalhos decorreu da utilização do ambiente *online*, para a troca de experiências entre as intervenientes, permitindo assim superar as dificuldades relacionadas com a distância geográfica entre ambas.

1.1 Descrição do plano geral da investigação

Do ponto de vista do estudo empírico o projecto de investigação consistiu na concepção, em parceria com a Professora da República Checa, de estratégias didácticas para a subunidade programática “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos: Fotossíntese e Quimiossíntese”, da unidade 1 “Obtenção de matéria”

da componente de Biologia, da disciplina de Biologia e Geologia, do 10º ano, e a posterior implementação em sala de aula. O processo relacionado com a concepção de materiais didácticos ocorreu essencialmente em ambiente *online* (usando *e-mail*, *Skype*, *MSN*, plataforma *Moodle*) que se pretendia que fosse facilitador para a discussão conjunta quer aquando da construção quer aquando da implementação dos materiais didácticos em contexto de sala de aula.

Factores chave foram discutidos num diálogo e interacção *online*, antes da acção, ou seja durante a fase de planificação, no decurso da acção e depois de esta ocorrer, contribuindo deste modo para a formação das professoras e para a reformulação das suas práticas.

Tal como já foi referido, este projecto de investigação ambiciona um “novo olhar” sobre a importância da Supervisão, na medida em que envolve professores de dois contextos (geográfico e educativo, europeu e político) distintos, na construção partilhada de materiais adequados ao Ensino das Ciências, onde se procura que o professor seja encarado como alguém que se envolve activamente no processo de desenvolvimento dos alunos e deles recebe informação que contribui para a sua formação pessoal e profissional, ou seja, para o seu próprio desenvolvimento.

O plano traçado baseou-se igualmente no pressuposto de que na supervisão de práticas lectivas é fundamental o envolvimento pessoal do professor, aspecto particularmente importante na construção da profissionalidade docente, assim como, a partilha de saberes e experiências se assume como elemento formativo fundamental.

Este projecto procurou, ainda, contribuir para que as duas professoras pudessem desenvolver novas formas de pensar, de compreender, de agir e reformular a sua actividade profissional, adquirindo uma nova consciência pessoal do que é ser professor/supervisor. A professora-investigadora partiu para a implementação deste projecto consciente de que não existindo separabilidade entre a vida e a formação e entre a vida e o desenvolvimento humano, as oscilações dos seus aprendentes, e de si própria, enquanto pessoa em constante formação pessoal e profissional, seriam influenciadas por todos os participantes neste projecto de investigação. Tendo em conta que numa relação supervisiva

reflexiva e humanizada (Alarcão e Tavares, 2007), modificamos algumas das nossas práticas, mantendo nelas muito do que já sabíamos, ou seja, remodelamo-las, a professora-investigadora partiu com a concepção de que procurava reconhecer a importância da inter-relação de contributos múltiplos e de experiências de vida distintas na sua formação pessoal e profissional ao longo da vida.

Analogamente Alarcão e Tavares (2007: 43) defendem, no decorrer da nossa formação pessoal e profissional:

“(...) caminhos interligados que vão do saber ao saber fazer e do fazer ao saber, por serem aqueles que nos parecem estarem mais de acordo com o desenvolvimento cognitivo dos adultos e garantir uma prática consciente e reflectida, mas que igualmente asseguram a importância do ser e a grande via da aprendizagem que é a vida, a prática, a reflexão, a experiência.”

Dando ênfase à importância dos processos de auto- e de hetero-supervisão das práticas lectivas e à construção em colaboração de materiais didácticos, este projecto de investigação procurou revestir-se de factores de inovação que recaiam sobre a diversidade dos contextos educativos em que ocorreu e a partilha de experiências *online* (aparentemente contraditório com a perspectiva de humanização), que se pretendia serem motores de mudança. Mas, como nos dizem Alarcão e Roldão (2008: 18), referindo-se ao modelo bioecológico de Bronfenbrenner e Morris (1998) de desenvolvimento humano, este *“processa-se através de transições ecológicas que ocorrem quando uma pessoa realiza uma actividade nova, desempenha um novo papel e entra em interacção com outros actores sociais”*. Remetendo-nos para as palavras de Bronfenbrenner este *“afirma verificar-se uma relação sempre que alguém, num determinado contexto, presta atenção a outra pessoa ou participa nas actividades que ela desempenha, constituindo-se assim uma díade”*, tornando-se evidente que *“as relações interpessoais são forças importantes no processo de desenvolvimento”* (in Sá-Chaves, Araújo e Sá e Moreira, 2006: 221). Bronfenbrenner enfatiza a importância das experiências, dos contextos e das interacções dinâmicas, recíprocas e sinérgicas. O processo de construção profissional é um processo de autoformação e de auto-supervisão sistemático, olhando atentamente e de forma contínua para as necessidades próprias e depende da interacção mútua e

progressiva entre o indivíduo e os contextos nos quais se integra. O desenvolvimento pessoal e profissional assume-se como um processo inacabado, em permanente reconstrução.

Sá-Chaves (2007) enquadra o desenvolvimento pessoal e profissional no *paradigma da transformabilidade* gerada pela Supervisão, onde o conhecimento pessoal e profissional se reconstrói continuamente, ao juntar ao conhecimento prévio a nova informação, fruto de múltiplos contributos, fontes de informação e experiências de vida, ou seja, traduzindo-se numa aprendizagem ao longo da vida. Na nossa capacidade intrínseca de mudança reside, também, a possibilidade de alteração das nossas práticas, através de um tipo de intervenção consentânea e lógica tendo em conta a situação de ensino e de aprendizagem vivenciada no momento.

São as práticas profissionais que nos permitem aceder aos conhecimentos dos alunos, e tal apenas se torna possível se os diferentes intervenientes se envolverem de igual modo no processo de ensino e de aprendizagem, percorrendo caminhos interligados (Alarcão e Tavares, 2007). Por outro lado, a qualidade da comunicação determina a qualidade da Supervisão e a motivação desempenha papel fundamental no processo de ensino e de aprendizagem.

Foi através da procura de um trabalho efectivo, em pares, que as duas professoras que estiveram directamente envolvidas neste projecto de investigação, embora separadas geograficamente, constituíram uma parceria colaborativa em torno de interesses profissionais comuns. A utilização da *Internet* facilitou a constituição de um espaço de partilha de formação científica e didáctica e de experiências profissionais, de valores e de perspectivas sobre o Ensino das Ciências.

Os sistemas de correio electrónico (*e-mail*) constituíram-se como meio eficaz de comunicação bidireccional entre as professoras envolvidas na parceria. Esta forma de comunicação assíncrona permitiu a comunicação individualizada, personalizada e rápida entre as professoras envolvidas. As mensagens de texto, trocadas entre as interlocutoras puderam ser guardadas e, sempre que necessário, analisaram-se as interacções que entre ambas foram estabelecidas de forma a seleccionar a informação importante.

Também, a comunicação síncrona se revestiu de particular importância neste projecto de investigação, na medida em que permitiu a interactividade gerada pela quase presença das intervenientes e fomentou um clima social facilitador da construção de uma parceria a distância.

Neste projecto de investigação pretendemos apresentar algumas propostas de práticas partilhadas de ensino e de aprendizagem mais consentâneas com as orientações curriculares emanadas pelo Ministério da Educação (2001), para a componente de Biologia da disciplina de Biologia e Geologia de 10º ano, cujo tema central é a “A Vida e os Seres Vivos” e que as referidas propostas se traduzam na melhoria das aprendizagens dos alunos. Por outro lado, procuramos que as práticas se adequem às necessidades dos alunos de dois países com sistemas de ensino distintos, de modo a que possam tomar consciência do papel que a Escola pode ter na melhoria da sua vida real e no papel que devem ter na resolução dos problemas que afectam o seu quotidiano.

Potenciando a motivação dos alunos para a aprendizagem das Ciências, deseja-se que após esta partilha de experiências de ensino e de aprendizagem, estes encontrem novos motivos para aprender, despertem o interesse por tudo o que os rodeia e reajam favoravelmente aos estímulos que diariamente vêm dos acontecimentos que ocorrem na sociedade.

Através do esquema que se segue, pretendemos expressar graficamente as perspectivas em estudo neste projecto de investigação.



Figura 1 - Esquema global do percurso investigativo

Alarcão e Tavares (2007: 38) consideram que “*as actividades, papéis e relações interpessoais, são determinantes para o desenvolvimento humano e profissional, mas igualmente são as matrizes que moldam a natureza dos contextos e das suas relações*”. Estamos, assim, convictos que, tal como o aluno, também o professor deve encontrar razões suficientes para o trabalho que realiza, apreciar o seu valor e ter a percepção de que os seus esforços o conduzem à sua realização profissional.

Por conseguinte, a professora-investigadora através da concepção, construção e implementação das actividades práticas, partilhando em contexto *online*, situações de ensino e de aprendizagem e sobre elas fazendo a respectiva reflexão, está a contribuir para a sua formação e para o seu desenvolvimento como professora e supervisora da sua própria prática.

1.2 Questões de investigação e objectivos do estudo

1.2.1 Questões investigativas

Tendo em conta que no decurso da sua acção, os professores devem ser capazes de tomar decisões, resolver problemas emergentes, adequar as suas práticas às dinâmicas e especificidades de cada realidade pedagógica e justificar essa mesma acção, pretendemos saber:

- Que contributos advêm do processo de auto- e hetero-supervisão das práticas lectivas, desenvolvidas em contexto *online*, para a formação pessoal e profissional das professoras participantes neste projecto de investigação?
- Que impactes advêm da construção em parceria de estratégias de ensino e de aprendizagem em contexto *online*, na melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos?

1.2.2 Objectivos do estudo

Das questões anteriormente apresentadas emergiram os seguintes objectivos específicos:

- Fomentar a criação de parcerias e partilha de conhecimentos entre pares

com experiências diversificadas, em contexto transnacional;

- Compreender a influência da partilha de saberes e experiências no desenvolvimento pessoal e profissional das professoras envolvidas no estudo;

- Reconhecer a importância das tecnologias da informação e comunicação na construção de percursos partilhados de ensino e de aprendizagem;

- Avaliar os impactes que materiais curriculares desenvolvidos em parceria e colaboração e em contexto *online* têm na melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos.

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA - ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Procuramos neste capítulo proceder ao enquadramento das diferentes dimensões que integram o presente projecto de investigação, nomeadamente, aspectos relevantes das relações entre supervisão e desenvolvimento pessoal e profissional, supervisão curricular, auto e hetero-supervisão e a importância dos ambientes *online* nos processos de ensino e aprendizagem e na motivação dos alunos para a aprendizagem das Ciências.

O quadro teórico no qual a investigadora se move constitui-se como um dos momentos decisivos do seu processo de (re)conceptualização e, como tal, de desenvolvimento pessoal e profissional, permitindo-lhe uma interpretação sustentada e uma reflexão apropriada relativamente aos resultados obtidos.

2.1 Supervisão: auto-implicação vs desenvolvimento pessoal e profissional

Como professores queremos encontrar reconfigurações para um saber que partilhamos com os nossos alunos, para processos que executamos há anos na nossa actividade profissional, pois reconhecemos que ensinar é um “desafio” que se reinventa diariamente. Contudo, a nossa vida e a nossa profissão não devem ser apenas encaradas segundo uma perspectiva de aprendizagem mas, igualmente, como uma busca permanente de caminhos e de oportunidades que lhes possam dar novos sentidos. Como refere Freire (1996:25) “*quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender*”, incumbindo-nos, assim, a tarefa de mobilizar os conhecimentos prévios que possuímos para os (re)construir, corrigindo/reformulando o que consideramos menos positivo e potenciando aquilo que a participação activa mostrou ser mais eficaz e mais gerador de novos saberes e de novas formas de estar na vida pessoal e profissional. Já há muito tempo que se reconhece que o professor conduz a sua própria actividade, de forma eficaz e responsável, estando ciente de que o ensino não pode dissociar-se da aprendizagem (Cogan, 1973). O processo de ensino e de aprendizagem deve centrar-se no aluno, pois este não é um mero receptor de

informação, ele tem um papel activo na construção do seu próprio conhecimento (Soares *in* Alarcão, 1995). A aprendizagem só ocorre quando a nova informação é assimilada pelo aluno e integrada na que ele previamente adquiriu, mediante processos e ambientes propícios facultados pelo professor (Morais, 1993).

Em contexto de sala de aula, o professor depara-se com um grupo heterogéneo de alunos, com características sociais próprias, com conhecimentos, vivências e potencial gerador de pensamentos individualizados diferenciados e, portanto, com atitudes bem distintas perante o processo de ensino e de aprendizagem e o respectivo contexto. Dentro do mesmo espaço físico, está o próprio professor, detentor de aptidões⁴ muito próprias: teorias, metodologias, informação científica, convicções e valores, gerador de interacções potenciadoras da aprendizagem (*ibidem*). Com este enquadramento conseguimos compreender que apenas, reflectindo sobre as situações concretas, o professor conseguirá encontrar as soluções mais adequadas para o sucesso da aprendizagem dos alunos, ou seja que eles aprendam a resolver problemas e a ultrapassar de forma autónoma as dificuldades inerentes ao processo de ensino e de aprendizagem. O professor encontra mais facilmente respostas quando reflecte, fruto de uma auto-formação permanente e sempre renovada. Daqui decorre a necessidade de um apoio constante no desenvolvimento profissional dos professores, enriquecendo-os com outros saberes e competências⁵, fruto da formação contínua e continuada ao longo da vida e do empenhamento e desenvolvimento do próprio. O professor é *“um formador que, para ser eficaz e coerente, precisa ele próprio, de ser formado continuamente”*, quer na dimensão profissional, quer na pessoal, *“numa perspectiva de aprendiz que forma e de formador que aprende”* (Oliveira-Formosinho, 2002a: 10).

⁴ “Aptidões”, a capacidade de aplicar conhecimentos e utilizar recursos adquiridos para concluir tarefas e solucionar problemas. No âmbito do Quadro Europeu de Qualificações para a aprendizagem ao longo da vida, descrevem -se as aptidões como cognitivas (incluindo a utilização de pensamento lógico, intuitivo e criativo) e práticas (implicando destreza manual e o recurso a métodos, materiais, ferramentas e instrumentos) (definição emanada pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho de União Europeia, em 23 de Abril de 2008, p. 11 e que consta na Portaria n.º 782/2009, de 23 de Julho)

⁵ “Competência”, a capacidade comprovada de utilizar o conhecimento, as aptidões e as capacidades pessoais, sociais e/ou metodológicas, em situações profissionais ou em contextos de estudo e para efeitos de desenvolvimento profissional e/ou pessoal. No âmbito do Quadro Europeu de Qualificações, descreve-se a competência em termos de responsabilidade e autonomia (Comissão Europeia, 2008: 11).

Emerge, por outro lado, a necessidade de a escola se orientar para a promoção não só do sucesso educativo dos alunos, impulsionando o seu desenvolvimento, bem como de investir na formação dos professores de forma a que eles se sintam motivados para acompanhar esse desafio. Como nos diz Carlinda Leite (2000: 2) o nosso sistema educativo precisa de “*escolas inteligentes*”, ou seja, “*de organizações que aprendem, que facilitam a aprendizagem dos seus membros e que continuamente se transformam*”. Acredita-se que a “*escola inteligente*” investe numa maior qualidade no desempenho das tarefas pedagógicas, inerentes ao desenvolvimento pessoal e profissional do professor e, conseqüentemente, com benefícios no processo de aprendizagem dos alunos (Leite, 2000).

Como nos diz Oliveira-Formosinho (2002a: 12):

“A escola enriquece quando é possível que, entre pares, se convoquem saberes diferenciados e, eventualmente, funções e papéis diferenciados: a escola enriquece ainda quando é possível encontrar actores educacionais que possam trazer para o processo colaborativo de construção da qualidade na escola o valor acrescentado de outros saberes e de outras funções, para desafiar o monolitismo das respostas com que os sistemas educativos enfrentaram as situações no quotidiano escolar que a sociedade pós-moderna lhes tem vindo a colocar”.

O clima da organização é um factor de primordial interesse na determinação dos incentivos à actividade dos professores, sendo fundamental que o mesmo seja participativo e aberto às mudanças, implicando os professores nas tarefas da escola. Parafraseando Amiguinho, (1992:168) as mudanças colectivas ajudam a suportar as mudanças pessoais e reforçam a autonomia profissional, ou seja, a capacidade própria para produzir conhecimento científico, para conceber os instrumentos técnicos mais adequados e para decidir das estratégias concretas a pôr em prática. Como refere Geddis (*in* Alarcão, 2005: 69) “*o desenvolvimento de autonomia individual é um ponto importante da educação*”, mas é fundamental que a escola não se vire unicamente para o “*saber*” e o “*saber-fazer*”, mas que igualmente se preocupe com a dimensão do “*ser*” e do “*ajudar a ser*”; restitua aos alunos a sua quota-parte na aprendizagem recorrendo a processos promotores da sua autonomia; permita aos professores a construção de uma identidade própria e

por fim que se transforme numa “*nova escola, onde o saber não seja transmitido, mas sim construído*” (ibidem).

Do ponto de vista do legislado conforme refere o Despacho nº 9590/99, de 14 de Maio, é importante “*a criação de condições para que os alunos realizem mais e melhores aprendizagens*”, impulsionar “*o desenvolvimento profissional dos docentes e da sua capacidade de tomada de decisões em áreas chave do currículo, adoptando, sempre que possível, estruturas de trabalho colegial entre professores*”, fomentar “*uma maior implicação da comunidade educativa no desenvolvimento conjunto de projectos educativos e culturais que visem uma maior qualidade e pertinência das aprendizagens*”. Da análise destes itens podemos concluir que escola, professores e alunos, são elos de uma cadeia que deve permanecer forte no sentido de desenvolver competências de ordem cognitiva, afectiva e social no colectivo escolar. Compete à escola enquanto organização e aos professores, em particular, a tarefa de fazer dela um lugar mais atractivo e facilitador das aprendizagens. A escola enquanto organização, também ela em processo de desenvolvimento e de (re)qualificação, deve considerar a supervisão como “*instrumento de formação, inovação e mudança*” (Oliveira-Formosinho, 2002a: 13) que conjuga as necessidades individuais do professor e os objectivos educativos da instituição. A supervisão deve promover, por um lado, a formação e o desenvolvimento dos professores enquanto agentes potenciadores do desenvolvimento e da aprendizagem dos alunos e por outro, estimular o desenvolvimento e a aprendizagem organizacionais contribuindo para a qualidade da vida das escolas (ibidem: 231). Assim, Vieira (2009: 199) define “*supervisão como teoria e prática de regulação de processos de ensino e de aprendizagem em contexto educativo formal, instituindo a pedagogia o seu objecto*”, pois ambas comportam teoria (componente conceptual) e prática (componente experiencial). Esta definição apresentada pela autora abrange práticas de auto-supervisão e supervisão acompanhada. A supervisão possibilita, afinal, a regulação da qualidade da pedagogia, tornando a acção pedagógica mais consciente, deliberada e susceptível à mudança (ibidem: 201).

Neste contexto e inerente à prática dos bons profissionais, está um profissionalismo eficiente, um saber-fazer criativo que traz consigo o

desenvolvimento de novas formas de utilizar competências que já se possui e que se traduz na aquisição de novos saberes (Schön, 1983, 1987, 1995).

O professor deve ser encarado como um intelectual crítico e causador de mudança, cuja prática é capaz de contribuir para que os alunos se tornem consumidores críticos e produtores criativos de saberes (Vieira, 2006). O professor é capaz de organizar situações de aprendizagem que promovam o desenvolvimento de autonomia por parte dos alunos e estimulando, em contrapartida a sua metacapacidade de aprender a aprender e de aprender durante toda a vida. Conforme refere Montero (2005: 29) “*ensinar*” é “*uma arte e uma ciência*”, o professor aprende o que necessita ensinar e como ensinar e, para que tal aconteça, este tem que estar disponível para aprender e para reflectir sobre o seu ensino.

Como reforça Sá-Chaves a aprendizagem é um processo complexo, sendo fundamental adequar as estratégias de ensino de modo a que estas promovam a construção do conhecimento devendo ser “*investigados, de forma cada vez mais aprofundada, os mecanismos intrapessoais de compreensão das realidades e das estratégias*” (2004:36). Neste contexto, a dimensão da personalidade surge indissociável da dimensão da profissionalidade.

O presente projecto de investigação enquadra os princípios defendidos por Schön (1983, 1987, 1995), ao promover a experimentação em conjunto, a demonstração acompanhada de reflexão e a experiência multifacetada, que são estratégias adequadas ao paradigma reflexivo. As professoras envolvidas neste projecto de investigação propuseram-se impulsionar “*a reflexão na acção, a reflexão sobre a acção e a reflexão sobre a reflexão na acção*”, situando-se as duas primeiras dimensões no nível essencialmente cognitivo e a última numa “*dimensão metacognitiva, fundamental para se poder continuar em desenvolvimento ao longo da vida, quando a hetero-supervisão se transformar em auto-supervisão*” de natureza intrapessoal (Alarcão e Tavares, 2007:35).

As professoras planearam e desenvolveram, em ambiente *online*, um conjunto de actividades, que posteriormente implementaram em sala de aula, proporcionando aos alunos a partilha de experiências de aprendizagem. A partilha de experiências entre os alunos dos dois países decorreu, igualmente, em

ambiente *online*. Tal como nos menciona Schön (1983) subjacente à prática dos profissionais competentes está uma competência de tipo artístico e criativo, um *conhecimento na acção*, a que o autor apelida *artistry*. De acordo com Alarcão (2005) e Alarcão e Tavares (2007), esta competência remete para um saber agir criativo, sensível, inteligente e flexível que permite ao professor actuar em contextos imprevisíveis, indeterminados e complexos. Agir nestas situações implica uma reflexão e uma atenção dialogante com a própria realidade e é produto “*de uma mistura integrada de ciência, técnica e arte, caracterizada por uma sensibilidade de artista*” (Alarcão e Tavares, 2007: 35). Ainda na perspectiva de Schön, agir no imprevisto implica um conhecimento *tácito*, revelado através da prática, ou seja, no “*conhecimento na acção [...] que se evidencia num know-how inteligente e socialmente relevante*” (Alarcão e Tavares, 2007: 35). Conhecer na acção tem a ver com o “saber fazer” do professor e o conhecimento implícito que este possui das práticas anteriormente vividas (Montero, 2005). Corresponde ao conhecimento que o professor demonstra na execução da acção. O professor reconhece ser possuidor desse conhecimento quando se coloca na perspectiva de auto-observador, quando reflecte sobre as suas acções e tenta descrever o conhecimento *tácito* que lhes está subjacente (Alarcão, 2005). É um conhecimento dinâmico e resultante da reformulação da própria acção (ibidem).

A reflexão na acção ocorre durante a prática e emerge quando os professores dialogam sobre as situações que estão a desenvolver, enquadrando problemas e resolvendo-os *in loco* (Zeichner in Tomaz, 2007). O professor pode introduzir as alterações que considerar pertinentes, à sua planificação inicial, ou seja proceder a uma *gestão curricular flexível* (Roldão, 1999), reformula o que está a fazer no decurso de uma situação de ensino e aprendizagem. “*Pensar no que fazemos enquanto o fazemos*” (Montero, 2005: 56) alimenta uma forma de metacconhecimento na acção que conduz previsivelmente a aprendizagens significativas.

A reflexão sobre a acção ocorre quando a própria acção é objecto de reflexão por parte do professor, à luz dos saberes que já possui e combinando acção, experimentação e “*reflexão dialogante sobre o observado e o vivido segundo uma metodologia do aprender a fazer fazendo e pensando, que conduz à construção*”

activa do conhecimento gerado na acção e sistematizado pela reflexão [...] (Alarcão e Tavares, 2007: 35). Por outras palavras, a reflexão sobre a acção, ajuda “*a valorizar o que os professores e os alunos aprendem durante a prática docente e a qualidade do que se aprende*” (Montero, 2005: 56). O professor reconstrói mentalmente a acção para a analisar retrospectivamente (Alarcão, 2005).

Para além da reflexão na e sobre a acção, há a reflexão sobre a reflexão na acção, processo que ajuda o professor a determinar as suas “*acções futuras, a compreender futuros problemas ou a descobrir novas soluções*” (ibidem: 17), traduzindo-se numa progressão no desenvolvimento pessoal do professor e numa construção pessoal de conhecimento. Schön (1987) fala de conhecimento contextualizado, construtivista e situado como resultado de uma prática inteligente e reflectida. Assim podemos referir que o conhecimento é gerado pela prática e que ele sustenta a reflexão (Alarcão, 2005: 28).

Espaços conjuntos para a reflexão são criados pela supervisão interpares, de natureza colaborativa, ou seja horizontal. A supervisão interpares permite, assim, a aprendizagem colaborativa, a criação de materiais didácticos, a gestão de estratégias de ensino e a partilha de conhecimento e, nas palavras de Sá-Chaves (2007: 24), recai na “*autoformação reflexiva nos espaços da heteroformação partilhada*”. Em articulação com esta perspectiva, Baker e McNicoll (2006: 28) referem que “*peer mentoring draws on the notion that collectively within a group of peers there is a pool of skills, experience and resources that can be used to support educators as they review their work experiences in order to develop their professional skills and competencies – no one knows as much as all of us*”.

A hetero-supervisão deve ser sinónimo de uma reflexão crítica, ou seja, “*a collaborative and reciprocal process whereby one peer observes another’s teaching (actual or virtual) and provides supportive and constructive feedback. Its underlying rationale is to encourage (continued) professional development in teaching and learning through critical reflection, by both observers [...]*” (Lublin in Prodit, 2006: 1)

Estes pontos de vista revestem-se de uma particular importância neste estudo, e ao implementar este projecto, as professoras estavam confiantes que, entre outros aspectos, a hetero-supervisão deve permitir que ambas (Prodait, 2006):

- desenvolvam a sua própria prática reflexiva;
- partilhem boas práticas pedagógicas;
- adquiram novas ideias e novas perspectivas sobre o ensino;
- reforcem as suas próprias competências pedagógicas, ao receber um *feedback* positivo da outra;
- identifiquem problemas e, em conjunto, procurem formas de os solucionar;
- melhorem a qualidade da aprendizagem e experiências disponibilizadas aos alunos.

Seja a supervisão exercida de forma autónoma (auto-supervisão) ou apoiada (hetero-supervisão) não se pretende que esta se circunscreva à regulação dos processos de ensino e de aprendizagem, mas que se estenda à escola como organização, também ela reflexiva (Alarcão, 2003). Os professores serão capazes de assumir o seu (auto)desenvolvimento, a sua (auto)supervisão e de se (auto)dirigirem se tiverem acesso a recursos e mecanismos de acompanhamento adequados (Oliveira-Formosinho, 2002a). Deseja-se que os professores desenvolvam as suas capacidades de acção, auto-regulação, comunicação e negociação e que, igualmente, consigam manifestar uma postura crítica face aos contextos profissionais onde a acção educativa se desenrola. Esta actuação visa promover, por um lado, a autonomia dos alunos e, por outro, democratizar as relações interpessoais e os processos de construção do conhecimento profissional. Segundo Costa e Garmston (1994:132) a supervisão pode ser compreendida como “*mediador da aprendizagem e do desenvolvimento do adulto*”, implicando o desenvolvimento da capacidade reflexiva dos professores que nela se encontram envolvidos.

Nas estratégias de supervisão aqui em análise (a auto e a hetero) pretende-se “*identificar as dimensões de mais-valia que possam constituir estímulo e reforço dos processos intrapessoais de construção de conhecimento*” (Sá-Chaves et al., 1999: 47). Por outro lado, neste exercício de supervisão, a partilha reflectida de informação e experiências de vida interpessoais e profissionais, estimulam a

edificação de laços interpessoais de abertura ao outro, segurança e clareza (Sá-Chaves, 2002) na actuação em contextos de incerteza, complexos e singulares (Montero, 2005).

O *bom professor* é um prático reflexivo, em constante formação cuja prática gera teoria e o transforma num profissional autónomo, dotado de um conjunto de conhecimentos, saber-fazer e atitudes. Conforme refere Vieira (1999: 25):

“I believe that the power of reflective teacher education/practice can be strongly enhanced through its articulation with an explicit and intentional focus on learner autonomy, so that teachers and learners can become interdependent partners in the social reconstruction of academic and social knowledge and in bridging the gap between school and life”.

Uma prática reflexiva fomenta a colaboração e o debate entre os professores. Essa prática pode ser desenvolvida através de uma análise individual ou colaborativa de situações problemáticas reais, planificação de actividades e construção dos materiais necessários, regulada por processos de avaliação reflexiva dessa prática ou seja uma reflexão pré, na e pós acção. Tal como referem Alarcão e Tavares é o caminho do “*saber ao saber fazer*” (2007: 59). O professor terá de repensar continuamente o seu agir profissional, concebendo e (re)construindo saberes, abrindo possibilidades à (auto)formação e inovação educativa. Os professores devem assumir-se como investigadores da sua própria prática visando a melhoria da qualidade do ensino que ministram. Conforme refere Nóvoa (1995:25) os processos de formação devem promover “*a preparação de professores reflexivos, que assumam a responsabilidade do seu próprio desenvolvimento profissional e que participem como protagonistas na implementação das práticas educativas*”. Ou seja, a formação de professores ocorre durante toda a vida profissional traduzindo-se num “*processo de aprendizagem permanente*” (Sander e Vez in Montero, 2005: 19).

Baseando-nos nos pressupostos defendidos por Cogan (Alarcão in Sá-Chaves et al., 2006), o professor é o condutor da sua acção, pautando-se por uma actuação eficaz e responsável, norteadada pelo princípio de que o ensino e a aprendizagem são indissociáveis.

Ao estabelecer-se uma parceria entre professoras, a relação que entre ambas se cria, constitui nas palavras de Sá-Chaves et al. (1999), uma orientação de tipo

horizontal. Dada a sua especificidade, esta pode oferecer mais-valia própria ao permitir aprofundar o conhecimento sobre a forma como estas profissionais procuram novos caminhos no processo de ensino e aprendizagem, ou seja, traduzindo o seu processo de desenvolvimento pessoal e profissional num *processo de permanente inacabamento* (ibidem: 47). Estando as duas professoras comprometidas na acção supõe-se, neste tipo de actuação, uma atitude formativa e formadora de ambas, certamente, geradora de transformação, cujo sucesso depende dos mecanismos intrapessoais de compreensão das realidades vivenciadas e das relações interpessoais estabelecidas.

À semelhança do que é referido para a formação de professores, pretende-se desenvolver uma intrincada relação em espelho, na qual a auto-imagem de cada professora se edifica através das variadas apreciações feitas a partir do olhar da outra (Sá-Chaves *et al.*, 1999). Ao estabelecer-se uma díade de actividade conjunta, há um prestar de atenção recíproco, sendo que cada professora participa nas actividades que a outra realiza. Neste processo de supervisão estabelece-se uma forte ligação afectiva, constituindo-se uma díade primária, porque apesar da distância que as separa fisicamente, cada uma se sente responsável pela acção da outra. Embora a maior responsabilidade recaia sobre uma das professoras, neste caso a investigadora directamente envolvida no projecto, a outra professora tem consciência de que, a forma como acalenta as actividades, potencia o desenvolvimento quer pessoal quer profissional de ambas. Juntas manifestam vontade de agir para alterar e inovar as práticas de ensino, de forma a ter alunos mais motivados para aprender nas suas salas de aula. O desenvolvimento pessoal e profissional do professor é visto, por ambas, como um processo “*interactivo, inacabado, dependente do indivíduo e das possibilidades do meio, construtor do saber e da personalidade*” (Alarcão e Sá-Chaves *in* Sá-Chaves, 2007: 147).

Pretende este estudo ainda dar a perceber até que ponto o trabalho desenvolvido pelas professoras intervenientes é colaborativo ou tão-somente cooperativo (Fiorentini *in* Grigoli *et al.*, 2007). De acordo com Fiorentini (2004) o processo é cooperativo quando há uma adesão mútua na execução de tarefas, mas estas podem não ter resultado de decisões conjuntas de ambos os

elementos do grupo. Quando o trabalho é colaborativo as decisões, para além de conjuntas, traduzem apoio mútuo e a definição grupal de objectivos comuns. No primeiro caso podem existir relações desiguais e hierárquicas entre os participantes, enquanto no segundo, a liderança é compartilhada, as decisões e acções são assumidas e realizadas colectivamente. Almeja-se que as professoras abandonem o seu *eu solitário* (Sá-Chaves e Amaral *in* Alarcão, 2000) e passem a reflectir em parceria sobre a forma como ensinam, os resultados que obtêm, sobre o conhecimento teórico, pedagógico, pedagógico de conteúdo e sobre os currículos que melhor servem os seus alunos. Intenta-se que entre elas se estabeleça uma cultura de parceria e supervisão reflexiva, edificando interacções críticas geradas pelo diálogo e *feedback* abertos e francos.

Aspira-se que a supervisão (auto e hetero) tenha como objectivo produzir inovação, ou seja, que ambas as professoras construam práticas e saberes mais adequados aos problemas e desafios com que se confrontam no decurso das suas interacções nos respectivos contextos educativos. O motor desta supervisão constitui-se no processo de inovação, pelas possibilidades de transformação e criação de alternativas face a diferentes contextos educativos. Pretende-se que a auto e hetero-supervisão proporcionem co-autoria na transformação de práticas e co-construção de significações pessoais.

Uma das condições para o desenvolvimento de ambas as professoras “é o *sentido de continuidade e de consistência entre o passado, o presente e o futuro das experiências pessoais, de que depende a qualidade de adaptação ao meio e se funda o sentido de identidade e de coerência*” (Soares *in* Alarcão, 1995: 144). Conforme refere a autora, se as actividades implementadas forem isoladas e pontuais, sem articulação com as experiências do sujeito, converter-se-ão em meros acidentes não resultando em conhecimento, pois “*não há antes nem depois*” (ibidem). Da mesma forma se as experiências vivenciadas não forem objecto de reflexão tornar-se-ão improdutivas em termos de desenvolvimento profissional. Neste contexto emerge a necessidade de uma análise das experiências sob diferentes perspectivas, explorando crenças, percepções e afectos envolvidos nas situações e elaborando alternativas de confronto com as situações vividas. Os diálogos que entre ambas se estabelecem, o diário das

experiências vivenciadas, constituem-se “*ocasiões privilegiadas de reflexão, de exploração de si próprio e dos outros e de construção de novas significações pessoais*” (ibidem: 145).

Assim sendo e tal como nos refere Roldão (2005, 2007) ensinar é “*fazer aprender alguma coisa a alguém*”, assumindo extrema importância o saber fazer, saber como fazer e saber porque se faz. Por um lado temos o conhecimento global do docente (Shulman, 1986) e por outro a epistemologia da prática (Schön, 1983, 1987). A primeira linha de orientação sobre o conhecimento profissional docente tem em conta o que o professor deve saber para ensinar bem, a segunda privilegia a análise do conhecimento que manifestam os professores que ensinam bem. O conhecimento resultante da prática resulta da reflexão analítica sobre essa prática feita pelos professores competentes. Assim, a abordagem de Shulman aproxima-se da de Schön, pois, por um lado enfatiza-se o conhecimento prévio, por outro valoriza-se o conhecimento emergente da prática e da reflexão que sobre ela se faz (Roldão, 2007: 99).

A reflexão por si só não conduz forçosamente a uma auto-confrontação e esta, por sua vez, pode necessitar de um apoio especializado, para ser transformada numa nova acção. A interferência de um amigo crítico⁶ (Smith, 1996), alguém que participa activamente das discussões e construção do conhecimento, pode estabelecer e manter um diálogo interessante e estimulante, através do qual são criadas situações em que o professor será obrigado a reflectir sistematicamente sobre a prática. Se a reflexão crítica for acompanhada por um amigo crítico, aumentam as possibilidades de uma reflexão partilhada, confrontando o pensamento e a prática. O amigo crítico ajuda a problematizar e modificar as práticas e a identificar e desenvolver os seus auto-entendimentos. O amigo crítico ajuda o professor a pensar sobre a sua acção docente e a descobrir formas de enfrentar os desafios do quotidiano da sala de aula, assumindo-se como um facilitador de aprendizagens e um promotor de desafios. Como refere Sá-Chaves, num processo de “*supervisão amigável e recíproca*” [...], *dois olhares são mais enriquecedores do que um, [...] respeitando os princípios da pluralidade e da*

⁶ “Critical friend” na abordagem original (Smith, 1996: 3)

diversidade como confluente e também eles, factores enriquecedores subjacentes à análise e reflexão intrapessoal” (2004: 38).

A intervenção do amigo crítico ajuda-nos a tomar consciência das nossas dificuldades e, simultaneamente das nossas faculdades, ou seja, para compreender melhor quem somos e a partir daí decidirmos como agir. As responsabilidades pela mudança são assumidas em conjunto. Tem-se, por um lado, a reflexividade acerca da acção e, por outro, a partilha do saber (Roldão, 2000). A supervisão assume-se como um processo permanente de enriquecimento mútuo e de ajuda interpares.

Depreende-se assim, que o desenvolvimento de práticas reflexivas requer um conjunto de atitudes facilitadoras (Dewey *in* Tomaz, 2007: 34) e caracterizadoras do professor que reflecte sobre os seus actos, nomeadamente *abertura de espírito, responsabilidade e empenhamento*. Parafraseando a autora, um professor que manifesta *abertura de espírito* está disponível à opinião de terceiros, ou seja, está receptivo para aprovar possíveis alternativas e aceita a possibilidade de erro mesmo quanto àquilo em que mais acredita até ao instante. No pressuposto de procurar resoluções educativas, sociais e éticas, a atitude de responsabilidade implica, por parte do professor, a meditação prudente das consequências das suas acções e do seu ensino, nomeadamente:

- consequências pessoais que remetem para os efeitos do seu ensino no auto-conceito dos alunos;
- consequências académicas que se prendem com os efeitos do seu ensino no desenvolvimento intelectual dos alunos;
- consequências sociais e políticas que se relacionam com os efeitos do seu ensino na vida pessoal dos mesmos.

Por fim, o *empenhamento* traduz-se na intenção e aptidão, por parte do professor, de renovação dos seus conhecimentos e das suas práticas de luta contra a rotina. E tal como Dewey (*in* Alarcão, 2005) refere, a Educação só conseguirá cumprir os seus deveres para com os alunos e a sociedade se se basear na experiência. Assim, por um lado temos o pensamento reflexivo e, por outro, a criação de situações experienciais, pois “*ninguém é capaz de pensar em alguma coisa sem experiência e informação sobre ela*” (Alarcão, 2005: 58).

Roth (*in* Tomaz, 2007: 34-35) afirma que o professor reflexivo

“pergunta o quê, porquê e como se fazem as coisas, em relação a si próprio e em relação aos outros; usa a indagação como forma de aprendizagem; só emite juízos perante dados suficientes; procura alternativas; mantém uma mente aberta; compara e confronta; procura a fundamentação teórica do que faz; aceita diferentes perspectivas; identifica e confronta os pressupostos próprios e dos outros; experimenta; é curioso em relação aos pontos de vista dos outros; adapta-se à instabilidade e à mudança; funciona em situação de incerteza, complexidade e variedade; formula hipóteses; tem em conta as possíveis consequências das suas acções; sintetiza e confronta dados; procura identificar e resolver problemas; analisa o que faz com que as coisas funcionem e em que contexto; avalia o que funcionou /não funcionou e porquê; utiliza modelos prescritivos, mas apenas quando se adaptam à situação e, finalmente, toma decisões na prática”.

Ao agir desta forma entra-se num jogo dialéctico de acção-reflexão-acção no qual as fronteiras entre o desenvolvimento pessoal e o desenvolvimento profissional se esbatem, mas do qual resultam novas habilidades (*skills*) e maiores doses de satisfação pessoal (Montero, 2005). Assim o professor tem a possibilidade de ser capaz de:

- fazer um diagnóstico de uma dada situação;
- analisar os dados que foi recolhendo e proceder à construção de uma teoria que fundamente a situação;
- planear a acção;
- relacionar análise e prática;
- comunicar e partilhar ideias com os seus pares, ou seja, que esteja receptivo à perspectiva do outro;
- prestar atenção a diferentes alternativas;
- investigar e procurar a melhor resposta para cada uma das questões que vão surgindo no processo de ensino e de aprendizagem. (Vasconcelos *in* Oliveira-Formosinho, 2002b).

2.2 Supervisão profissional e supervisão curricular: que relação?

Qualquer professor, depois de terminar a sua formação inicial, ao tomar consciência do seu próprio desenvolvimento profissional apercebe-se da necessidade de ir aperfeiçoando o seu desempenho, participando em congressos, em conferências, em formações contínuas, uma mudança das suas concepções e

práticas profissionais. Neste processo encontra um paradoxo: a experiência é um património pessoal, mas, para que seja transformada em conhecimento, precisa do outro: o outro que está na bibliografia, nos especialistas, nos supervisores de estágio pedagógico/profissional e até nos outros docentes com quem se trabalha diariamente. Assim, enquanto pessoa e profissional, o professor enquadra-se num *paradigma de inacabamento* (Sá-Chaves, 2007: 24), que reforça e comprova a convicção da possibilidade do “*desenvolvimento contínuo e continuado*” e sustenta os processos de transformação e de mudança.

Assim, indo ao encontro do que foi anteriormente referido, a formação de qualquer professor é um processo inacabado, isto é, ocorre ao longo da vida, devendo a sua actuação pautar-se por uma “*monitorização sistemática da prática pedagógica, sobretudo através de procedimentos de reflexão e de experimentação.*” (Vieira, 1993:28). Ou seja, deve suportar-se na supervisão das práticas lectivas, feita pelo próprio professor ou por outro, centrada na “*natureza da relação ensino-aprendizagem como substância dos processos pessoais e colectivos de construção do conhecimento e de desenvolvimento*” (Alarcão, 2001: 93).

Parafraseando Joyce e Showers (1988) podemos ainda afirmar que o desenvolvimento profissional retrata a realidade em que se insere e as prioridades que aí se estabelecem, quando estes afirmam que:

“O desenvolvimento profissional conota uma realidade que se preocupa com os processos (levantamento de necessidades, participação dos professores na definição da acção), os conteúdos concretos aprendidos (novos conhecimentos, novas competências), os contextos da aprendizagem (formação centrada na escola), a relevância para as práticas (formação centrada nas práticas) e o impacto na aprendizagem dos alunos.” (in Oliveira-Formosinho e Formosinho, 2000: 43).

Como tal podemos considerar que a supervisão tem ganho nas últimas décadas uma dimensão colaborativa, auto-reflexiva e auto-formativa na medida em que os professores começaram a adquirir confiança na relevância do seu conhecimento profissional e na capacidade de fazerem ouvir a sua voz como investigadores da sua própria prática e co-construtores do saber específico inerente à sua função social. As tendências supervisivas actuais enquadram-se na forma como se pensa o ensino, a aprendizagem, a formação e o

desenvolvimento profissional, mas também a profissionalidade docente e a cultura das organizações onde esta actividade decorre.

A escola actual pretende afirmar-se como *escola reflexiva* (Alarcão, 2001), ou seja, uma escola que acolhe os desafios colocados pela centralidade, pela autonomização e progressiva responsabilização. É uma escola que sente necessidade de se auto-questionar e auto-avaliar para ter melhor qualidade e maior influência social.

Por outro lado, a concepção de ensino como actividade profundamente situada e contextualizada tem implicações ao nível da formação de professores, pois requer um profissional dotado de uma inteligência pedagógica, multidimensional e estratégica e de capacidade reflexiva e auto-reguladora (Alarcão e Tavares, 2007). Vieira (1993) considera que a supervisão encerra duas dimensões fundamentais: a analítica, respeitante aos processos operacionais e a interpessoal, alusiva à interacção entre os sujeitos envolvidos. Não sendo de forma alguma exclusivas, estas dimensões, interpenetram-se e influenciam-se, detendo a componente relacional um papel regulador do e no processo supervisoivo.

O processo de construção profissional é um processo de autoformação sistemático. Quer a auto- quer a hetero-supervisão remetem para a criação e sustentação de ambientes promotores da construção e do desenvolvimento profissional. Não obstante a heterogeneidade das práticas das docentes envolvidas, a supervisão como actividade de apoio, orientação e regulação aparece como uma dimensão de formação com grande relevância. Esta pretende assumir-se como estratégia de grande potencial formativo, pois é acompanhada por uma reflexão de natureza colaborativa e colegial e incide sobre a actividade investigativa, a resolução de problemas, a análise de situações educativas e as interacções em contextos diversificados.

Seguindo a linha de pensamento de Alarcão e Tavares (2007) a supervisão ambiciona sustentar-se numa atitude de mútua colaboração, e ajuda entre as docentes envolvidas no processo, numa atitude de diálogo permanente que passe por um bom relacionamento assente na confiança, no respeito e aceitação mútua, no empenhamento e entusiasmo, na amizade cordial e empática de colegas que,

não obstante a distância espacial e a diferença de sistemas educativos, procuram atingir idênticos objectivos. Deste modo, impõe-se uma concepção integradora e multidimensional da supervisão, que de acordo com Sá-Chaves (2004), deve apoiar-se num diálogo franco e aberto, numa atitude colaborativa e de compreensão, procurando um aperfeiçoamento constante e continuado.

Estes aspectos configuram-se com o facto de supervisionar ser considerado um processo que requer observação, reflexão e acção por parte dos intervenientes, porque *“os sujeitos que intervêm directamente no processo de supervisão continuam em desenvolvimento. Desenvolver-se e aprender para poder ensinar a aprender e ajudar a desenvolver os alunos parece ser [...] a tarefa principal a realizar”* (Alarcão e Tavares, 2007: 53). Deste modo, as novas tendências de supervisão apontam para o desenvolvimento de ambientes colaborativos, onde se partilha e se reflecte sobre a prática pedagógica, para o desenvolvimento profissional progressivo, podendo estes configurar-se como espaços de partilha a distância. É indispensável a valorização do trabalho cooperativo com vista à resolução comparticipada e responsável dos problemas decorrentes da prática, tendo em vista o desenvolvimento de práticas educativas motivadoras e de projectos curriculares integrados. Elliott (1990:17) *“enfatiza la necesidad de pasar de la reflexión individual a la reflexión cooperativa, para llegar a desarrollar conocimientos prácticos compartidos que emergen de la reflexión, el diálogo y el contraste permanente”*. Este autor afirma, ainda, que *“a práctica profesional del docente es un proceso de acción e reflexión cooperativa, de indagación y experimentación, donde el profesor aprende al enseñar, y enseña, porque aprende, interviene para facilitar y no imponer ni substituir la comprensión de los alumnos y, al reflexionar sobre su intervención, ejerce y desarrolla su propia comprensión”* (ibidem: 18).

A reflexão na/para a acção visa melhorar o desempenho do professor orientando-se para a consecução de objectivos a curto prazo. Esta reflexão centra-se, amiúde, na análise de pressupostos, predisposições, valores e consequências das práticas do professor, alargando-se às dimensões ética, social e política dessas práticas. A supervisão da própria prática regula o processo de formação do professor e exige tarefas metacognitivas de planificação,

monitorização e avaliação promotoras do desenvolvimento da autodeterminação e responsabilidade social. O professor assume um papel crítico no processo de auto-supervisão da sua aprendizagem centrada na reflexão sobre as próprias práticas curriculares.

Associado a este projecto de investigação surge também a Supervisão Curricular, baseada na concepção de que o professor é um gestor do currículo, que procura acompanhar o modo como cada aluno vai construindo o seu conhecimento. O foco desta abordagem situa-se no envolvimento das professoras participantes neste estudo na reconceptualização e desenvolvimento de currículos a utilizar em sala de aula, enfatizando os planos de ensino bem como na relação entre o desenvolvimento e implementação curriculares e o desenvolvimento profissional de cada uma delas.

A Supervisão Curricular deixa de ver o professor/supervisor como mero transmissor de informação, mas como um supervisor de processos, que se preocupa com as estratégias didácticas que utiliza para regular a aprendizagem, para aprofundar os conhecimentos de formação e de aprendizagem, tendo em conta as características dos alunos. Trata-se de um professor que é capaz de repensar continuamente a sua acção e de mudar as suas práticas, experiencia situações e toma decisões curriculares, selecciona materiais e organiza-os de acordo com o contexto de ensino e de aprendizagem. O professor é visto como um organizador de situações didácticas e de actividades significativas para os alunos, envolvendo-os activamente no processo de construção e desenvolvimento das aprendizagens. O professor reflecte no decurso da própria acção, sem a interromper, embora com breve momentos de distanciamento, e reformula o que está a fazer enquanto está a realizá-lo (Alarcão, 2005). Adaptando as palavras de Alarcão ao quotidiano do *bom professor* podemos dizer que este “lança o seu olhar entre o passado e o futuro, jogando-o no presente, focaliza-o na aula, mas abre-o para outros contextos que com este microcosmos estabelecem relações ecológicas interactivas” (1995: 5).

Daqui se depreende que o *bom professor* possui um entendimento conceptual e prático das matérias que ensina, bem como conhecimentos e competências pedagógicas que lhe permitem uma apresentação bem estruturada dos materiais,

motivar os alunos, avaliar os seus progressos e ajustar continuamente o ensino às necessidades individuais de cada discente.

Surge, neste contexto, a figura do professor reflexivo que estimula o debate de ideias e a (re)construção intrapessoal do conhecimento, resultado das relações interpessoais que se cruzam, tecendo, ao mesmo tempo as histórias de vida pessoal e social de cada aluno e de cada professor.

A planificação e a construção partilhada de estratégias formativas conjuntas e a subsequente avaliação valorizam as interacções das professoras com os contextos de trabalho, as práticas que favorecem o envolvimento em tarefas inovadoras e a articulação entre teoria e prática. À semelhança do que acontece no contexto da formação de professores, a hetero-supervisão das práticas deve perfilhar uma orientação de “*natureza reflexiva e experimental, na qual se valoriza o conhecimento, experiência e sistema apreciativo prévios do sujeito, como base para a aquisição e o desenvolvimento de atitudes, saberes e capacidades no âmbito da gestão do processo de ensino/aprendizagem*” (Vieira, 1993: 110), para que na situação concreta deste estudo as professoras adquiram mais confiança nas suas próprias capacidades.

Podemos dizer que a comunicação e a reflexão permitem estimular o desenvolvimento de competências de resolução de problemas, ao reformular a experiência, ao conceber alternativas, ao fazer ilações com base no conhecimento prévio e ainda quando se procede à avaliação de acções no sentido de construção de novas aprendizagens (Garmston *in* Oliveira-Formosinho, 2002b).

Arends refere que a sociedade actual espera que os professores sejam “*eficazes no sentido de auxiliarem os alunos a aprender competências e atitudes essenciais*” (1995: 1). Para este mesmo autor, o bom professor⁷ é aquele que:

- é capaz de estabelecer uma boa relação com os alunos;
- contribui para a criação de um ambiente facilitador do desenvolvimento pessoal;

⁷ “Effective teacher” na versão original

- tem fascínio pela aprendizagem e domina superiormente um conteúdo escolar específico;
- consegue canalizar a energia dos alunos para a construção de uma ordem social mais justa e humana;
- domina o conjunto de conhecimentos existente relativo ao ensino e à aprendizagem;
- domina um repertório de práticas educativas;
- tem uma atitude e competências para abordar todos os aspectos do seu trabalho de uma forma reflexiva, democrática e orientada para a resolução de problemas;
- encara o “*aprender a ensinar*” (Arends, 1995: 9) como um processo contínuo, sendo dotado de atitudes e competências necessárias à optimização das suas capacidades docentes e das escolas onde trabalha.

Resumidamente, se ensinar “*é uma arte ou um ofício que defende que os comportamentos pessoal e profissional são inseparáveis e exclusivamente individuais*” (Oliveira-Formosinho, 2002b: 166) será desejável que o professor detenha os atributos indicados na figura 2:

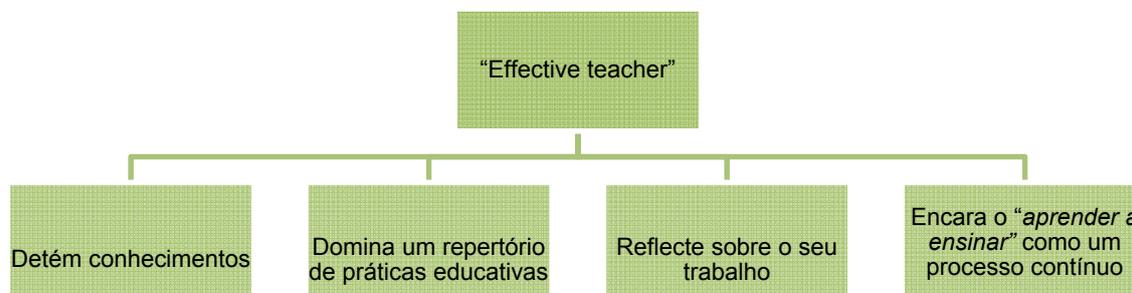


Figura 2 - Alguns atributos do professor - uma perspectiva sobre o ensino eficaz (baseado em Arends, 1995: 10)

O bom professor domina um conjunto de conhecimentos que orienta a sua prática, tanto dentro como fora da sala de aula e que permite lidar com determinadas matérias, de forma mais esclarecida e eficaz do que a maioria das pessoas. Mas à semelhança do que acontece com outros profissionais (médicos, engenheiros, advogados, ...) os conhecimentos que detém não lhe permitem dar

resposta a todas as questões ou resolver todos os problemas. Há alunos que não aprendem e outros que desistem da escola. É importante que os professores compreendam as implicações dos conhecimentos que detêm para ensinar e que estejam cientes que o ensino é um processo muito “*complexo que desafia constantemente fórmulas ou receitas definitivas*” (Arends, 1995: 12).

Neste processo de supervisão que promove a reflexão, os professores (re)constróem saberes e tomam consciência das suas concepções e práticas, partilham decisões e acções educativas. Conforme defende Shulman (1986), é muito importante que o professor domine a matéria, em termos de conhecimento científico (conhecimento do conteúdo), mas é fundamental que a sua capacidade de pensar e agir (saber didáctico) tornem essa mesma matéria acessível ao aluno. Não se podem descurar as qualidades intelectuais básicas para ensinar nem as capacidades intelectuais do professor para transformar o conhecimento disciplinar. Schulman (*in* Arends, 1995: 11) defende que os professores detêm:

1. Conhecimento do conteúdo ou conhecimento acerca das matérias a ensinar;
2. Conhecimento do conteúdo pedagógico, ou seja, conjunto de conteúdos e pedagogia exclusivos do professor;
3. Conhecimento acerca dos alunos e das suas características;
4. Conhecimento pedagógico geral, relativo a princípios e estratégias gerais de gestão e organização da sala de aula que transcendem as matérias específicas;
5. Conhecimento dos contextos educativos;
6. Conhecimento de currículos.

O professor toma decisões estratégicas de acordo com aquilo que ele julga ir ao encontro das necessidades dos alunos, mas a análise que faz das situações pode potenciar a procura de melhores soluções para o processo de ensino e de aprendizagem. Daí Zeichner, Shulman e seus colaboradores (*in* Sá-Chaves, 2002: 69) afirmarem, relativamente ao conhecimento profissional do professor, haver seis dimensões diferenciadas: *a compreensão, a transformação, a instrução, a avaliação, a reflexão e uma nova compreensão.*

Como nos diz Alarcão (2001) actualmente impõe-se que a edificação do currículo seja da responsabilidade do professor. Confia-se-lhe essa tarefa, porque se acredita que ele tem capacidade de a realizar, pois respeitando os princípios e objectivos nacionais e transnacionais, o professor co-constrói-o e vivifica-o com os seus colegas e os seus alunos. O professor assume esta responsabilidade, consciente de que as inovações não se realizam por decreto e ciente que nunca pode descuidar a qualidade do ensino e da aprendizagem. O professor preocupa-se por ser investigador da sua prática, pois reconhece que a sua atitude e a sua pesquisa podem contribuir para o seu desenvolvimento profissional e para o desenvolvimento da instituição na qual se insere.

Parafraseando Alarcão ao referir-se aos estudos de Stenhouse (1975) “*o desenvolvimento curricular de alta qualidade, efectivo, depende da capacidade dos professores adoptarem uma atitude de investigação perante o seu próprio ensino*” sendo a atitude de investigação entendida como “*uma predisposição para examinar a sua própria prática de uma forma crítica e sistemática*” (2001: 4). Segundo Doyle (1990) os currículos devem ser entendidos como um “*conjunto de acontecimentos e actividades de aprendizagem através dos quais professores e alunos elaboram conjuntamente conteúdo e significado*” (in Arends, 1995: 5).

Para criar, as desejáveis condições de aprendizagem parece importante que, em primeiro lugar, que os professores se apropriem dos conhecimentos necessários à sua acção, para os transformar em saberes que darão consistência às suas práticas quotidianas, mais rigorosas e que levem o aluno a, de facto, aprender.

Zeichner (1993) defende que ao professor compete observar o comportamento dos alunos em contexto de sala de aula, relacionar as suas destrezas (*skills*) de ensino com as aprendizagens dos alunos e por fim, tendo em conta a perspectiva construtivista do ensino, comprometer os alunos no processo de ensino e de aprendizagem (Sá Chaves, 2002). O professor apercebe-se das suas práticas e altera-as de forma a que estas possam melhorar as aprendizagens dos alunos, mas só o faz porque estabelece uma relação dialéctica entre o seu processo de ensino e as aprendizagens dos alunos, fruto da observação permanente da sua acção. O professor encontra-se em desenvolvimento continuado (Sá-Chaves,

2002) quer em termos profissionais quer pessoais, pois integra nas suas práticas o conhecimento que advém da reflexão das investigações que faz. O professor reflexivo promove o seu auto-desenvolvimento e a sua auto-formação.

Na sala de aula os professores têm, cada vez mais dada a massificação do ensino, um conjunto heterogéneo de alunos com capacidades e interesses muito diversificados. Por outro lado a acção dos professores, em contexto de sala de aula, resulta de um padrão de trabalho baseado numa cultura de ensino individualista, isolada e “*privatista*” (Hargreaves, 2001: 185). Este isolamento físico não equivale a um isolamento psicológico nem social, pois o professor não está isolado no que se refere a valores, crenças, hábitos, pressupostos e formas de agir, sendo influenciado pelas perspectivas e orientações de outros colegas.

Neste estudo pretende-se, como resultado do envolvimento directo da professora investigadora no projecto de investigação, que as estratégias implementadas sejam o reflexo das perspectivas e orientações das professoras envolvidas. As relações de colaboração partem delas próprias, são sustentadas por elas e resultam da percepção do valor que elas atribuem ao trabalho em parceria. Assumem que o acto de ensinar é complexo e multimodal, mobilizador de saberes e de competências, pressupondo o professor como um incessante aprendiz, pronto a interagir e a partilhar com os outros as suas aprendizagens.

Se, por um lado, a organização/planificação do processo de ensino e de aprendizagem é essencial para apoiar a acção do professor, por outro, essa acção deverá ser flexível de modo a poder ser transformada no decurso do processo educativo, sempre que este não esteja a decorrer de acordo com os propósitos previamente definidos. Pois o professor actua em contextos imprevistos uma vez que, de acordo com os princípios do paradigma da complexidade, “*é difícil antecipar como vai decorrer uma actividade num determinado dia com um grupo particular de alunos*” (Arends, 1995: 112). Assim, o agir em contexto exige ao professor competências reflexivas e capacidade crítica para reflectir no decurso da própria acção. A reflexão no decurso da acção permitirá ao professor tomar as decisões curriculares mais ajustadas, para os problemas resultantes da própria prática. Reportando-nos às palavras de Sá-

Chaves (2007: 99), o professor *“deverá ser um profissional reflexivo que, momento a momento, e situação a situação, invoque os seus saberes para, deles seleccionar os que, do seu ponto de vista, melhor se ajustem à situação real que está a vivenciar.”*

Tal como defende Vieira (1993) a supervisão (auto e/ou hetero) assume papel preponderante para o desenvolvimento profissional dos professores. A experienciação pessoal acompanhada por uma reflexão fenomenológica, onde dois olhares se cruzam, suporta a interacção mútua e progressiva entre as professoras em constante crescimento. Às professoras envolvidas neste estudo interessa compreender as interacções que se estabelecem entre os microcosmos da sala de aula e as relações interpessoais que entre elas se estabelecem.

Fazer supervisão implica interagir: informar, questionar, sugerir, encorajar, avaliar, desenvolvendo-se o processo de forma organizada e estruturada, cabendo aos intervenientes tarefas específicas. É de extrema importância que se valorizem estratégias de reflexão, de colaboração, capacidades de gerar, gerir e partilhar o conhecimento, bem como de auto-aprendizagem com vista ao desenvolvimento de profissionais reflexivos. Também Alarcão acredita que as situações que propiciam uma interacção verdadeiramente educativa são as que engrandecem a *“comunicação, a negociação, a argumentação e a actuação estratégica dos interlocutores”* (1995: 56).

Para que a reflexão conduza a uma verdadeira abordagem metacognitiva, inerente à epistemologia da prática, esta não pode ser feita pontualmente. As situações concebidas apresentam carácter múltiplo e natureza multideterminada, pelo que necessitam retrospecção sobre a acção e metacognição no que aos factores que fundamentam a prática diz respeito. Concomitantemente, a capacidade de apreciação metacognitiva é determinada por inúmeros factores, intrínsecos (capacidade de auto-conhecimento) e extrínsecos (atitudes interpessoais), e requer um constante reposicionamento na acção e na interacção educativa (ibidem:110).

As professoras envolvidas neste estudo, para além de definirem prioridades, sequências de conteúdos e de actividades, preocuparam-se em gerir os procedimentos e momentos de articulação dos conteúdos e das acções, podendo

configurar-se a sua acção como tentativa de reconstrução dos currículos nacionais dos seus países (Leite, 2001: 8). Mesmo à distância, recorrendo às ferramentas que as TIC colocam ao seu dispor, estruturaram ideias e acções conjuntas, definindo estratégias e momentos de articulação dos conteúdos, concretizando um projecto de intervenção que se pretende impulsionador de novos sentidos para as aprendizagens dos alunos.

As professoras, em conjunto, tomaram iniciativas que levaram à configuração e desenvolvimento de um currículo mais rico (Leite, 2001: 9), transnacional, uma vez que:

- conceberam e incrementaram, em parceria com os alunos, um projecto que permitiu o desenvolvimento da criatividade e de saber lidar com o inesperado, ao actuar em contextos desconhecidos e de forma não presencial;

- promoveram oportunidades e espaços focalizados para a vivência de uma cidadania reflectida. Esses espaços destinaram-se não apenas para a abordagem de conteúdos, mas, especialmente, para o exercício de uma cidadania activa.

No decurso do projecto, as docentes organizaram procedimentos que lhes permitiram ir tomando consciência dos efeitos que se vão gerando e que lhes induzissem uma reflexão na acção e sobre a acção. Como sabemos o ensino é uma prática social, na qual os actores envolvidos “*reflectem a cultura e contextos sociais a que pertencem*” (Nóvoa, 1995: 66). Podemos afirmar que a (auto) formação não se edifica por acumulação de cursos, de conhecimentos e de técnicas, ela requer “*um trabalho de reflexividade crítica sobre as práticas e de (re)construção permanente de uma identidade pessoal*” (Nóvoa, 1992: 25).

Belloni (*in* Silva, 2007: 148) realça que o professor é “*um profissional reflexivo e construtivo, capaz de diagnosticar situações complexas de ensino-aprendizagem, de tomar decisões adaptadas a uma realidade concreta, de recriar e melhorar as suas próprias acções*”, assumindo o papel de “*principal protagonista da concretização curricular sobre quem recai a última palavra da integração das tecnologias*” (Silva *in* Silva, 2007:148).

2.3 Auto- e hetero-supervisão: ensinar e aprender a ensinar a distância

Não se pretende aqui fazer uma abordagem exaustiva acerca das potencialidades das tecnologias da informação na educação mas, considerá-las como eixo em torno do qual se podem desenvolver novos modelos de ensino. Numa sociedade complexa, cheia de contradições e inundada de informação é imprescindível analisar as potencialidades dos recursos tecnológicos disponíveis e trabalhar a formação de professores para que reflectam, interpretem e utilizem criticamente a tecnologia no contexto educacional. Na escola, ambiente marcado por uma crescente complexidade e na qual habitam “*públicos crescentemente heterogéneos e difíceis*” (Canário, 2007: 134), pede-se aos professores que integrem em pleno as potencialidades das tecnologias da informação e comunicação nas suas práticas profissionais.

Paralelamente ao uso das TIC, deseja-se que o professor melhore a sua reflexão, desenvolva conhecimento e capacidades para modificar concepções e práticas de ensino. O professor é chamado a assumir responsabilidades educativas fora do seu clássico contexto educativo: a sala de aula. Ele deve “*ser capaz de analisar o seu trabalho profissional, melhorar a suas próprias estratégias e práticas de ensino, assumir a responsabilidade de produzir novos conhecimentos*” (Canário, 2007: 138). Interessa, neste estudo, perceber de que forma as professoras nele envolvidas conseguem gerir, ou seja, usar de forma produtiva, os recursos que têm ao seu dispor para (super)visionar as suas próprias práticas individuais e sobre elas reflectir. Não é objecto deste projecto investigar o que os alunos aprendem, propriamente dito, utilizando diferentes recursos tecnológicos, mas sim perceber qual o papel das TIC na troca de ideias e a partilha de materiais entre as duas professoras, mantendo um olhar atento aos alunos, beneficiários imediatos deste processo de reflexão que tem como meta ensinar melhor.

O Relatório Europeu sobre a qualidade do ensino básico e secundário (2000)⁸ refere que “*as TIC assumem uma importância crescente na vida de todos os dias,*

⁸Relatório europeu de Maio de 2000 sobre a qualidade do ensino básico e secundário: dezasseis indicadores de qualidade. Disponível na Internet em:

http://europa.eu/legislation_summaries/education_training_youth/lifelong_learning/c11063_pt.htm

permitindo desenvolver uma nova forma de aprender, de viver, de trabalhar, de consumir e de se divertir". Podemos daqui inferir que, na Educação, as TIC podem ser utilizadas, quer pelos alunos, quer pelos professores, em contextos de aprendizagem formal (sala de aula) e em contextos de aprendizagem informais (trabalho autónomo, apoio ao trabalho, ...). Esta utilização pressupõe mudanças nas formas de interacção entre quem aprende e quem ensina, no modo como se aprende e na "arte" de ensinar a aprender.

É urgente planear novos contextos de aprendizagens nos quais o professor assuma um papel de facilitador e orientador da aprendizagem e o aluno seja um edificador criativo dos seus conhecimentos.

As TIC podem trazer grandes contribuições para a educação se forem utilizadas de forma adequada e se conseguirmos retirar delas o melhor proveito em termos de potencialidades comunicacionais e pedagógicas.

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 137/2007 enfatiza que o *"reforço das qualificações e das competências dos Portugueses é indispensável para a construção da sociedade do conhecimento em Portugal"* (p. 6563). Para que tal aconteça é *"essencial valorizar e modernizar a escola, criar as condições físicas que favoreçam o sucesso escolar dos alunos e consolidar o papel das tecnologias da informação e da comunicação (TIC) enquanto ferramenta básica para aprender e ensinar nesta nova era"* (ibidem). Salienta-se igualmente que o *"desenvolvimento de competências em tecnologias da informação e da comunicação (TIC) e a sua integração transversal nos processos de ensino e de aprendizagem tornam-se objectivos incontornáveis dos sistemas de ensino"* (ibidem: 6564). Na actualidade importa reflectir sobre as potencialidades que as TIC apresentam quer no que diz respeito à mediatização dos conteúdos de ensino e de aprendizagem quer ao nível das interacções que se estabelecem entre todos os intervenientes no processo educativo (Gomes, 2008).

Um ensino reflexivo pressupõe exactamente uma preocupação constante com objectivos e consequências das práticas dos professores, ou seja sobre a forma como ensinam, numa perspectiva de desenvolvimento permanente dos actores envolvidos. Para acompanhar as crescentes necessidades da sociedade, é

inevitável que o professor adquira novas competências, para poder progredir e construir a sua forma pessoal de conhecer.

Na sociedade actual, as TIC facilitam ao professor a inovação, tornando mais difícil uma posição de rotina, e assim criar situações de ensino e aprendizagem mais motivadoras para os alunos. Mas, à semelhança do que acontece no desenvolvimento das crianças, no desenvolvimento do conhecimento dos professores existem, também, fenómenos de assimilação e de acomodação. Não basta ao professor ser detentor de informação, ele tem que transformá-la em conhecimento⁹. É da interacção entre o conhecimento teórico e o conhecimento da prática que o professor constrói o conhecimento profissional (Alarcão, 2005). Neste processo, a reflexão é essencial. A reflexão interior tem a ver com a capacidade que cada um tem de valorizar a informação à qual acede, à forma como se apropria dessa informação e à forma como permite que essa informação o ajude a transformar como pessoa, como professor e como investigador. Compete a cada um dos professores estar aberto à mudança, não lhe basta estar informado sobre as ferramentas que estão ao ser dispor, ele precisa utilizá-las.

Já em 1997 a medida 4.4 do Livro Verde para a Sociedade da Informação em Portugal referia a necessidade de “*criar nos programas de formação inicial e contínua de professores valências de capacitação em tecnologias da informação e comunicação*” considerando ainda que “*a sociedade da informação tem evoluído rapidamente e os professores não se têm actualizado ao ritmo adequado. A formação deve ser dirigida ao ensino das tecnologias desta sociedade emergente e aos meios que faculta para uma aprendizagem continuada*” (ibidem: 49).

Conforme consta na Resolução do Conselho de Ministros n.º 137/2007 é necessário reequacionar o actual modelo de formação de docentes, desde a formação de base até à implementação de *programas de formação modulares, contínuos e progressivos*. No que diz respeito à formação contínua, resultante do empenho dos professores na aprendizagem e melhoria permanentes, esta deve

⁹ “Conhecimentos”, o resultado da assimilação de informação através da aprendizagem. Os conhecimentos constituem o acervo de factos, princípios, teorias e práticas relacionado com uma área de trabalho ou de estudo. No âmbito do Quadro Europeu de Qualificações, descrevem-se os conhecimentos como teóricos e/ou factuais (Comissão Europeia, 2008: 11).

ser entendida como um direito e não como uma imposição. Importa que a formação implique o uso efectivo das tecnologias, pois é nossa opinião que, ao longo dos anos têm decorrido várias acções/programas de formação na área das TIC, mas nem sempre os resultados têm sido utilizados da melhor forma.

Muitas vezes ao professor é debitada muita informação, mas, porque não experiencia, ele não a transforma em construções pessoais e, como tal, não se traduz em modificações do comportamento relativamente estáveis (Alarcão, 2005). Daqui se depreende que a informação, à qual o professor acede, tem que ser coerente. Assim se o professor a compreende, aceita-a e assimila-a¹⁰.

Conforme defendia Piaget a construção do conhecimento ocorre se acontecerem acções físicas ou mentais sobre objectos que, ao provocarem o desequilíbrio, resultam em assimilação ou, acomodação¹¹ e assimilação dessas mesmas acções.

O professor não aprende com a experiência em si, mas sim, “*com a reflexão sistemática sobre a experiência*” (Alarcão, 2005: 157). O professor deve monitorizar de forma sistemática a sua prática pedagógica, reflectir sobre o que fez, faz e venha a fazer, de modo a corrigir e melhorar as suas práticas pedagógicas para poder promover o sucesso educativo dos seus alunos e o seu próprio sucesso profissional, acompanhando as mudanças permanentes numa sociedade cada vez mais exigente, em termos de desenvolvimento tecnológico.

Estudos realizados em Portugal sobre as atitudes dos professores na integração das TIC nas escolas (Silva, 2007) revelam que as maiores dificuldades, desconfianças e resistências à mudança se prendem com factores não só pessoais mas, também, de organização curricular. À falta de formação associa-se a pouca partilha de responsabilidades com outros colegas e a “*pouca disponibilidade/tempo para preparar as aulas e cumprir o programa*” (Silva, 2007: 149). A proposta deste autor reside em enfatizar o *domínio do fazer tecnológico*, associando ao planeamento das actividades pedagógicas, em função dos objectivos a atingir, a tecnologia como meio para atingir um fim.

¹⁰ Assimilação - processo cognitivo de colocar novos eventos em esquemas existentes.

¹¹ Acomodação - modificação de um esquema ou de uma estrutura em função das particularidades do objecto a ser assimilado.

Mas não é apenas o professor o único agente de mudança e no qual se devem operar as mudanças. Compete às escolas fornecer aos professores os equipamentos necessários para que eles possam trabalhar.

No momento actual há ainda algumas limitações no que se refere ao apetrechamento em termos de computadores e equipamentos de apoio, como videoprojectores, impressoras e quadros interactivos. Mas, muito se tem feito nos últimos anos, de forma a inverter a situação e certamente que concluída a implementação do PTE 2010¹² as condições terão evoluído de forma favorável em termos de apetrechamento das escolas.

Podemos assim afirmar que, se por um lado o “*caminho para a sociedade do conhecimento impõe uma alteração dos métodos tradicionais de ensino e de aprendizagem*” (RCM, 2007: 6566)¹³, por outro é necessário que as entidades responsáveis invistam no equipamento das escolas com ferramentas, conteúdos e materiais pedagógicos adequados. Os conteúdos e as aplicações ao nível das TIC favorecem “*o recurso a métodos de ensino mais interactivos e construtivistas*” (ibidem: 6572), promovendo a alteração das práticas pedagógicas e estimulando a aprendizagem ao longo da vida em todos os intervenientes no processo educativo.

Ao utilizarmos as potencialidades das tecnologias na educação potenciamos processos de comunicação interactiva, nos quais o aluno constrói conhecimento interagindo com o meio. Esta é considerada como uma perspectiva construtivista que se opõe à perspectiva tradicional, na qual o papel do aluno e dos meios que sustentam a construção de conhecimento eram desvalorizados, ou seja, ao professor competia ensinar e ao aluno aprender de forma individual (pressuposto behaviorista de construção individual do saber). Mas, a tecnologia sozinha não melhora necessariamente o ensino e a aprendizagem, sendo fundamental que a esta se associem práticas educacionais e pedagógicas correctas. Conforme referem Oliveira e Blanco (2003) temos que ter bem presente que as TIC não constituem solução para todos os problemas da educação, contudo, elas

¹² Plano Tecnológico da Educação (PTE). Tem como objectivo estratégico colocar Portugal entre os cinco países europeus mais avançados na modernização tecnológica do ensino em 2010.

¹³ Resolução do Conselho de Ministros n.º 137/2007, DR 1.ª Série, n.º 180, de 18 de Setembro.

“oferecem oportunidades únicas e concretas: a criação de comunidades de pares e a real possibilidade de comunicação e partilha, o acesso a suporte profissional especializado para actualização em conhecimentos, metodologias, culturas – de acordo com as necessidades particulares de cada professor –, a economia em custos e tempo se os locais de trabalho estiverem equipados para o efeito. Posto que, para além de serem criadas condições profissionais para que tal seja possível, os professores tomem, também, a iniciativa da automotivação e se consciencializem da necessidade de continuarem a aprender ao longo da vida”. (in Oliveira, 2004: 54).

As TIC proporcionam a alunos e professores óptimas condições de interacção, quer síncrona, quer assíncrona, facilitando a criação de ambientes de aprendizagem. As inúmeras potencialidades e variedade de tecnologias podem ser usadas de acordo com a situação de aprendizagem, o objecto em estudo, a natureza do grupo e o tipo de tarefa a realizar. Neste caso concreto, como motor de reflexão sobre as práticas lectivas implementadas pelas docentes envolvidas no projecto.

A própria *Internet* constitui uma ferramenta de trabalho, versátil e interessante, que pode permitir aprendizagem: faz entrar o mundo na aula, suporta actividades na aula, abre a aula ao mundo. Ela não serve apenas para a distribuição de informação, é suporte de diversas formas síncronas e assíncronas de interacções entre pessoas. Por outro lado, todos os recursos da *Internet* estão disponíveis para os professores, deparando-se estes com um outro desafio, o de os saber aplicar da melhor maneira. A *Internet* pode ser usada como meio de comunicação com outros professores e alunos, podendo os diferentes intervenientes vivenciar e partilhar experiências únicas de aprendizagem.

O *e-mail*, ferramenta assíncrona de comunicação, tem efeito dinamizador na utilização de tecnologia e de aumento de eficiência na gestão dos conteúdos. Pode ser utilizado pelos intervenientes como meio de socialização *online*, de partilha de conhecimentos e de experiências (motor de construção de conhecimento). Permite estabelecer relações interpessoais, sem contudo haver contacto face a face, originando uma nova forma de socialização (Lima, 2005). Associa informação e comunicação que são dois pilares fundamentais na aprendizagem. Para além da utilização do *e-mail*, os utilizadores da Web 2.0 podem interagir através de redes sociais, nomeadamente *Hi5* e *Facebook*,

ferramentas que promovem a colaboração entre aprendentes através das possibilidades construtivas e interactivas.

As plataformas virtuais de conhecimento e aprendizagem desempenham um papel importante na criação e utilização de conteúdos. Configurado como um ambiente para uso à distância, o *Moodle* é um ambiente colaborativo de aprendizagem que utiliza a tecnologia *Internet*, constituindo-se como um local onde os professores poderão disponibilizar material acessível em qualquer momento, e potencialmente em qualquer local. O *Moodle*, como plataforma de gestão do ensino e da aprendizagem, facilita a interacção professor-aluno bem como a apresentação, entrega e correcção de trabalhos em ambiente de sala de aula virtual. Deste modo, recorrendo às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) o *Moodle* dá suporte à construção e troca de informações pelos participantes visando a produção de novos conhecimentos, permitindo a concepção, administração e desenvolvimento de diversos tipos de acções. Neste estudo, as professoras e os alunos de ambos os países tinham ao seu dispor um conjunto de conteúdos na plataforma *Moodle* possibilitando que se compartilhassem acções nas quais todos tinham a possibilidade de actuar simultaneamente. Especificamente para o estudo da temática em causa, “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos”, em português e em inglês foi disponibilizada uma série de recursos e de actividades a realizar pelos alunos em contexto de sala de aula, mas aos quais qualquer um dos intervenientes podia aceder em qualquer momento e em qualquer local. Este ambiente pressupôs a presença de uma série de recursos e de actividades a realizar pelo aluno, mas orientadas pelo professor e que permitiam a interacção entre todos os inscritos na disciplina.

Podemos assim considerar a plataforma *Moodle* como sendo um Ambiente Colaborativo de Aprendizagem que possibilita que se compartilhem acções entre professor-aluno e alunos-alunos, não se resumindo a uma mera utilização de tecnologia ao dispor do ensino. Este ambiente oferece também ferramentas de avaliação, de comunicação síncrona e assíncrona que viabilizam a interacção *on-line* entre alunos e professor. Podemos assim afirmar que usando diferentes ferramentas se podem implementar Comunidades de Aprendizagem. Os

intervenientes organizam-se em grupos com o objectivo de se apoiar mutuamente no desenvolvimento de actividades, interagindo, colaborando e partilhando recursos, isto é, incrementam processos de aprendizagem colaborativa. Sobretudo os alunos desenvolvem competências que ultrapassam o domínio curricular: aprendem a aprender em conjunto, partilham pontos de vista, fazem amizades, tomam conhecimento do modelo europeu de sociedade multilingue e multicultural.

Em todas as ferramentas Web 2.0 é de extrema importância a postura assumida pelos participantes, no que se refere às considerações que fazem sobre as experiências vividas, conceitos, crenças e interpretações, concepções sobre o que é ensinar e aprender, adoptando um posicionamento crítico e reflexivo usando processos supervisivos *online*.

As pessoas começam a ter consciência de que entrámos numa nova fase da nossa história: a da revolução tecnológica. Trata-se de uma revolução que nada deixa intocado: as nossas formas de trabalhar, de comunicar e até de usar os nossos tempos livres (Silva, 2007). É uma revolução centralizada no computador, na informação, na comunicação e nas tecnologias multimédia. É a primeira etapa de uma sociedade da informação que atribui à educação uma função essencial em todos os aspectos da vida (Lévy *in* Silva, 2007: 150).

Características como versatilidade de aplicação e adaptabilidade a diversas actividades estão associadas às TIC, competindo ao professor mobilizar o seu saber educativo (Roldão, 1999), em situações concretas, garantindo que cada aluno aprenda, adquirindo saberes com uso de vários instrumentos/ ferramentas.

Neste projecto associamos pedagogia e tecnologia, elementos fundamentais e inseparáveis da educação (Silva, 2007), ao entendermos que se usam “*conjuntos de discursos, práticas, valores e efeitos sociais ligados a uma técnica particular num campo particular*”. É igualmente visível a potencialidade das TIC ao nível da interactividade gerada na acção recíproca entre os diferentes actores envolvidos. As TIC facultam oportunidades inéditas de interacção mediatizada (professor/aluno; aluno/aluno; professor/professor) e de interactividade com diferentes materiais.

2.4 Alfabetização científico-tecnológica multidimensional: perspectivas de ensino sustentadas por alguns indicadores da investigação em Educação em Ciência

À medida que a ciência e a sociedade se tornam mais dependentes dos computadores, importa entender se o computador e a internet, emocionante ferramenta dos utilizadores das TIC, podem ser usados de modo eficaz para ajudar todos os indivíduos a tornarem-se cientificamente mais alfabetizados.

Cachapuz *et al.* (2005) defendem que a utilização das novas tecnologias no ensino é importante na medida em que se pretende “*preparar os adolescentes para serem cidadãos de uma sociedade plural, democrática, e tecnologicamente avançada*” (ibidem: 205). Os computadores são importantes no que diz respeito à recolha e confrontação de informações, proporciona um *feedback* rápido, é útil na simulação e visualização de situações (Lowe *in* Cachapuz *et al.*, 2005).

Apreendendo as palavras de Bybee (*in* Cachapuz *et al.*, 2005: 23) o professor, nas práticas lectivas que implementa, deve ter em atenção “*para além do vocabulário, dos esquemas conceptuais e dos métodos procedimentais*”, o desenvolvimento, nos alunos, de outras perspectivas da ciência e da tecnologia e reconhecimento dos respectivos papéis na vida pessoal e social.

As ideias de Vygotsky (1934) sobre a importância do contexto sociocultural na construção do conhecimento apontam, em articulação com a teoria de Bernstein (1990, 2000), para a importância das relações sociológicas entre sujeitos (na presente investigação, entre professores e alunos) e para a necessidade de se criarem contextos sociais de formação favoráveis à construção desse conhecimento. Ainda segundo Vygotsky, o ambiente e os indivíduos interagem constantemente, estabelecendo-se entre eles uma relação dialéctica. Para este autor a escola é considerada como um contexto social mediador relevante e as salas de aula representam organizações sociais (Moll *in* Fontes e Freixo, 2004).

As ideias de Vygotsky inserem-se numa corrente construtivista designada por construtivismo social ou socioconstrutivismo. A perspectiva de Vygotsky aponta que o contexto de aprendizagem e o ambiente socialmente rico, no qual os alunos interpretam e resolvem problemas, influenciam as estratégias por eles

seleccionadas para a resolução dos mesmos (Giroto e Light, 1993; Saxe, 1992; Mintzes *et al.*, 2000).

Uma fonte de conhecimento provém da interacção com o ambiente e é designada, de acordo com Vygotsky, por conhecimento do dia-a-dia, conhecimento básico, conhecimento intuitivo ou conhecimento espontâneo. A outra fonte de conhecimento resulta dos processos de ensino e de aprendizagem implementados em sala de aula.

Os alunos utilizam as experiências quotidianas e as experiências educativas, para construírem conhecimento. Mas, tal como referem Mintzes e Wanderse (2000) para a aprendizagem ser eficaz deve ser incorporada na estrutura cognitiva do aluno, de um modo não arbitrário, como se de uma estrutura idiossincrática e hierarquicamente organizada de conceitos inter-relacionados se tratasse. A aprendizagem eficaz deve ser sinónimo de aprendizagem activa, dinâmica e não verbal, pois o conhecimento mais importante resulta do uso de conhecimento já existente (o que o aluno já sabe) e da natureza e qualidade das experiências decorrentes da aprendizagem. Os alunos aprendem melhor quando efectuam tarefas em que participam activamente, exploram, descobrem, tratam e aplicam a informação lendo, escrevendo, discutindo, ouvindo e reflectindo no decorrer das actividades.

O construtivismo, segundo Fosnot (1998), considera que quando o aluno aprende se desenvolve, devendo por isso, a escola criar espaços próprios para que os alunos coloquem questões, controlem as suas hipóteses e modelos e testem a sua validade. A escola deve proporcionar a todos os intervenientes que nela actuam, investigações desafiadoras e realistas, em contextos significativos, dando-lhes tempo para a reflexão e para a conversação.

De acordo com a perspectiva construtivista, a representação do conhecimento surge por métodos heurísticos, pelo que o ambiente de aprendizagem deve criar condições para que este tipo de procedimento seja exequível, ou seja, o ambiente deve ser motivante, modificante e modificável (Cavalier e Reeves, 1993: 9). A concepção construtivista parte do pressuposto que

“a escola torna acessíveis aos seus alunos aspectos fundamentais para o seu desenvolvimento pessoal, e não apenas no âmbito cognitivo; a educação é o

motor do desenvolvimento entendido de uma forma global, isto é, incluindo capacidades de equilíbrio pessoal, de inserção social, de relação interpessoal e capacidades motoras” (Coll et al., 2001).

Cachapuz *et al.* (2005) chamam a atenção para a relação que deve ser estabelecida entre construção do conhecimento e construtivismo, e que o construtivismo em Educação em Ciência pouca relação tem com o construtivismo filosófico. Estes autores referem que é necessário que os professores adotem orientações “construtivistas”, organizando a *“aprendizagem das ciências para a (re)construção do conhecimento científico através de uma pesquisa orientada”* (idem: 121). Os professores e os alunos têm que se envolver mutuamente na *“(re)construção do conhecimento – superando a ineficaz transmissão/recepção desse conhecimento”* (Cachapuz *et al.*, 2005: 121), tomando consciência que o ensino das Ciências é algo que se reveste de elevada complexidade, até porque alude para uma abordagem multidimensional.

O ensino das Ciências deve possibilitar que os alunos descubram um sentido na actividade científica e que a apliquem a situações do seu quotidiano, proporcionando-lhes um conjunto de aprendizagens que lhes garanta o desenvolvimento de capacidades e competências numa perspectiva não só do *saber fazer* como do *saber agir*. As competências e conhecimentos científicos adquiridos pelos alunos devem ser utilizados na resolução de problemas do quotidiano e na satisfação das necessidades da sociedade (idem).

Procurando sistematizar as ideias apresentadas por Cachapuz *et al.* (2005), convém que os alunos se apercebam que a construção do conhecimento é dinâmica, se reveste de algumas limitações, havendo uma constante luta em busca da verdade e não de certezas. É preciso orientar os alunos neste processo de construção pois, estes, muitas vezes, não sabem o que procuram e quando tentam tornar os seus conhecimentos coerentes fazem-no de forma fragmentada, por ausência de um fio condutor, um organizador, um problema que una as ideias.

Pode, assim, dizer-se que a problematização é uma fase essencial do processo investigativo, pois *“sem a interrogação não pode haver conhecimento científico; nada é evidente, nada nos é dado, tudo é construído”* (Bachelard in Cachapuz *et al.*, 2005).

Em particular, no trabalho experimental, os alunos executam tarefas sem saber o que pretendem e que respostas hão-de dar e a quê. A sua ideia é a de que os conhecimentos surgem claros, evidentes e não precisam de ser interrogados e têm uma resposta que surge naturalmente. Mas, esta não é a realidade. Os problemas devem ter significado para os alunos, pois, só assim, eles os sentem como seus e surgem como resultados das suas dúvidas, interrogações e inquietações. Além disso, se os problemas forem colocados pelo próprio aluno estarão de acordo com o seu nível de desenvolvimento e de conhecimentos. A problematização ao surgir do próprio aluno, constitui-se como desafio intelectual e como uma das principais fontes de motivação intrínseca.

Uma outra etapa importante na construção de conhecimento é a observação, entendida como um processo selectivo, ligado ao contexto do próprio estudo, tornando-se necessário ter já alguma ideia à partida (expectativas) do que se espera observar. Ao professor interessa desenvolver estratégias de ensino apoiadas numa reflexão sobre o significado da observação e cuja *“complexidade conceptual depende dos próprios níveis de desenvolvimento dos alunos, pois o quadro teórico a mobilizar é de grau de complexidade variável”* (Cachapuz et al., 2005: 83).

Os alunos têm que ter consciência que para chegar às teorias é necessário um longo processo de construção, *“não se tratando de um processo de acumulação, mas sim de mudança, incluindo mudanças na forma de pensar”* (Cachapuz et al., 2005: 83).

As experiências de aprendizagem que o professor promove devem ser consideradas como instrumentos para melhorar a explicação que se dá para os fenómenos. É, pois facilmente, perceptível que ao professor se exige especial cuidado no processo de aprendizagem e, em particular, no planeamento/selecção das actividades que implementa. Estas devem ser articuladas com diferentes problemas e fenómenos, adequadas ao nível etário dos alunos, ao ritmo e ao tempo de aprendizagem, para que os alunos apreendam e compreendam ideias estruturantes.

As actividades a propor devem desenvolver-se na "zona de desenvolvimento próximo ou proximal" (Vygotsky, 1991), o mesmo é dizer que tais tarefas devem

ser um desafio, porém, com um grau de dificuldade susceptível de se constituírem em incentivo e não de fonte de desânimo, desmotivação e de impossibilidade de resolução.

Para explicar o conceito de "zona de desenvolvimento próximo ou proximal", Vygotsky trabalha com dois níveis de desenvolvimento. O nível de desenvolvimento real, aquele que define funções que já amadureceram, permitindo a solução independente de problemas por parte do aluno, e o nível de desenvolvimento potencial, que se caracteriza pela capacidade do aluno em resolver problemas com a orientação de um adulto ou de um colega em estágio de desenvolvimento mais avançado, ou seja, mais capaz. A zona de desenvolvimento proximal é a distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial do aluno. Ela define as funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação.

Para este autor, todo o bom ensino, é aquele que se dirige para as funções psicológicas emergentes. Os processos internos maturacionais devem ser estimulados acabando por se efectivar, passando a constituir a base para novas aprendizagens. A aprendizagem é vista como um processo essencialmente social, que ocorre na interacção entre o professor e colegas mais experientes. Vygotsky afirma que é na apropriação de habilidades e conhecimentos socialmente disponíveis que as funções psicológicas humanas são construídas.

Neste sentido, para que haja apropriação é preciso haver também interiorização, ou seja, a transformação de um processo interpessoal, que inicialmente se manifesta numa actividade externa, num processo intrapessoal, onde tal actividade é reconstruída internamente. As relações entre as interacções sociais e o desenvolvimento cognitivo desempenham papel fundamental na construção partilhada de conhecimentos. As trocas entre parceiros - professor/professor, professor/aluno e aluno/aluno - devem ser incentivadas, pois elas resultam em conhecimento do outro e em conhecimentos construídos com os outros.

Quando um aluno isoladamente não consegue resolver um problema, uma acção partilhada pode resultar num esforço conjunto para que a solução seja encontrada. A interacção com o outro adquire assim, um carácter estruturante na

construção do conhecimento na medida em que fornece, além da dimensão afectiva, desafio e apoio para a actividade cognitiva. A interacção social actua sobre a zona de desenvolvimento potencial, fornecendo novas bases para novas aprendizagens.

As interacções sociais que contribuem para a construção de conhecimento referem-se a situações específicas: aquelas que exigem coordenação de conhecimentos, articulação de actividades, superação de contradições.

Se o papel da escola é o de promover a construção de determinados conhecimentos, é preciso que ela propicie interacções onde os alunos participem activamente em actividades específicas. Assim, se a construção de conhecimentos se dá na interacção social, entre professores e alunos e entre os próprios alunos, é urgente reflectir sobre a estrutura e o modo de funcionamento da escola, tentando transformá-la num espaço onde o saber socialmente construído seja, de facto, socialmente distribuído. Ao conseguir fazê-lo o professor está em pleno processo de desenvolvimento pessoal e profissional.

2.5 Ambientes de Aprendizagem e Motivação

Como acabámos de analisar é necessário promover actividades que coloquem professores e alunos a interagir envolvendo ambas as partes no processo de ensino e de aprendizagem. Urge a necessidade de motivar os alunos para a aprendizagem, quer ela ocorra em ambiente formal de sala de aula (escola) quer ocorra em ambiente informal (fora da sala de aula). Actualmente é unanimemente aceite que a motivação é considerada como determinante do êxito e da qualidade da aprendizagem escolar e motivar os alunos deve ser uma tarefa constante de quem ensina. Compete ao professor construir contextos de aprendizagem produtivos, isto é, locais onde os alunos tenham atitudes positivas para consigo e os outros colegas com quem interagem e onde demonstrem um elevado nível de motivação para a aprendizagem e envolvimento nas tarefas escolares.

Existem estratégias de ensino que têm como efeito incrementar, orientar, consolidar a motivação do aluno, em oposição a outras estratégias que a prejudicam. Interessa-nos pois, no final deste estudo perceber até que ponto, as

actividades planeadas, desenvolvidas e implementadas com recurso às TIC e as interacções estabelecidas entre todos os intervenientes em ambiente *online*, mantiveram os alunos motivados para a aprendizagem das Ciências e qual o impacto desses elementos na melhoria das aprendizagens dos discentes.

Aos professores pede-se que, cada vez mais, se envolvam no processo de ensino e de aprendizagem dos alunos. Junto destes devem tentar compreender o que os motiva ou desmotiva, conceber sugestões metodológicas estimuladoras da vontade de aprender e que as implementem e avaliem a sua eficácia e, sempre que considerem oportuno, as reformulem.

Sabe-se que é difícil motivar os alunos a permanecerem nas tarefas de aprendizagem e que há alunos mais persistentes do que outros e tarefas aparentemente mais interessantes do que outras. Tudo isto resulta do facto de a motivação para aprender mudar de pessoa para pessoa, sendo uma combinação complexa de necessidades, emoções, atitudes, traços hereditários, competências e expectativas pessoais na aprendizagem de algo em concreto.

A motivação é um conceito abstracto, difícil de definir, interior à pessoa e como tal não se consegue observar. Apesar disso, os professores sabem que a motivação é uma força importante na orientação das acções dos alunos. A motivação apresenta-se como o aspecto dinâmico da acção: é o que leva o sujeito a agir, ou seja, o que o leva a iniciar uma acção, a orientá-la em função de certos objectivos, a decidir a sua prossecução e o seu termo (Fontaine, 2005).

Sabendo que é difícil motivar os alunos a persistirem nas tarefas de aprendizagem, Arends (1995) apresenta três grandes teorias acerca da motivação, podendo cada uma delas ser traduzida em estratégias práticas a serem tidas em conta pelos professores. Apresenta-se, então a:

1. Teoria da hierarquia das necessidades, desenvolvida nos 50 e 60 do século passado (Alschuler *et al.*, 1970; Atkinson, 1958; Atkinson e Feather, 1966; McClelland, 1958 *in* Arends, 1995: 122) que defende que os intervenientes no processo educativo estão motivados para agir e investir energia para atingir sucesso, afiliação e influência. Os alunos esforçam-se para aprender um determinado assunto ou atingir determinado objectivo evidenciando o seu desejo de sucesso e os professores esforçam-se por fornecer uma boa instrução e agir

como profissionais competentes. A motivação para o sucesso é o aspecto mais importante desta teoria. Nos motivos afiliativos professores e alunos valorizam o apoio e a amizade dos seus pares. Os alunos tendem a ter um maior controlo sobre a sua própria aprendizagem, evidenciando a sua motivação para a influência. Os sentimentos do aluno relativamente à sua competência, afiliação e influência evidenciam-se na sua auto-estima.

2. Teoria da atribuição que defende que o modo como as pessoas percebem e interpretam as causas dos seus sucessos e insucessos, determina a sua motivação para o sucesso. Weiner (1974, 1979 *in* Arends, 1995: 123) refere que o sucesso ou o insucesso podem ser atribuídos a quatro causas: capacidade, esforço, sorte e dificuldade da tarefa de aprendizagem.

3. A experiência de fluxo constitui a terceira perspectiva sobre a motivação, defendida por Csikszentmihalyi (1990, *ibidem*). Este autor refere que os principais obstáculos à aprendizagem dos alunos residem na forma como as escolas se estruturam e das experiências de aprendizagem que inibem a motivação intrínseca, o envolvimento e o prazer dos alunos e não resulta das capacidades cognitivas dos mesmos. Aos alunos devem ser proporcionadas actividades de aprendizagem de tal forma agradáveis que pareçam que estes estejam a ser levados por uma corrente, como se estivessem num fluxo (Csikszentmihalyi, *ibidem*). Mas, o autor chama a atenção para a necessidade de a actividade de aprendizagem corresponder ao nível de competência do aluno, ou seja, esta não pode ser de tal forma difícil que o deixe ficar frustrado. É necessário que se proceda a uma definição clara dos objectivos da actividade, isto é, que se torne claro ao aluno o que dele é esperado e que é suposto que ele realize. O *feedback* obtido relativamente à actividade realizada motiva intrinsecamente o discente para a aprendizagem. Assim, o professor deve planear experiências de aprendizagem agradáveis e com o desafio adequado para os alunos com os quais trabalha.

Tapia e Fita (2006) consideram que a motivação se reveste de um conjunto de variáveis que activam a conduta do ser humano e o orientam num determinado sentido para poder alcançar um determinado objectivo. A motivação caracteriza-

se por ser um processo segundo o qual cada ser humano apreende de formas distintas, em virtude das relações interpessoais e intrapessoais que estabelece.

Dando ênfase às palavras de Lieury e Fenouillet (1997: 9), a motivação corresponde ao “conjunto de mecanismos biológicos e psicológicos” impulsionadores da acção num determinado sentido (aproximando-se do objectivo ou, pelo contrário, dele se afastando), mais ou menos intensos ou persistentes. Conforme referem estes autores, quanto mais motivado está o indivíduo mais activo e persistente se torna. A aprendizagem assume-se como o resultado “de uma motivação (motivo) e do nível de aprendizagem anterior (hábito)” e por consequência considera-se que “não se aprende sem se estar motivado” (Lieury e Fenouillet, 1997: 20).

Huertas (2001: 54) enfatiza que a motivação humana deve ser entendida “como um processo de activação e orientação da acção”, no sentido da actuação e participação, consciente, em cada acção vivenciada. Assim, a motivação, para o mesmo autor, equivale a um conjunto de padrões de acção que activam o indivíduo para executar determinadas metas (querer aprender), revestida da sua carga emocional, e traduzida na cultura do sujeito.

O modelo de Getzels-Thelen (*in* Arends, 1995: 124) refere que os comportamentos dos alunos podem ser determinados pelas suas necessidades pessoais e pelos atributos e interesses trazidos para a sala de aula. Tavares *et al.* (2007: 22) referem que o sistema motivacional é um “processo mental dinâmico que dirige o comportamento a um determinado objectivo” e que este processo obedece a um ciclo: o ciclo motivacional, conforme se representa na figura 3.

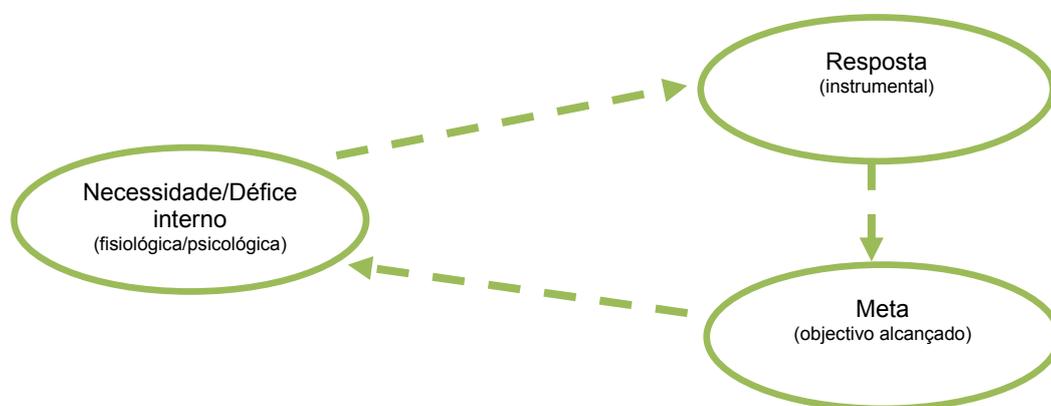


Figura 3 - O ciclo motivacional (Tavares *et al.*, 2007: 22)

Perante uma necessidade, psicológica ou fisiológica, gera-se o impulso. O indivíduo (neste caso o aluno) adopta determinados comportamentos visando atingir o objectivo ou meta de satisfação dessa necessidade. Quando o objectivo é alcançado os comportamentos cessam e o impulso inicial é reduzido ou mesmo eliminado, podendo reiniciar-se posteriormente.

Os acontecimentos que interessam aos alunos e lhes prendem a atenção podem ser múltiplos, mas tal não significa que o aluno actue. Para que o aluno actue é necessário que o motivo, tal como referem Balancho e Coelho (2005), tenha energia suficiente para vencer os obstáculos à execução do acto, ou seja, consiga que o aluno encontre *forças motoras* para aprender, dando ênfase àquilo que o aluno ambiciona cumprir. Torre (*in* Tapia e Fita, 2006) refere que o aluno se move por diversos motivos empregando uma energia diferencial nas tarefas por si realizadas.

Os professores têm que estar conscientes de que cada aluno tem uma identidade própria e de que aquilo que é eficaz para um, para outro pode não o ser. Esta atitude do professor estimula, certamente, um maior prazer pela aprendizagem, quer no aluno quer nele próprio, enquanto pessoa e profissional que faz parte de uma Escola que pretende ser “*contexto estimulante para o desenvolvimento de todos*” (Fontaine, 2005: 8). Ainda, conforme refere a autora, a motivação impulsiona a qualidade da aprendizagem e do bem-estar da comunidade educativa.

Por um lado as salas de aula podem ser consideradas como microcontextos, onde se estabelecem relações interpessoais e onde os intervenientes desempenham determinadas actividades e papéis. Por outro, não podemos descurar que estes contextos imediatos dependem das inter-relações entre os contextos mais vastos em que se inserem. A figura 4 permite melhor visualizar a relação entre a aprendizagem e os factores que a influenciam, sendo esses factores importantes na criação de ambientes de aprendizagem produtivos.

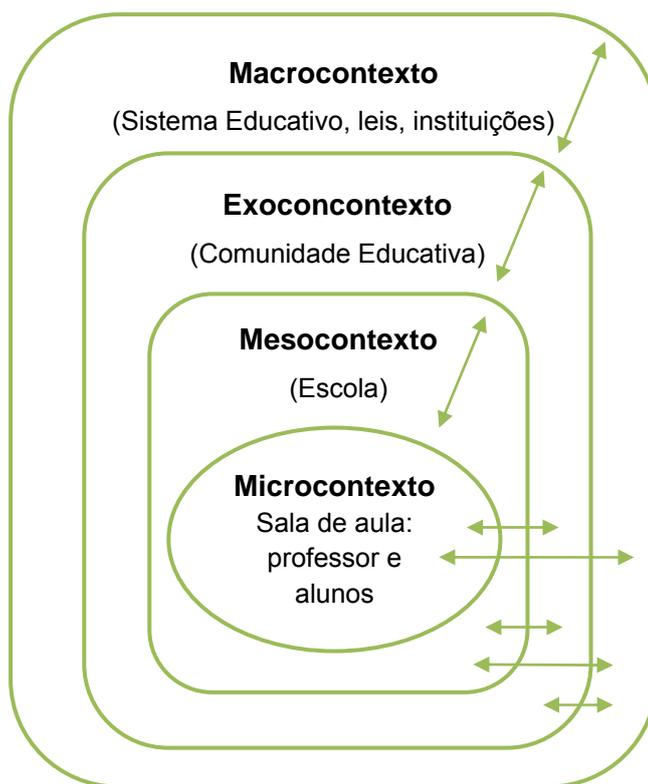


Figura 4 - Representação esquemática da aprendizagem e dos factores que a influenciam (baseado em Tapia e Fita, 2006: 147).

Na prática educativa torna-se fundamental promover uma interacção de qualidade com os alunos baseada no conhecimento que possuem. Motivar também inclui ter em conta os contextos de aprendizagem, próximos e distantes, o espaço físico, os ambientes legais e informais, entre outros (Torre *in* Tapia e Fita, 2006). Pode, assim, referir-se que a motivação escolar é complexa, processual e contextual. Este autor considera que a motivação para aprender é influenciada por aspectos que transcendem a própria aula. As condições nas quais os professores e os alunos trabalham não são, na maioria dos casos, auxiliaadoras da motivação para a aprendizagem (Tapia e Fita, 2006).

O reconhecimento do papel da motivação na aprendizagem e na realização pessoal dos alunos é relativamente consensual, mas os processos que levam ao investimento ou à desistência dos alunos não são devidamente conhecidos.

Aos professores interessa conhecer e compreender melhor o que motiva ou desmotiva os alunos para que possam conceber estratégias susceptíveis de despertar junto destes a vontade de aprender.

2.5.1 Tipos de motivação

Apesar de não ser fácil de definir, da análise bibliográfica feita, constata-se que a motivação é o aspecto dinâmico da acção e, como tal, podemos dizer que existem vários tipos de motivação. Há autores que fazem referência à “*motivação para a realização, das expectativas, do valor das metas, das aspirações, do conceito de si próprio, da apreciação de si próprio, do controle do comportamento, da ansiedade, do medo, do orgulho ou do desânimo, das atribuições da causalidade, da orientação para objectivos, etc.*” (Fontaine, 2005: 11).

Já para Tavares *et al.* (2007), de acordo com as necessidades geradas e com os objectivos alcançados, são supracitadas as motivações fisiológicas, as motivações combinadas e as motivações sociais e cognitivas (afiliação, realização, necessidade de poder, obtenção de conhecimento, ...). Para Balancho e Coelho (2005: 18), se “*motivar é criar a necessidade de aprender e de actuar*”, então, as fontes de motivação podem ser internas (o instinto, os hábitos, os ideais, o prazer, ...) ou externas (a personalidade do professor, a influência do meio, a influência do momento, o objecto em si, ...).

Apesar de parecerem bastante diferentes, podemos referir que há aspectos comuns nas nomeações apresentadas. Assim, verifica-se que há aspectos que se associam à escolha dos objectivos (expectativas, aspirações, ...), à interpretação de resultados (ansiedade, orgulho, ...), às estratégias de acção (auto-controlo, abandono, fuga, ...) e à percepção de si próprio (atributos pessoais e auto-estima).

Tendo em conta o papel da motivação na aprendizagem e, em jeito de sistematização, apresentam-se os seguintes tipos de motivação:

QUANTO AO ALUNO

Há alunos que agem autonomamente quando desejam atingir um determinado objectivo. Aceitam fazer as coisas de bom grado e tentam alcançar as metas pelos seus próprios meios. Balancho e Coelho (2005) designam este tipo de motivação por *automotivação*.

Por outro lado, quando o aluno não tem motivo interior para aprender, não manifesta interesse pelas tarefas e pelas aulas é preciso que o professor estimule o aluno e lhe ofereça “*motivos facilitadores de aprendizagem*” (Balancho, 2005: 19), designando-se assim por *heteromotivação*.

Tapia (2006) alerta para o facto de, por vezes, as possibilidades de motivar adequadamente os alunos poderem ser escassas, na medida em que na escola praticamente tudo é imposto ao aluno: os professores, o currículo, os programas, as actividades, os colegas, as avaliações, etc. (Tapia e Fita, 2006).

QUANTO AO OBJECTO

Balancho (2005) refere que quando a motivação se “*radica no próprio sujeito*”, ela é *intrínseca*. Outros autores (Csickzentmihalyi, Deci e Ryan, Tapia e Ferrer, García-Celay e Tapia *in* Tapia e Fita, 2006: 21) definem este tipo de motivação que promove a descoberta, “*a compreensão e o domínio dos conhecimentos ou habilidades*” como “*motivação intrínseca à tarefa*” e que não depende de recompensas externas.

A motivação intrínseca corresponde ao desejo genuíno de aprender, pelo simples prazer que proporciona a actividade de aprendizagem. Assim, “*as potencialidades de uma dada tarefa para proporcionar experiências de mestria ou exercício de competência própria*” e “*as experiências de autonomias ou auto-determinação*” (Fontaine, 2005: 103), são aspectos essenciais para assegurar a motivação intrínseca.

Quando os alunos realizam actividades escolares preocupados, sobretudo, com metas externas à própria aprendizagem, se forem incentivados, se lhes for prometida uma recompensa ou se forem ameaçados com uma punição, eles “*esforçam-se*” por alcançar as metas ou objectivos. Mas nesta situação a motivação é introduzida artificialmente sendo, por isso, designada de *extrínseca*. Há estudos experimentais (Fontaine, 2005) que demonstram que as recompensas podem diminuir a motivação intrínseca dos alunos para a realização de determinadas actividades, pois as tarefas tornam-se instrumentais para a obtenção da recompensa.

O aluno envolve-se na actividade não pelo prazer que esta lhe proporciona, mas porque é vantajosa para atingir determinados fins, ou em função das pressões directas ou indirectas que sobre ele se exercem. A satisfação de exigências de outros, por exemplo os pais, ou a manutenção de uma média escolar que permite ao aluno aceder a um determinado curso no ensino superior, são exemplos de pressões externas exercidas sobre o aluno.

A motivação extrínseca é mais instável que a motivação intrínseca, pois se os pais deixarem de pressionar o aluno ou se uma determinada disciplina desaparecer do currículo, deixa de haver investimento neste domínio.

Os alunos intrinsecamente motivados preferem actividades desafiadoras e de dificuldade média, enquanto que os indivíduos motivados extrinsecamente seleccionam tarefas de nível de dificuldade mínimo, pois consideram que é suficiente para obter a recompensa desejada, evitar a punição ou aliviar as pressões externas.

QUANTO À NATUREZA OU MODO DE ACTUAÇÃO

Balancho (2005: 20) refere que se a motivação nos leva a “*agir num sentido determinado*” ela é *positiva*. A este propósito Coll *et al.* (2001: 38) afirmam que se o aluno “*pretende aprender e aprende a experiência vivida oferece-lhe uma imagem positiva de si mesmo*”. Por outro lado se a acção é convertida em referências desagradáveis (ameaças, gritos, repreensões ou castigos), a motivação é *negativa*.

De acordo com Tapia e Fita (2006), os professores devem, se querem que os alunos se envolvam com motivação suficiente nas actividades escolares, intervir em, pelo menos, duas direcções:

- no sentido da melhoria do autoconceito em relação às possibilidades de êxito nas diferentes áreas;
- ensinando modos de pensar, utilizando estratégias que permitam superar dificuldades, aprender com os erros e construir representações conceptuais e procedimentos que promovam o sucesso e contribuam para manter a motivação elevada.

Madeleine Hunter (1982 *in* Arends, 1995: 124) apresenta um conjunto de factores associados à motivação que podem ser modificados ou controlados pelos professores. A autora não evidencia nenhum dos factores por si enunciados, considerando que estes “*interagem entre si e, em conjunto, podem aumentar a motivação dos alunos para aprender*” (Hunter, *ibidem*).

Podem, resumidamente, referir-se:

- o nível de preocupação dos alunos em atingir um determinado objectivo de aprendizagem como sendo um dos aspectos relacionados com a motivação. A autora menciona que “*um nível moderado de preocupação estimula o esforço para aprender*” (*ibidem*), por outro lado, se a tensão associada à preocupação for muito elevada “*pouca energia será despendida na aprendizagem*” (*ibidem*).
- a tonalidade afectiva, que se expressa pelo esforço empregue pelo aluno de acordo com o ambiente e a situação de aprendizagem, ou seja, “*os alunos empregam mais ou menos esforço consoante o ambiente e a situação particular de aprendizagem são agradáveis ou desagradáveis*” (*ibidem*).
- os sentimentos de sucesso associados ao grau de dificuldade e ao esforço despendido na realização da tarefa.
- o nível de interesse associado com a motivação para o sucesso. Neste item a autora expõe a importância de “*relacionar as matérias com a vida dos alunos e usar os nomes próprios dos alunos (...), tornar as matérias vividas e originais (...), usar outras actividades que sejam convidativas e contenham a sua própria motivação intrínseca*” para manter “*o interesse dos alunos pela escola e pelo seu trabalho escolar*” (*ibidem*).
- o conhecimento dos resultados, permitindo ao aluno saber o que está bem, para além do que ele deve melhorar. O *feedback* deve ser tão imediato quanto possível, tão específico quanto possível e não sentencioso.
- os objectivos da sala de aula e estruturas de recompensa, quando competitivos conduzem a comparações e fazem com que a capacidade do aluno seja o principal factor de sucesso. Na actividade partilhada o principal factor de sucesso é o esforço do aluno.

- os motivos de influência e afiliação têm um papel determinante no tipo de esforço que os alunos vão empregar nas tarefas de aprendizagem.

Em jeito de conclusão, recorda-se que as salas de aulas podem ser vistas como sistemas sociais e ecológicos que incluem o espaço físico e os ambientes legais e informais que influenciam as necessidades e os motivos dos indivíduos, os papéis que desempenham na organização e a interacção entre as necessidades de um membro e as regras do grupo. Características das salas de aula como sejam a multidimensionalidade e a imediaticidade, não podem ser imediatamente inculcadas pelo professor, enquanto os processos de grupo, os objectivos, as tarefas as recompensas e as estruturas de participação estão sob controlo directo do professor.

Sabe-se que a motivação intrínseca é sensível ao contexto de aprendizagem (Fontaine, 2005: 106), cabe, assim, ao professor criar ambientes de aprendizagem produtivos, onde os alunos se sintam a si próprios e aos colegas de forma positiva, onde as suas necessidades sejam satisfeitas para que eles persistam nas tarefas educativas e trabalhem cooperativamente e, onde os alunos desenvolvam competências interpessoais e grupais que lhes permitam cumprir as exigências da vida na escola.

Na sua actuação em sala de aula, o professor confronta-se, muitas vezes, com a necessidade de proteger a motivação intrínseca, por um lado, e por outro transformar a motivação extrínseca em motivação intrínseca. Importa ao professor adoptar estratégias que o auxiliem a fazer o aluno gostar de uma actividade escolar ou uma actividade que considera fundamental, mas que o aluno voluntariamente não teria escolhido. As estratégias que o professor adopta ou o momento que escolhe para as implementar, podem reduzir a percepção das pressões externas que se exercem sobre o aluno e estimular o desenvolvimento de tendências motivacionais intrínsecas.

Para que os alunos aprendam o professor deve sentir prazer em trabalhar com alunos e em contribuir para o seu desenvolvimento, ou seja, precisa estar, também ele, intrinsecamente motivado. O reconhecimento da sua competência, a participação na tomada de decisões que dizem respeito à sua actividade profissional, a autonomia no exercício da sua profissão e as possibilidades de

formação contínua, são factores que promovem a satisfação profissional dos professores. Mas, nos últimos tempos, o que se tem verificado é que o professor se confronta com a falta de reconhecimento institucional e social, falta de autonomia e de controlo face às pressões que sobre ele se exercem e dificuldades em lidar com os alunos. Todos estes factos dificultam o exercício da competência profissional dos professores num quadro de auto-determinação, constituindo-se como factores de desmotivação.

Quando se fala em competência profissional dos professores podemos ter em conta os pressupostos associados ao modelo normativo ou aos do modelo descritivo. Assim, o modelo normativo associa a eficácia do ensino a características pessoais do professor, como a personalidade, que se traduzem em comportamentos e estratégias eficazes em quaisquer ocorrências. O modelo descritivo refere que a eficácia de uma mesma estratégia pode variar de acordo com a situação e as características do professor. Este modelo defende que o professor tem um estilo pessoal de ensino que deve ser adaptado às situações particulares e que o bom professor saberá fazer uso de si próprio de forma eficaz e flexível. Já ao modelo normativo está associada uma concepção estática das qualidades pessoais exigidas para a docência (Fontaine, 2005).

Considerando que a qualidade do ensino e da escola depende da qualidade dos profissionais que a integram (Sá-Chaves, 2007), torna-se necessário que os professores sejam capazes de desenvolver, quer em si próprios, quer nos alunos com as quais interagem nas suas práticas lectivas, os instrumentos de aprendizagem, os conhecimentos, as competências essenciais as atitudes e os valores, garantindo uma educação de qualidade, fruto de uma (auto) supervisão constante das suas práticas. Urge, por outro lado, que se desenvolvam mecanismos de hetero-supervisão que reconheçam as competências de actuação dos próprios professores motivando-os para ensinar a aprender.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

Neste capítulo apresentam-se os “instrumentos” utilizados pela professora-investigadora. Esta, ao reflectir sobre a sua própria actuação, foi estimulada a indagar, a reflectir sobre si e sobre a sua acção, a reorganizar saberes, a comunicar e a relatar, a confrontar-se com um processo contínuo de aprendizagem e desenvolvimento, apresentando aqui parte dos frutos que foi colhendo.

3.1 Fundamentação da metodologia seguida

O projecto de investigação incrementado envolveu duas professoras que, em contextos geográficos e educativos diferentes, desenvolveram um trabalho conjunto, de modo a que as experiências vividas por cada uma, em países diferentes da UE (Portugal e República Checa), influenciassem positivamente a sua prática profissional. A metodologia implementada enquadra-se no paradigma de investigação-acção, de natureza colaborativa, conduzida na expectativa de que todos os intervenientes cooperam com as suas percepções, as suas expectativas e a sua experiência. Como afirma Bisquerra (1989), a metodologia de investigação-acção visa a resolução de um problema verdadeiro e palpável, sem abstracções ou exigências teóricas, sendo o principal objectivo o de melhorar a prática educativa num determinado contexto real. A opção por uma metodologia de investigação-acção foi determinada pela ênfase que coloca na resolução de problemas educativos em situações específicas, pelo potencial contributo que puder dar para o melhor conhecimento e compreensão pessoais e profissionais. Esta abordagem, segundo Bisquerra (idem), exige um processo de espiral dialéctica, entre a acção e a reflexão, onde os dois ensejos se intercalam, se integram e se complementam. Como refere Elliott (1990) a investigação-acção relaciona-se com os problemas práticos quotidianos vivenciados pelos professores e não com os problemas teóricos definidos pelos investigadores, pois através dela o professor indaga acerca do seu próprio trabalho, identifica

problemas, determina a sua origem e mobiliza estratégias que permitam superá-los, potenciando todo o processo de ensino e de aprendizagem. Esta metodologia pode ajudar o professor a desenvolver estratégias e métodos para que a sua actuação seja mais adequada, bem como, propiciar técnicas e instrumentos de análise da realidade, assim como formas de recolha e análise de dados.

Acrescenta-se ainda que, através de estratégias da supervisão de tipo colaborativo, a formação e a prática dos professores podem ter um enquadramento de orientação reflexiva. Esta ideia é sustentada pelas palavras de Amaral *et al.* (1996:116) ao referirem que a *"investigação-acção é uma metodologia caracterizada por uma permanente dinâmica entre a teoria e a prática em que o professor interfere no próprio produto de pesquisa, analisando as consequências da sua acção e produzindo efeitos directos sobre a prática"*.

O professor ao recorrer à investigação-acção pretende alcançar dois objectivos essenciais: por um lado obter melhores resultados naquilo que se faz e, por outro, facilitar o aperfeiçoamento das pessoas e dos grupos com que trabalha, contribuindo assim para o seu próprio desenvolvimento pessoal e profissional. O docente pode, por um lado, melhorar as suas práticas educativas mediante a mudança e, por outro, melhorar a aprendizagem dos seus alunos a partir das consequências dessas mudanças.

Tal como nos refere Watts (1985), a investigação-acção é um processo no qual os intervenientes analisam as suas próprias práticas educativas, de uma forma sistemática e aprofundada, usando técnicas específicas de investigação. Esta metodologia integra-se na prática do quotidiano dos professores porque combina o processo investigativo com a prática de ensino (Moreira e Alarcão, 1997), da qual resulta uma melhor compreensão do centro de atenção do professor, mudanças ao nível da maneira de pensar e do discurso, e uma postura reflexiva face à profissão. Permite ao professor resolver problemas, mas contribui, acima de tudo para que, reflectindo sobre a sua acção, proceda a alterações nas suas práticas, transformando a realidade pela intervenção e pela inovação.

Trata-se, ainda, de uma metodologia de investigação-acção crítica ou emancipatória, porque o investigador intervém directamente no projecto, procurando facilitar a implementação de soluções que promovam a melhoria das

suas práticas (acção). A investigação-acção emancipatória pretende ser um meio de desenvolvimento dos professores e da sua situação de trabalho, através do exercício da autocrítica e da crítica, articulando a teoria e a prática (Máximo-Esteves, 2008).

Investigadores do Projecto EUSTD actuaram como facilitadores, ajudando a criar laços entre as duas professoras, contribuindo para a (auto)motivação de cada uma, organizando e facultando recursos para a implementação e desenvolvimento do projecto.

Seguindo, então, uma metodologia de investigação-acção, o estudo envolveu diversas tarefas, das quais se destacam:

- (a) proporcionar o contacto pessoal para conhecimento mútuo das professoras envolvidas nesta investigação;
- (b) planear, organizar e construir materiais a usar nas práticas lectivas de ambas as professoras,
- (c) observar e registar, por escrito, situações ocorridas durante as diferentes etapas do projecto;
- (d) analisar, posteriormente, as informações recolhidas, de acordo com o instrumento construído;
- (e) promover a (auto)observação e a análise reflexiva das práticas pedagógicas implementadas pelas professoras.

Em conjunto, as professoras/investigadoras directamente envolvidas no projecto de investigação assumiram a responsabilidade do desenvolvimento e da transformação das suas práticas.

Assim, formando um grupo de trabalho, as professoras envolvidas incrementaram um plano de acção para atingir a melhoria de uma determinada prática, ou seja, procederam à **planificação** de actividades para a leccionação da temática “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos”. De seguida, avançaram para a implementação do plano - **acção** – de forma previamente definida. Observaram os efeitos da própria acção, recolhendo dados através de técnicas e instrumentos variados. Debateram, de forma reflexiva – **reflexão na, sobre a e sobre a reflexão na acção**, ou seja, sobre os efeitos da acção no sentido de (re)construir o significado da situação em estudo - **prática/teoria**. E, com base no

trabalho realizado, procederam à revisão do plano construído e, ao surgirem **novas ideias para a acção**, partiram para um novo ciclo.

Tendo em conta que o pretendido com a metodologia implementada é, essencialmente, estimular mudanças nas práticas, de forma a melhorar os resultados, ela permite que a sequência de fases se repita quando o professor/investigador analisar todos os dados recolhidos e sinta a necessidade de proceder a reajustes na investigação. Elliott (1990) e Woods (1991) defendem que a acção envolve ciclos de planeamento, de observação, de reflexão e de avaliação. Quando estes ciclos são postos em prática, pelos agentes educativos, a sua delineação tem de ser suficientemente flexível para possibilitar alterações. Tal como Elliott apoia, deve dar-se ênfase ao processo de revisão dos factos e reconhecimento de falhas antes de se dar início a cada sequência de passos.

Suportado nas linhas orientadoras da investigação-acção, na figura 5 esquematiza-se o percurso investigativo do presente estudo, onde se evidenciam as articulações entre os princípios gerais da auto e da hetero-supervisão e cada um das fases de construção do presente projecto.

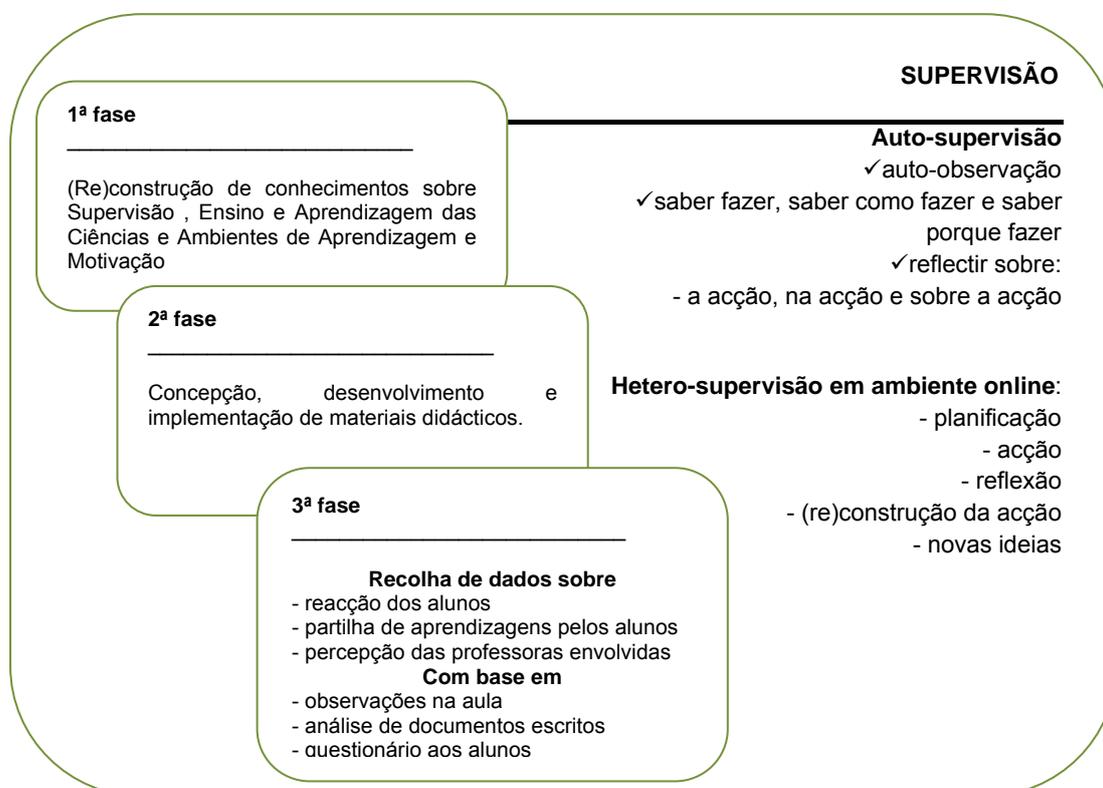


Figura 5 - Esquema global do percurso investigativo

Assume-se que a investigação-acção permite:

- (i) aprender com a própria prática;
- (ii) melhorar a actuação e contribuir para o desenvolvimento profissional;
- (iii) utilizar a reflexão de forma sistemática;
- (iv) desenvolver a capacidade de decisão no desenvolvimento, execução e avaliação do projecto;
- (v) desenvolver a capacidade de trabalhar em conjunto, solicitar e dar colaboração, o que leva a uma maior flexibilidade e abertura à mudança.

A acção e a investigação associam-se na tentativa de desenvolver capacidades de auto-regulação e de atitude investigativa e crítica face à prática (Moreira *et al.*, 1999), auxiliando no aperfeiçoamento e actualização permanentes dos processos de ensino e aprendizagem, ou seja, contribuindo para o desenvolvimento profissional do professor.

Tem-se igualmente em conta que uma supervisão em que a investigação-acção está presente permite ao professor reconstruir saberes anteriores, possibilitando-lhe um questionamento e reflexão contínuos sobre a sua prática, de um modo mais articulado (Alarcão, 2005).

O planeamento/planificação consistiu no desenho/elaboração das actividades educativas (acção prospectiva); a acção constitui-se nas aulas propriamente ditas, que decorreram em ambiente *online* quando os alunos partilhavam experiências de ensino e de aprendizagem; a observação consistiu nos registos do que ocorreu nas aulas (ou durante o processo de preparação das mesmas – pré-aula - ou após a sua realização – pós-aula) em relação à prática e à planificação; a reflexão constitui-se no retorno aos registos, uma maneira de distanciar-se da prática para pensá-la e também apontar caminhos para reinventá-la. Ao longo de todo este processo foi necessário partilhar, criar condições de diálogo entre todos os intervenientes, mas, ao mesmo tempo investir na produção individual.

Para que as aulas em ambiente *online* decorressem da melhor forma possível, os alunos foram estimulados para a partilha de experiências e as professoras envolvidas, em conjunto, planificaram as diferentes etapas do processo, analisaram as situações vivenciadas, reflectiram e alteraram situações para que os resultados da aprendizagem atingissem os objectivos inicialmente definidos. O

conhecimento crítico não é um processo que se viva solitário e, quando se sistematiza a prática educacional de cada um, realizando a reflexão teórico-prática sobre a mesma, não se está sozinho, o que implica que é fundamental actuar e reflectir colaborativa e activamente, produzindo e validando interpretações acerca do que foi feito. O conhecimento crítico resulta da vivência de um processo de reflexão crítica em torno da própria prática e que congrega conhecimento técnico, prático e emancipatório (Mion e Saito, 2001). Daí, o interesse da formação de comunidades de aprendizagem, das interacções dialógicas, do imbricamento entre conteúdo/forma na prática de ensino-investigativa.

3.2 Participantes no estudo

A escolha dos participantes teve em conta dois dos objectivos propostos pelo Projecto EuSTD- web nomeadamente:

- melhorar a qualidade e reforço da dimensão europeia da educação em Ciências nos ensinos básico e secundário, incentivando a cooperação transnacional entre professores (e escolas) e a investigação entre os professores, tendo em conta as diferenças regionais e as diferentes necessidades de professores de disciplinas científicas;
- incentivar a formação dos professores dos diferentes países participantes, trabalhando conjuntamente e desenvolvendo temas relacionados, actualizando conteúdos pedagógicos ao nível das competências (PCK), dentro de uma dimensão europeia.

Neste caso o envolvimento no projecto resultou da intenção de desenvolver um trabalho de auto e hetero-supervisão das práticas lectivas abrangendo:

- (i) a professora da disciplina de Biologia e Geologia, do 10º ano, que se assumiu como sendo a investigadora e respectivos alunos da Escola Secundária de Viriato.

A Escola Secundária de Viriato encontra-se localizada num extremo da cidade de Viseu, junto à Cava de Viriato, na freguesia urbana de S. José a escassas centenas de metros do limite da freguesia de Abraveses e junto aos acessos que ligam o norte da cidade à A25 e A24. Tem como área de influência directa as

freguesias de Abraveses, Campo, Calde, S. José e Lordosa, freguesias rurais, mas recebe alunos de outras freguesias periféricas e de outros concelhos. Foi construída segundo o projecto tipo então em uso para as escolas secundárias e concebida como uma Escola S. U. - 30 Turmas. A escola é constituída por 4 pavilhões que se identificam pelas letras A, B, C e D, nos quais há um total de 38 salas de aula, 2 salas de aula para Artes Visuais, 2 Laboratórios de Física, 2 Laboratórios de Química, 2 Laboratórios de Biologia, 3 salas de informática e 4 salas com quadros interactivos e ainda por um pavilhão gimnodesportivo, cuja utilização é partilhada com a Câmara Municipal de Viseu. O grupo dos discentes da Escola Secundária de Viriato, no ano lectivo 2008/2009, é constituído por 1005 alunos nos seguintes (per)curso: 250 são do Ensino Básico (3ºCiclo); 529 do Ensino Secundário; 137 do Ensino Profissional; 58 do Cursos CEF e 31 são dos Cursos EFA.¹⁴

A turma interveniente no estudo, conforme será analisado no capítulo IV, é constituída por 27 alunos, com uma distribuição relativamente homogénea no que diz respeito ao sexo e idades, havendo dez alunos que apresentam algumas dificuldades económicas pelo que beneficiam de Apoio Socioeducativo. Embora a conexão à *Internet* seja feita através de uma rede sem fios, no pavilhão D, onde se situam as salas onde habitualmente os alunos da turma envolvida têm aulas de Biologia, o acesso é difícil dada a sua baixa velocidade.

(ii) a Professora de Biologia e Química do Ensino Secundário da Gymnázium Boskovice, na República Checa e respectivos alunos.

A Gymnázium Boskovice¹⁵ está localizada na cidade de Boskovice, que fica a norte de Brno, na República Checa. Encontra-se num edifício histórico, com mais de uma centena de anos, sendo uma escola de reconhecido valor na região.

A escola possui 26 salas de aula, sendo uma delas, específica para o ensino da Biologia, outra para a Física e outra para a Química, estando as duas últimas equipadas com um projector de vídeo e computador. Existem ainda quatro salas apetrechadas com quadros interactivos, duas salas equipadas com computadores

¹⁴ Dados relativos ao início do ano lectivo 2008/2009.

¹⁵ Dados disponíveis na internet em: http://www.gymbos.cz/pdf/prezentace_gymnazia.pdf

e *Internet* em todas as salas, contudo o acesso à *Internet* não é feito pelo sistema *Wireless*.

No ano lectivo em causa (2008/2009) a escola era frequentada por 498 alunos, distribuídos por 16 turmas. A turma que participou no estudo era constituída por 21 alunos, maioritariamente do sexo feminino. Acrescenta-se ainda que a docente checa desempenhava, na escola, funções de directora adjunta. A seu cargo estava a orientação e coordenação pedagógica dos docentes das diferentes áreas disciplinares, não só a nível de escola mas igualmente em toda a região Sul da Morávia.

Para que a interacção começasse a ter êxito, era necessário entender como se encontram organizados os sistemas educativos, nos quais as duas professoras envolvidas desempenham funções docentes. Assim, na República Checa (Eurydice, 2008a, 2008b), à semelhança do que acontece em Portugal, a educação pré-escolar inclui a creche ou jardim-de-infância para crianças a partir dos 3 anos. Embora esta não seja obrigatória, é considerada como parte do sistema educativo. As creches e jardins-de-infância são geridos pelas comunidades (órgãos locais de administração). A escolaridade obrigatória é de nove anos e pode ser frequentada em escolas públicas ou privadas. Há algumas diferenças relativamente à distribuição dos anos de escolaridade comparativamente ao Sistema Educativo Português.

O correspondente no sistema português ao 1º CEB, na República Checa é também designado de 1º ciclo, mas abrange cinco anos de escolaridade, do 1º ao 5º ano. Este proporciona um ensino designado como geral e é leccionado, principalmente, em regime de monodocência.

Há um segundo ciclo (nível inferior do ensino secundário), de quatro anos lectivos, que vai do 6º ano 9º ano (anos 1 a 4, de acordo com os dados Eurydice, 2008a) equivalente ao nosso 2º e 3º CEB. Neste ciclo as diversas disciplinas são ministradas por professores diferentes.

O ensino secundário prolonga-se até ao 13º ano (ano 8). A passagem para o ensino secundário inferior (correspondente ao 9º ano no sistema português) pode acontecer em dois momentos distintos do ensino básico: no final do 5º ano ou no final do 7º ano. No primeiro caso, a duração dos estudos, englobando o ensino

secundário superior, será de 8 anos (abrangendo alunos dos 11 aos 19 anos), no segundo de 6 anos (abrangendo alunos dos 13 aos 19 anos). O secundário geral prepara os alunos para o prosseguimento dos estudos.

Aos alunos que adoptam o ensino básico até ao 9º ano, sem optar pelo geral, é dada a possibilidade de escolher um dos três tipos de secundário: académico, técnico e profissional. O académico e o técnico, ambos com duração de 4 anos após a conclusão do 9º ano, para além de possibilitar o prosseguimento de estudos permite ao aluno o ingresso numa profissão.

Por último o ensino secundário profissional, que pode durar 3 a 4 anos, destina-se, apenas, à aprendizagem de uma actividade profissional. Apesar disso, o prosseguimento de estudos neste ciclo poderá ser feito ao nível superior não universitário nas Escolas Superiores Profissionais com cursos de 3 anos (19 aos 21 anos) cuja frequência confere um diploma de bacharelato.

O ensino superior universitário oferece os graus de bacharel (3 a 4 anos), licenciado (5 anos) e doutorado (3 anos a tempo inteiro, ou 4 a 5 anos se a frequência se der a meio tempo).

Nas escolas Gymnázium School (Escola Secundária Geral), preparam-se alunos que pretendem ingressar no Ensino Superior.

Alguns dos aspectos anteriormente referidos relativamente à organização do Sistema Educativo Checo, são apresentados na tabela 1.

Tabela 1- Organização do Sistema Educativo Checo (Eurydice, 2008a)¹⁶

Nível	Grau de ensino	Duração/ Faixa etária	Estabelecimento de ensino	Frequência
Terciário (Superior)	Doutoramento	3	Universidades Politécnicos	Facultativo
	Mestrado	3		
	Bacharelato	3		
Secundário	Ensino secundário superior	4 (16-19 anos)	Escolas secundárias gerais (Gymnázium) Escolas técnicas Escolas profissionais	Facultativo
	Ensino secundário inferior	4 (12-15 anos)	Escolas básicas (Základní škola)	Obrigatório
Primário	Ensino primário	5 (6-11 anos)	Escolas básicas	Obrigatório
Pré-primário	Pré-primário	5 (0-5 anos)	Creches	Facultativo

¹⁶ Tradução da professora-investigadora

No que concerne à avaliação dos alunos a progressão até ao 5º ano é contínua, no entanto, o ingresso no ensino secundário inferior (seja após a conclusão do 5º ou do 7º ano) está sujeito a uma avaliação a cargo da escola escolhida. A progressão para o ensino secundário superior implica a conclusão, com aproveitamento, da escolaridade obrigatória e o cumprimento de alguns pré-requisitos estabelecidos pela escola ou escolas a que o aluno se candidata. A aceitação de um aluno numa determinada escola pode estar dependente da realização de uma prova oral ou escrita. Ao aluno é permitido mudar de área de aprendizagem, dada a especialização deste grau de ensino, mas essa possibilidade pode ser limitada pelos critérios de selecção das escolas a que os alunos de candidatam. Todas as escolas de ensino secundário superior instituem os seus próprios exames finais e concedem um diploma de conclusão de estudos, de acordo com a sua vertente.

No primeiro nível do ensino básico (1º ao 5º ano) os alunos frequentam entre 22 a 25 tempos lectivos, por semana, sendo que cada aula tem a duração de 45 minutos. No segundo nível do ensino básico e no secundário inferior esse número aumenta para 27 a 30 tempos semanais. As disciplinas frequentadas pelos alunos são: Artes, Música, Ciência, Formação Cívica, Checo, Matemática, Língua Estrangeira (Alemão, Espanhol, Francês ou Inglês) e Educação Física.

À medida que as escolas básicas adquirem uma maior flexibilidade curricular vão aparecendo mais estabelecimentos de ensino "temáticos", cujos currículos incidem em determinadas áreas como a matemática e as ciências, as línguas, o desporto, a música, as artes e as novas tecnologias.

No ensino secundário superior (geral e académico) o Ministério aprovou alguma flexibilidade curricular, ou seja prescreve determinadas disciplinas obrigatórias num total variável de 21 a 29 aulas, podendo a escola escolher as disciplinas de opção até completar os 31 tempos semanais ou 33 se quiser atribuir dois tempos suplementares (Eurydice, 2008b: 5)

As disciplinas que os alunos participantes neste estudo frequentam são: Checo, duas Línguas Estrangeiras (inglês, alemão, russo, francês, espanhol), História, Matemática, Física, Química, Biologia, Geografia, Música ou Arte, Educação Cívica (equivalente à Filosofia e Economia frequentadas pelos alunos

no sistema de ensino português), Educação para as TIC, Educação Física, disciplinas de opção. O Inglês constitui a primeira escolha em termos de língua estrangeira.

No ensino secundário superior técnico o número total de aulas é de 33 (40% das disciplinas de carácter geral e 60% de carácter profissional). Existem escolas secundárias técnicas das mais diversas áreas de especialização: florestais, agrícolas, médicas, pedagógicas.

O ensino secundário superior profissional não requer a existência de várias escolas profissionais, apenas as valências que permitam aos alunos a realização das aulas práticas, normalmente a cargo de um centro de treino (estágio) localizado em empresas devidamente creditadas. O número de aulas teóricas é também de 33, sendo que a componente de formação prática abrange 45% da componente curricular total.

Na República Checa existe o Programa Nacional de Educação, também conhecido como o Livro Branco, que é um documento conceptual da política educacional. Este contém os objectivos de desenvolvimento da educação para alunos com idades dos 3 aos 19, bem como propostas e recomendações de ordem económica, política e de natureza pedagógica, que são implementadas gradualmente.

Desde 1999 a organização curricular do ensino secundário superior, nas Gymnazium School, é a que se apresenta na tabela 2.

Tabela 2 - Organização curricular das Gymnazium School (Eurydice, 2008a: 118)¹⁸

Número de aulas por semana (45 minutos)	Ano 5 (10º)	Ano 6 (11º)	Ano 7 (12º)	Ano 8 (13º)
Língua e Literatura Checa	3	3	3	3
Língua Estrangeira 1	3	3	3	3
Língua Estrangeira 2	3	3	3	3
Latim *	R	R	R	R
Noções Básicas de Ciências Sociais	1	1	2	2
História	2	2	2	R
Geografia	2	2	R	R
Matemática	3	3	3	3
Geometria descritiva *	R	R	R	R
Física	2	2	2	R
Química	2	2	2	R
Biologia	2	2	2	R
TIC	R	R	R	R
Educação estética ¹⁷	2	2	R	R
Educação Física	2	2	2	2
Disciplina opcional 1	R	R	2	2
Disciplina opcional 2	-	R	2	2
Disciplina opcional 3	-	-	R	2
Disciplina opcional 4	-	-	-	R
Total de aulas/ semana	27	27	28	22
R (*) – Opções do Director	6	6	5	11
Total	33	33	33	33

A letra "R" representada na tabela, no presente currículo, indica que a inclusão desta disciplina, o número de aulas dadas por ano e a carga semanal é decidida pelo director da escola. A escolha das opções e disciplinas não obrigatórias é, igualmente, decidida pelo director da escola, tendo em conta os interesses dos alunos, as condições na escola e as necessidades da região. A direcção da escola tem responsáveis próprios pelos currículos e programas escolares.

Nas Línguas Estrangeiras (inglês, alemão, francês, italiano, espanhol e russo) os alunos são seleccionados em função dos interesses e potencialidades de cada uma das escolas, podendo estes serem divididos em grupos. No caso da Língua Checa, a turma pode ser dividida em grupos, pelo menos uma aula por semana. Em Matemática, no mínimo, deverá haver uma aula prática. A escola pode direccionar uma parte das Ciências Naturais para a prática. As disciplinas de

¹⁷ No nível 5, equivalente ao 10º ano de escolaridade no Sistema Educativo português, os alunos podem optar pelas Artes ou Música.

¹⁸ Tradução da investigadora.

Biologia e Química podem ser leccionadas em regime de monodocência, à semelhança da Matemática e da Física.

Na Secondary School of Gymnázium Boskovice, não é leccionada a disciplina de Geologia, esta componente integra-se na disciplina de Biologia, mas assume pouca relevância, facto que se prende com a monodocência com Química. Nesta escola os pais tomam um papel importante na selecção dos conteúdos a ser ministrados aos alunos. Essa selecção recai sobre assuntos relevantes para a frequência do ensino superior.

No Sistema Educativo Português, conforme é referido no Portal da Educação (2008)¹⁹, o ensino básico corresponde à escolaridade obrigatória.

As crianças com idades compreendidas entre os 3 anos e a entrada na escolaridade obrigatória podem frequentar a educação pré-escolar, cuja frequência é facultativa e é ministrada em jardins-de-infância públicos ou privados.

O ensino básico organiza-se em três ciclos sequenciais com a duração de nove anos, abrangendo alunos cujas faixas etárias se situam entre os 6 e os 15 anos de idade. Os alunos que atingem a idade limite sem terem concluído o 3.º ciclo podem prosseguir estudos, através de diversas modalidades de educação e formação de jovens e adultos.

No 1.º ciclo, com a duração de 4 anos, o ensino é global e visa o desenvolvimento de competências básicas em língua portuguesa, matemática e estudo do meio. O Ministério da Educação pretende a implementação da escola a tempo inteiro, através do alargamento do horário de funcionamento de cinco para um mínimo de oito horas diárias. As escolas devem promover actividades de enriquecimento curricular, nomeadamente o apoio ao estudo para todos os alunos, o ensino obrigatório do Inglês, a actividade física e desportiva, o ensino da música e de outras expressões artísticas. O 1.º ciclo funciona em regime de monodocência, com recurso a professores especializados em determinadas áreas, enquanto o 2.º e 3.º ciclo funcionam em regime de pluridocência, com professores especializados nas diferentes disciplinas.

¹⁹ Disponível na internet em:

<http://www.min-edu.pt/outerFrame.jsp?link=http://www.gepe.min-edu.pt/np3/9.html>

No 2.º ciclo, o ensino está organizado por disciplinas e áreas de estudo de carácter pluridisciplinar. Neste ciclo inicia-se o estudo de uma língua estrangeira curricular obrigatória, que prossegue no ciclo seguinte.

No 3.º ciclo, o ensino está organizado por disciplinas e áreas curriculares não disciplinares. É inserida no currículo a segunda língua estrangeira obrigatória.

Recentemente, foi introduzido o ensino das TIC, no 8.º ano nas áreas curriculares não disciplinares, de preferência na área de projecto, sendo obrigatório no 9.º ano de escolaridade.

Ao longo do ensino básico os alunos são sujeitos à avaliação sumativa interna; para além disso, no final do 3.º ciclo, os alunos são submetidos à avaliação sumativa externa nas disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática.

Aos alunos que completam com sucesso o 3.º ciclo é atribuído o diploma do ensino básico.

O ensino secundário, com a duração de três anos lectivos, está organizado segundo formas diferenciadas, orientadas quer para o prosseguimento de estudos quer para o mundo do trabalho. O currículo dos cursos de nível secundário compreende:

- cursos científico-humanísticos - vocacionados essencialmente para o prosseguimento de estudos de nível superior; cuja matriz curricular se apresenta na tabela 3 e na qual se constata que os alunos frequentam 4 disciplinas correspondentes à formação geral, comuns a todos os cursos e 4 disciplinas da formação específica, características do curso escolhido. A matriz curricular que a seguir se apresenta sofrerá alterações a partir do ano lectivo de 2009/2010 na medida em que os alunos, no 12º ano, terão que optar por duas disciplinas anuais da componente específica. No último ano de escolaridade do Ensino Secundário a disciplina de Área de Projecto é comum a todos os cursos científico-humanísticos.

Tabela 3 – Matriz curricular para o curso de Ciências e Tecnologias na Escola Secundária de Viriato²⁰

Componentes de Formação	Disciplinas	Carga Horária Semanal (x90 minutos)		
		10º	11º	12º
Geral	Português	2	2	2
	Língua Estrangeira – Inglês /Francês/ Espanhol	2	2	
	Filosofia	2	2	
	Educação Física	2	2	2
	Sub-total	8	8	4
Específica	Matemática A	3	3	3
	2 Disciplinas bienais			
	Opções:	Física e Química A		
		Biologia e Geologia	3,5	3,5
		<i>Geometria Descritiva A</i>	3,5	3,5
1 Disciplina anual				
Opções:	Biologia			
	Física			
	Química			
	Geologia			
	Sub-total	10	10	6,5
	Área de Projecto			2
	Educação Moral e Religiosa (facultativa)	(1)	(1)	(1)
	Total	18 (19)	18 (19)	12,5 (13,5)

- cursos tecnológicos - visam o ingresso no mundo do trabalho, permitindo, no entanto, o prosseguimento de estudos em cursos pós-secundários não superiores ou, ainda, no ensino superior;

- cursos artísticos especializados - organizados nas áreas de artes visuais, audiovisuais, dança e música, tendo como objectivo assegurar formação artística especializada, permitindo a entrada no mundo do trabalho, ou o prosseguimento de estudos em cursos pós - secundários não superiores ou, ainda, no ensino superior;

- cursos profissionais - estruturados por diferentes áreas. Encontram-se organizados em módulos, correspondendo a 3100 horas de formação. Estes cursos destinam-se a proporcionar a entrada no mundo do trabalho, facultando

²⁰ Plano de estudos curso científico-humanístico de ciências e tecnologias de acordo com Decreto-Lei n.º 272/2007, de 26 de Julho e Declaração de Rectificação n.º 84/2007, de 21 de Setembro.

também o prosseguimento de estudos em cursos pós – secundários não superiores ou, ainda, no ensino superior.²¹

Para conclusão de qualquer curso de nível secundário, os alunos estão sujeitos a uma avaliação sumativa interna. Para além dessa avaliação, os alunos dos cursos científico-humanísticos são também submetidos a uma avaliação sumativa externa, através da realização de exames nacionais em determinadas disciplinas previstas na lei. Aos alunos que tenham completado este nível de ensino é atribuído um diploma de estudos secundários. Os cursos tecnológicos, artísticos especializados e profissionais conferem ainda um diploma de qualificação profissional de nível 3.

Resumidamente, na tabela 4 apresentam-se os dados referentes à organização geral do Sistema Educativo Português.

Tabela 4 - Organização do Sistema Educativo Português (Portal da Educação)²²



Ao comparar os dados das tabelas 2 e 4, facilmente se conclui que em Portugal, à disciplina de Biologia é atribuída uma carga lectiva semanal de 315 minutos, para a leccionação dos conteúdos específicos, enquanto República

²¹ Fazem parte da oferta educativa/formativa da escola S/3 de Viriato cursos científico-humanísticos, cursos tecnológicos, cursos profissionais, turmas de percurso curricular alternativo (PCA), cursos de educação e formação (CEF) e cursos de educação e formação de adultos (EFA).

²² Disponível na *Internet* em: http://www.gepe.min-edu.pt/np4/?newsId=9&fileName=Diagrama_SE.Port_site.JPG

Checa a carga de que os professores e alunos dispõem é de apenas de 90 minutos, ou 180 minutos se estabelecerem as pontes possíveis com a Química, na leccionação das temáticas, neste caso específico, a Fotossíntese.

3.3 Recolha de dados: Instrumentos utilizados no estudo

Neste subcapítulo, referir-se-ão os instrumentos, técnicas e fontes de dados utilizados para apoiar o presente estudo.

Quando se aplicaram os materiais construídos em parceria, em contexto de sala de aula, a recolha de informação foi feita através da observação directa dos fenómenos em estudo. Esta observação assumiu igualmente um carácter participante na medida em que a professora/investigadora acumulou funções de observadora e participou na vida do grupo em estudo. A observação directa permitiu compreender os fenómenos em estudo com maior profundidade.

Aquando da planificação de cada uma das observações directas, foi construído um guião de observação (Anexo III) que incluía um conjunto de indicadores necessário para retratar o objecto de estudo (Carmo e Ferreira, 1998: 103). Para além dos guiões de observação, recorreu-se a blocos de notas, para os registos rápidos. Foi, ainda, feita análise documental de normativos em vigor (Leis, Decretos-Lei, Portarias) e outros documentos legais (por exemplo, o Programa Homologado de Biologia e Geologia de 10º ano) para recolher informações necessárias para o desenvolvimento deste projecto de investigação.

A partilha *online* foi feita através da comunicação síncrona e assíncrona. Foram objecto de análise a interacção e o diálogo entre as professoras intervenientes, através dos registos dos *e-mails* trocados, conversas mantidas no *skype* e da análise da síntese da reunião presencial mantida a 1 e 2 de Setembro de 2008.

O desenvolvimento do projecto de investigação implicou uma pesquisa e leitura de documentos escritos, de acordo com a perspectiva da investigadora, para sustentar as ideias iniciais, poder comparar com os resultados obtidos e fundamentar as conclusões.

A professora/investigadora recorreu, ainda, à observação narrativa (Alarcão, 2005, 2007), registando os acontecimentos, as interacções e os respectivos intervenientes, à medida que foram ocorrendo. As narrativas revelam o modo

como a professora experiencia as situações vividas e implicam reflexões a níveis de profundidade variados, sendo por isso tanto mais ricas quanto mais elementos contiverem. Para serem compreensíveis, foi importante que a professora anotasse não apenas os factos, mas também o contexto físico, social e emocional que envolvia o momento narrado. Para registar os dados obtidos foi igualmente necessário proceder à recolha de notas de campo e à elaboração de um diário da investigadora (Alarcão, 2005), onde constam registos factuais. As notas de campo incluem registos detalhados, descritivos e focalizados das acções e interacções dos alunos e das professoras envolvidas em contexto de sala de aula, ou seja aquando da partilha de experiências de ensino e de aprendizagem. Incluem ainda material reflexivo, isto é, notas interpretativas, impressões, interrogações, ideias e sentimentos que emergiram no decorrer da acção ou após as primeiras leituras (Máximo-Esteves, 2008).

O diário constituiu-se como um instrumento auxiliar, no qual a professora/investigadora registou as notas de campo provenientes da observação dos aspectos da sala de aula ou da escola em estudo. Além disso serviu para anotar e comentar as passagens mais relevantes das leituras efectuadas em torno das questões de investigação, para anotar ideias e opiniões da outra professora envolvida no estudo e das observações efectuadas no contexto de trabalho (Máximo-Esteves, 2008). A troca de ideias entre as duas professoras obrigou a professora/investigadora a treinar a capacidade de reflexão, de sistematização, de síntese e de comunicação.

Estes instrumentos serviram para recolher observações, reflexões, interpretações, hipóteses e explicações de ocorrências, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico e o aperfeiçoamento das práticas da investigadora. As notas de campo e os diários foram instrumentos metodológicos privilegiados, bem como o portefólio elaborado pela professora-investigadora. Desse portefólio faz parte um *“conjunto coerente de documentação reflectidamente seleccionada, (...) sistematicamente organizada e contextualizada no tempo, reveladora do percurso profissional”* (Alarcão, 2007: 105). Sendo uma construção pessoal, do portefólio constam os trabalhos seleccionados pela

professora/investigadora, explicados e organizados de forma por ela considerada coerente.

As observações foram anotadas no momento em que ocorreram ou posteriormente. No primeiro caso, foram anotações condensadas, redigidas em contexto de aula e que, posteriormente, foram expandidas e comentadas. Quando redigidas *a posteriori*, as anotações apresentaram-se mais detalhadas e reflexivas e basearam-se nas anotações condensadas e na memória dos acontecimentos, por parte da professora-investigadora.

O diário da investigadora, para além das notas de campo, incluiu as observações estruturadas e o registo de incidentes críticos. Nele se registaram, com a maior exactidão possível, os acontecimentos observados, bem como sequências interpretativas, comentários e notas pessoais. As notas de campo de natureza teórica, metodológica ou de natureza prática (Máximo-Esteves, 2008), descrevem relações, discrepâncias, pontos fracos e formas de os melhorar ou ideias a pôr em prática. Ou seja, as notas de campo constituíram o relato escrito das vivências da investigadora: o que viu, ouviu, experienciou, pensou e reflectiu no decurso da acção investigativa (Bogdan e Biklen, 2006).

Para além dos registos da investigadora, procedeu-se também à recolha de opiniões dos alunos participantes relativamente à forma como avaliam os materiais didácticos e as metodologias implementadas utilizando para tal um inquérito por questionário (Anexo XV).²³ A partir dos dados recolhidos da análise das respostas ao questionário e da comparação dos resultados obtidos nas actividades diagnósticas inicial e final (Anexos IV e XIII), a professora/investigadora pretendeu avaliar o impacte da construção em parceria de estratégias de ensino e de aprendizagem na melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos.

O questionário elaborado encontra-se dividido em duas partes. Na Parte I pretendeu-se recolher dados que permitissem uma análise do perfil do aluno no que diz respeito a dados pessoais como género e idade, à experiência dos alunos na utilização de ferramentas de comunicação a distância e suas expectativas

²³ Versão em português disponível em: <http://www.survs.com/template?tmUID=E9O5B753>; versão em inglês disponível em <http://www.survs.com/template?tmUID=6TK9CTLE>

relativamente à partilha *online* na aprendizagem da temática. Este último item permite identificar possíveis obstáculos/constrangimentos à partilha de situações de aprendizagem em ambiente *online* e ainda, inferir acerca dos conhecimentos dos alunos relativos às ferramentas Web 2.0

Na parte II procedeu-se a uma análise sobre a importância das tecnologias de informação e comunicação na construção de percursos partilhados de ensino e aprendizagem e sobre as competências dos intervenientes no processo educativo. Com os dados recolhidos pretendeu-se:

- Avaliar os impactes que materiais curriculares desenvolvidos em parceria e colaboração e em contexto *online* têm na melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos;
- Identificar o grau de importância dos diferentes papéis desempenhados pelo professor no processo de ensino e aprendizagem;
- Reconhecer a importância das tecnologias da informação e comunicação na construção de percursos partilhados de ensino e aprendizagem;
- Identificar se os ambientes *online* influenciam o desempenho do aluno e da professora;
- Identificar sugestões para trabalhos futuros.

No questionário houve, preferencialmente, dois tipos de resposta a ter em conta: respostas qualitativas descritas por palavras pelo respondente; (Hill e Hill, 2005: 85) e respostas qualitativas escolhidas pelo respondente a partir de um conjunto de respostas alternativas, definidas de acordo com o grau de concordância, fornecido pela autora do questionário (*ibidem*).

Na parte I, a questão 2, exigiu uma resposta quantitativa escrita em números pelo respondente, uma vez que se pretende recolher dados relativos à idade.

O questionário apresentou perguntas abertas, cuja resposta foi elaborada pelo aluno e respostas fechadas, tendo, neste caso, o aluno que escolher entre as respostas alternativas fornecidas (*ibidem*: 93).

É a partir da análise e avaliação dos registos pessoais e personalizados, sobretudo nas notas de campo, nas narrativas e no diário, que a professora-investigadora (re)constrói as suas perspectivas de melhoria de práticas pedagógicas/desempenho profissional (Hobson, Cocchan-Smith e Lytle *in*

Máximo-Esteves, 2008), não perdendo de vista os objectivos em estudo. Este recurso metodológico permite não só compreender o desenvolvimento da acção em observação - a motivação dos alunos no ensino e aprendizagem das Ciências e importância da partilha de experiências de aprendizagem em ambiente *online* - como também o desenvolvimento do pensamento da professora/investigadora sobre a adequação dos materiais didácticos desenvolvidos e implementados para o efeito. A análise da informação obtida permitiu reflectir *na, sobre e para* a acção (Schön, 1995) em intervalos frequentes, ao longo do desenrolar do projecto de investigação.

Todas estas estratégias permitem, por um lado, a auto-supervisão e, por outro, promovem a supervisão dos subsistemas organizacionais da escola (Sá-Chaves e Amaral *in* Alarcão, 2000). A supervisão debruça-se sobre:

- as práticas da professora/investigadora e a reflexão que sobre elas faz, estando atenta aos conhecimentos teóricos que delas resultam e à pedagogia que os acompanha;
- a forma como os alunos aprendem;
- a forma como as professoras gerem os programas e os currículos dos respectivos países.

3.4 Resultados esperados

Ao implementar este projecto partiu-se com a expectativa de que o mesmo traria contributos múltiplos para todos os intervenientes. Pretendeu-se que as professoras construíssem em parceria materiais didácticos que, ao implementar em contexto de sala de aula, permitissem (re)construir colaborativamente com os alunos conhecimento comum, que o aplicassem na prática e assim verificassem, os resultados desta investigação.

Assim os contributos que se pensava poder advir para todos os intervenientes deste projecto de investigação eram para:

Professora-investigadora:

Impacte ao nível da Supervisão da própria formação/ desenvolvimento pessoal e profissional.

Díade:

Esperou-se que as professoras envolvidas beneficiassem da colaboração, melhorando as suas práticas, de forma a potenciar a qualidade do ensino que implementam e as aprendizagens dos seus alunos.

Alunos participantes:

Procurou-se motivar os alunos para a aprendizagem das Ciências promovendo novas atitudes pedagógicas e metodológicas nos diferentes tipos de interacção entre professores, alunos e conteúdos, e no processo de construção partilhada de conhecimento.

Esperou-se que o aluno, ao encontrar um sentido para as suas aprendizagens, ao conseguir aplicar/relacionar o que aprende na escola nas vivências do seu quotidiano, se apropriasse dos conhecimentos, do saber e do saber-fazer e não se apressasse a esquecer tudo a partir do momento em que deixa de ter de “prestar provas”.

Na parte final do estudo far-se-á o balanço relativo às expectativas apresentadas e ao que foi efectivamente atingido para cada um dos intervenientes.

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Serão objecto de análise todos os instrumentos de recolha de dados utilizados no decurso do projecto de investigação, nomeadamente:

- análise documental de normativos legais e programas da disciplina;
- registos escritos dos *e-mails* trocados e conversas no *skype* entre as professoras envolvidas;
- notas de campo, diário da professora-investigadora;
- registos das interacções dos alunos (*e-mails* e registos no *skype*);
- resultados das actividades diagnósticas inicial e final;
- inquérito por questionário aos alunos para recolha de opiniões relativamente à forma como avaliaram os materiais didácticos implementados.

Em primeiro lugar procedeu-se à organização de todo o material recolhido ao longo do decurso da investigação. Depois de recolhida e devidamente registada a informação, procedeu-se à análise dos dados, classificando-os segundo categorias de codificação (Bogdan e Biklen, 2006; Pardal e Correia, 1995) Alguns conjuntos de dados foram codificados com mais do que uma categoria e a sua selecção teve que viabilizar a quantificação dos dados observáveis. A categorização permitiu a redução do texto, promovendo elevados níveis de estruturação e de sistematização. A organização dos dados permitiu o estabelecimento de unidades de análise presentes no texto e que serão apresentadas ao longo do presente capítulo.

Estes procedimentos incluem-se nas diferentes etapas definidas por diversos autores (Bardin, 1979; Carmo e Ferreira, 1998; Bogdan e Biklen, 2006) para a análise de conteúdo, nomeadamente:

- definição dos objectivos e do quadro de referência teórico (incluídos na etapa designada por Bardin (1979) de pré-análise e na qual se procede à escolha dos documentos que vão ser sujeitos a análise; neste projecto incluíram-se, por exemplo os programas de Biologia do Ensino Secundário de Portugal e da República Checa);

- constituição de um *corpus*, etapa durante a qual a investigadora procede à selecção de documentos que vão ser sujeitos à análise (*e-mails* trocados e conversas no *skype* entre as professoras envolvidas no estudo, interacções dos alunos, ...);

- interpretação dos resultados obtidos, feita à luz dos objectivos e do suporte teórico.

O uso de instrumentos de recolha de dados diversificados, neste projecto de investigação, permitirá a triangulação dos dados, tornando o plano de investigação mais “sólido” (Carmo e Ferreira, 1998: 183), assegurando “a validade de qualquer previsão que venha a ser feita” (ibidem: 259).

4.1 O ciclo da investigação-acção

Na secção que a seguir se apresenta evidenciam-se um conjunto de passos que caracterizaram o envolvimento das professoras na dinâmica entre a teoria e a prática, a acção e a reflexão, levada a cabo através de ciclos sucessivos de planeamento, acção, observação e reflexão que caracterizam o presente estudo, assente numa metodologia de investigação-acção. Destacam-se as seguintes etapas:

- planeamento de estratégias de ensino e de aprendizagem para melhorar as práticas lectivas das professoras envolvidas no estudo;

- implementação de um plano de trabalho (acção) previamente elaborado por ambas as docentes, suportado pela teoria/informação emanada da supervisão e de acordo com indicadores da didáctica das ciências. Plano esse sujeito a reformulação(ões) de acordo com as observações feitas no decurso das práticas lectivas;

- observação dos efeitos da acção em contexto de sala de aula;

- reflexão sobre os efeitos observados de modo a validar as estratégias de acção e/ou reformular o plano de acção, iniciando um novo ciclo.

Antes de se proceder à enumeração de aspectos relevantes de cada uma das etapas do ciclo, proceder-se-á à descrição de procedimentos importantes que precederam a sua implementação.

O projecto teve início ainda durante o segundo semestre de 2007-2008, do Mestrado em Supervisão, decorrente da necessidade de “desenhar” as linhas orientadoras do plano de dissertação, na disciplina de Seminário. Os primeiros contactos, via e-mail, mediados pelos coordenadores do Projecto, tinham como objectivo dar a conhecer os primeiros dados das professoras envolvidas na parceria.

“Mon, 05 May 2008

[...] We have all prepared. During this week we will send you all needed material. For your quick information: The core of action research is our module: Cognitive motivation in science education. We prepared one motivational technique: Human body in science education. We have a set of working sheets for students with simple measuring and experimenting of human body. All is possible to use in primary science and also in separate subjects (physics, chemistry, biology) on lower secondary schools. The tasks for the action research will be to teach one class by use of our students activities and the second free of them. Students will received one pre-test and after teaching post-test. Results of these two tests will be compared. This action research can be used minimally in Aveiro and in Brno for international comparation. All is in simple EN form for choosing suitable parts of activities for national level and also for all students age. [...] Professor Mediador B”²⁴

Feita uma primeira análise estrutural de co-ocorrência²⁵ (Quivy e Campenhoudt, 2005) ao conteúdo do e-mail começava a desenhar-se um dos possíveis constrangimentos à implementação do projecto, o da diferença de conteúdos a leccionar pelas professoras, dados os programas em vigor nos respectivos países e o da interdisciplinaridade entre as Ciências Naturais/Biologia e as Ciências Físico-Químicas/Química que, regra geral, não é implementada em Portugal, quer ao nível do Ensino Básico, quer ao nível do Ensino Secundário.

Estes aspectos, contudo, não desalentavam os intervenientes no projecto:

12-05-2008, 21:22

“[...] we are sending you "first brief draft" of our action-research needed for our nice colleague A. We are sending you brief description of A-R design and examples of students worksheets. Tests for students we could create together. Be so kind and send us your opinion and comments.[...]” Mediador B

²⁴ Por uma questão de manutenção do anonimato, os coordenadores do Projecto EuSTD-Web serão identificados como Professor Mediador A ou B.

²⁵ Estrutural porque tenta revelar aspectos subjacentes e implícitos da mensagem; de co-ocorrência ao examinar associações de temas nas sequências de comunicação, o investigador obtém “informações acerca das estruturas mentais e ideológicas ou acerca de preocupações latentes” (Quivy e Campenhoudt, 2005: 229).

13-05-2008, 16:47

“A is the Portuguese science teacher who should share and discuss the teaching experience with B and she will be pleased if you send her the biologic contents integrating the secondary science curriculum of Check Republic. A is also available to send you our biology curriculum for the secondary school. B, you can send the information to A. [...]” Mediador A

Depois destas primeiras trocas de informações relativas aos programas das disciplinas de Ciências dos dois países e da metodologia de trabalho desenvolvida pela professora da República Checa, e dadas as diferenças, havia que seleccionar uma temática que pudesse ser abordada em conjunto e eleger o ano de escolaridade no qual a parceria seria implementada. Inicialmente seleccionou-se a disciplina de Biologia de 12º ano. Contudo, após a primeira apresentação do projecto de dissertação, que decorreu entre os dias 23 e 25 de Junho em Varna, na Bulgária, no encontro entre os parceiros envolvidos e por imperativos do projecto EuSTD, nomeadamente a faixa etária dos alunos, houve necessidade de direccionar o estudo para o 10º ano de escolaridade.

A 7 de Julho de 2008, a professora B confirmava a preferência por esse ano de escolaridade:

“[...] Our curricula are unfortunately very different, especially in junior school. [...] I think that for our task it is 10th year convenient because there are mostly common subjects - that is reason for my exchange classes. If I can pick Unit – for me Unit 1 - GENERATE MATERIAL is acceptable. But I am ready accept your proposals.

1. Collection of material by heterotrophic beings.

1.1 Uni-cell vs pluri-cell

1.2 Ingestion, digestion and absorption.

2. Collection of material by autotrophic beings.

2.1 Photosynthesis.

2.2 Chemosynthesis.

Please write me your opinion. I have to confirm exchange classes. B²⁶”

A 1 e 2 de Setembro de 2008, decorreu o primeiro encontro presencial entre as duas professoras. Fica um pequeno excerto do diário da professora-investigadora:

²⁶ Para de alguma forma manter o anonimato das professoras envolvidas no projecto utiliza-se a terminologia A ou B.

As páginas do meu diário...

*“ (...) Eis aqui a amadurecer um fruto
Ardendo de frio orvalhado de suor
Eis aqui o lugar generoso
Onde só dormem os que sonham
O tempo está bom gritemos com mais força
Para que os sonhadores durmam melhor
Envolto em palavras
Que põem o bom tempo nos meus olhos (...)
(Gitar, Paul Eluard, in "Algumas das Palavras")*

Encontro em Aveiro a 1 e 2 de Setembro de 2008

Depois de ter conhecido a minha futura “critical friend”, quase entrei em pânico. O primeiro “obstáculo” estava à minha frente e eu tinha que o transpor para iniciar a “passada”: tratava-se da língua inglesa. Tenho permanecido muitos anos na “escola”, contudo esta não é uma língua que me seja minimamente familiar e reconheço as minhas limitações, este será mais um repto a encarar.

Ao dar início a mais uma etapa deste projecto um novo desafio me era colocado: como definir supervisão para que alguém exterior ao projecto entendesse o seu significado?

Decidi fixar-me nas palavras de Alarcão e Tavares (2007: 16) que entendem “supervisão como o processo em que um professor, em princípio mais experiente e mais informado, orienta um outro professor ou candidato a professor no seu desenvolvimento humano e profissional.”

Ora, mas não é bem isto o que se passa aqui, pois não se trata de um processo de formação inicial. Há um professor que, ciente que a aprendizagem decorre ao longo da vida, decide tentar perceber que importância pode ter um “olhar cruzado” (Sá-Chaves, 2007) sobre a sua prática e como este o pode ajudar a orientar a sua acção profissional, sem que nenhum deles tenha que se situar numa “posição superior”. Consciente de que “dois olhares são mais enriquecedores do que um” (idem:38), o “olhar” de B funcionará como uma ferramenta poderosa para um início do processo de reflexão sobre o meu conhecimento específico do conteúdo que ensino.

Tendo em conta o trabalho que pretendo desenvolver, considereei pertinentes as palavras de Mintzberg (1995), pois sustenta que a supervisão implica uma visão de qualidade, inteligente, responsável, livre, experiencial, acolhedora, empática, serena e envolvente de quem vê o que se passou antes, o que se passa durante e o que se passará depois, ou seja, de quem entra no processo para o compreender por fora e por dentro, para o atravessar com o seu olhar e ver para além dele numa visão prospectiva baseada num pensamento estratégico. À supervisão associa-se a função de apoiar e regular o processo formativo, ou seja, é um processo que prepara para:

- a actuação em situações complexas;*
- a observação crítica;*
- a problematização e a pesquisa;*
- o diálogo;*
- a experiência de diferentes papéis*
- o relacionamento plural e multifacetado;*
- o autoconhecimento relativo a saberes e práticas.*

Supervisão é tida como o processo que permite um olhar profundo sobre a prática de cada um de nós, transformando-se em auto-supervisão. Esta permitir-

me-á “saber quem sou, as razões pelas quais faço o que faço e consciencializar-me do lugar que ocupo”, tal como nos refere Alarcão (2005:177).

Usadas estas ideias para tentar explicar qual o conceito que tenho sobre auto-supervisão, faltava-me exemplificar o que penso poder considerar-se hetero-supervisão, ou seja, a supervisão decorrente das interacções que entre ambas irão ocorrer. Para o fazer empreguei termos como:

- *Feedback (essencial ao apoio e à regulação). Feedback sobre as sugestões metodológicas, as notas escritas, as reflexões, ...);*
- *Questionamento como pedido de esclarecimento; questionamento crítico ou estimulador;*
- *Apoio/ encorajamento;*
- *Recomendação;*
- *Síntese/ balanço;*
- *Esclarecimento conceptual e teórico.*

Carecia esclarecer B que os e-mails, as notas de campo, o portefólio, o questionário aos alunos, são alguns dos instrumentos que pretendo utilizar para recolher essas interacções.

Atrevo-me a usar as palavras de Alarcão e Tavares (2007:59) para dizer que o processo de supervisão a desenvolver neste projecto se deseja impulsionador de “actividades de mútua colaboração e ajuda” entre as professoras envolvidas no projecto mantendo estas uma “atitude de diálogo permanente que passe por um bom relacionamento assente na confiança, no respeito, no empenhamento e no entusiasmo, na amizade cordial, empática e solidária de colegas que, não obstante a diferença de” sistemas educativos, “procuram atingir os mesmos objectivos.”

E foi esta a síntese da reunião elaborada:

Primeiro dia do encontro presencial entre as duas professoras

1. Apresentação descritiva e sumária do projecto de investigação.
2. Breve análise dos Sistemas Educativos Português e Checo.
3. Partilha de experiências e materiais curriculares desenvolvidos pelas professoras nos respectivos sistemas educativos.
4. Selecção da temática a abordar tendo em conta os programas de Biologia de Portugal e da República Checa.
5. Breve abordagem à temática da supervisão e da investigação-acção.

No 2º dia do encontro presencial, a reunião prosseguiu com:

1. Clarificação dos aspectos relativos à metodologia a adoptar, nomeadamente:
 - Tipo de actividades/materiais a elaborar para aplicação em contexto de sala de aula: actividades de papel e lápis (ex. análise de gráficos relativos à taxa fotossintética), actividades laboratoriais, actividades experimentais e possível proposta de um percurso investigativo;
 - Período de aplicação dos materiais;

- Selecção de actividades laboratoriais a realizar;
- Sugestões para a elaboração de um pré teste (actividade diagnóstica), a aplicar antes de iniciar a unidade temática nas turmas das professoras envolvidas no projecto, e de um pós teste (teste piloto) a aplicar numa turma de 11º ano²⁷;
- Definição de possíveis instrumentos a utilizar na avaliação: processos de observação, questionários, relatório de uma actividade, mapas conceptuais;
- Estratégias a utilizar para promover a interacção entre os alunos (*e-mail*, blogues, “videoconferência”, ...) e da necessidade de essa interacção se iniciar um mês antes para criar empatia e à vontade na utilização das TIC por parte dos mesmos.

Na reunião do projecto em Novembro de 2008, consolidava-se a importância deste encontro presencial:

“added that it had been particularly interesting to compare different science curriculums in two different EU countries. Both participants prepared diagnostic tests. From B’s report, it was apparent that there was arrange of discussions are different ways of working with students in both countries”²⁸.

Acrescentado-se ainda que o Mediador A *“reiterated that the initial face-to-face meeting was crucial, adding that there had been positive outcomes for all who were involved in the Level III of the Project.”²⁹*

Ao iniciar a planificação das actividades a desenvolver e tendo em conta que se pretendia implementar estratégias de ensino construtivistas, as professoras preocuparam-se em identificar e clarificar problemas particulares do tema específico em estudo. Esta perspectiva de abordagem teve, entre outros, como objectivo promover mudanças conceptuais do aluno relativamente à temática “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos: Fotossíntese e Quimiossíntese”. Esta necessidade decorreu da aplicação de actividades de avaliação diagnóstica. Estas actividades foram as primeiras a ser planificadas pelas duas professoras,

²⁷ Esta última ideia foi abandonada no decurso da partilha. O pós-teste foi aplicado aos alunos envolvidos, servindo simultaneamente de actividade diagnóstica relativamente ao estudo da temática “Transformação e utilização de energia pelos seres vivos”, para a professora-investigadora.

²⁸ Retirado de Helsinki Meeting Minutes - DRAFT COPY, disponível em: <http://cms.ua.pt/eustd-web/files/AmendedMinutes8Dec.pdf>, acedido em 19 de Abril de 2009.

²⁹ ibidem

tendo as linhas orientadoras para a sua execução sido definidas no primeiro encontro entre as duas professoras.

Assim, formando um grupo de trabalho, as professoras envolvidas desenvolveram um plano de acção para atingir a melhoria de uma determinada prática procedendo à **planificação** de actividades relativas ao estudo da temática. A professora investigadora iniciou o seu plano de acção apresentando à colega uma visão geral do programa de Biologia 10º e 11º (disciplina de Biologia e Geologia)³⁰ nos moldes que se apresentam na tabela 5, para que entre ambas se procedesse aos ajustes possíveis, tendo em conta as orientações curriculares dos respectivos Sistemas de Ensino.

Tabela 5 - Finalidades e objectivos gerais do programa (DES, 2001)

Finalidades	Objectivos gerais
Construção de uma sólida literacia biológica.	
<p>Uso dos conceitos fundamentais inerentes aos sistemas vivos (objecto de estudo da Biologia).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • os sistemas vivos encontram-se organizados em níveis estruturais de complexidade crescente e de cada nível emergem propriedades próprias, impossíveis de prever pela análise dos níveis precedentes; • a estrutura e a função estão correlacionadas em todos os níveis de organização biológica; • os sistemas vivos são sistemas abertos que interagem continuamente com o ambiente, trocando matéria e energia; • os sistemas vivos garantem a manutenção das suas características através de um equilíbrio dinâmico, assegurado por mecanismos de controlo e autorregulação; • a Vida apresenta uma dualidade característica: diversidade <i>versus</i> unidade; • a continuidade da Vida baseia-se em informação hereditária contida principalmente no programa genético; • a evolução, característica de todos os sistemas vivos, é responsável pela ligação histórica entre todos eles, assim como pela unidade e diversidade da Vida.
Reforço de capacidades e competências próprias das ciências, em particular da Biologia.	<ul style="list-style-type: none"> • O reforço das capacidades de abstracção, experimentação, trabalho em equipa, ponderação e sentido de responsabilidade que se consideram alicerces relevantes na Educação para a Cidadania.
<p>Aprofundamento de valores que permita aos alunos seleccionar e assumir, em liberdade, as atitudes que considerem mais relevantes para a sua própria vivência.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A interiorização de um sistema de valores e a assunção de atitudes que valorizem os princípios de reciprocidade e responsabilidade do ser humano perante todos os seres vivos, em oposição a princípios de objectividade e instrumentalização característicos de um relacionamento antropocêntrico. Neste sentido consideram-se cruciais os três seguintes princípios éticos: <ul style="list-style-type: none"> ✓ valorização da diversidade biológica, nas suas dimensões multissistémica, estrutural e funcional; ✓ valorização da interdependência Homem — Ambiente; ✓ valorização da evolução biológica enquanto processo que assegura a biodiversidade.

³⁰ De acordo com o Programa de Biologia e Geologia 10º ano aprovado pelo DES em 2001.

Uma vez que uma das finalidades do programa aponta para a importância do estudo de Biologia não apenas numa perspectiva de construção e aprofundamento de conhecimentos específicos, mas igualmente no que se refere ao desenvolvimento de competências que permitam o exercício de uma cidadania responsável, a aprendizagem ao longo da vida, considera-se relevante apresentar os dados da tabela 6 referentes à prática docente na prossecução dessa mesma finalidade.

Tabela 6 – Competências e acções relativas à prática docente adequadas ao desenvolvimento de cada competência (DES, 2001)

Competências	Operacionalização:
1. Simplificar, ordenar, interpretar e reestruturar a aparente desordem de informações emergentes da elevada complexidade dos sistemas biológicos.	- Promover um esforço acrescido de abstracção e raciocínio lógico que alicerce o desenvolvimento destas competências.
2. Estabelecer relações causa-efeito, compreender articulações estrutura-função e explorar diferentes interpretações em sistemas complexos.	- Mobilizar a confrontação entre o previsto e o observado, a criatividade e o desenvolvimento de atitudes de curiosidade, humildade, cepticismo e análise crítica.
3. Reflectir sobre a adequação das diversas soluções biológicas para as mesmas funções e avaliar a adaptação de técnicas para o estudo de sistemas complexos.	- Trabalhar em equipa: apela à constante negociação de estratégias e procura de consensos, reforça a expressão verbal, a fundamentação, a compreensão, a cooperação e a solidariedade.
4. Interpretar, criticar, julgar, decidir e intervir responsabilmente na realidade envolvente.	- Promover actividades que exijam ponderação e sentido de responsabilidade.

A partir da análise das tabelas 5 e 6, e de acordo com as orientações curriculares da componente de Biologia, subentende-se que o aluno deverá ser capaz de:

- Aplicar sistematicamente metodologias adequadas à avaliação da pluralidade de soluções para uma mesma função;
- Analisar situações de complexidade reconhecida através de dados disponíveis;

- Intervir fundamentadamente na resolução de problemas no contexto sócio ambiental envolvente.

Quando procedemos à análise do programa de Biologia e Geologia do 10º ano, podemos perspectivar a seguinte visão geral em termos de conteúdos:

- **Conceptuais** - dizem respeito ao conhecimento, compreensão e aplicação de conceitos, factos princípios e teorias
- **Procedimentais** - descrevem os procedimentos adequados para a compreensão de processos, leis ou fenómenos e os aspectos que geram nos alunos habilidades e destrezas.
- **Atitudinais** – referem-se às atitudes que se pretende que os alunos desenvolvam face aos conhecimentos e aos trabalhos científicos (rigor, curiosidade, objectividade, perseverança ...) e às implicações que daí decorrem para a forma como os jovens passam a perspectivar a sua própria vida, a dos outros e a da biosfera em geral.

No mesmo programa é referido, relativamente à avaliação, que os processos usados devem integrar as dimensões teórica e prática do ensino da Biologia, integrando os dados da avaliação ao nível do domínio conceptual (construções realizadas), procedimental (procedimentos realizados e destrezas desenvolvidas) e atitudinal (atitudes reveladas). Tornar-se fundamental valorizar técnicas e instrumentos tais como processos de observação, testes, questionários, relatórios de actividades, portefólios, mapas conceptuais, V de Gowin e listas de verificação.

Independentemente das opções tomadas devem salvaguardar-se os seguintes aspectos:

- a avaliação, sendo parte integrante dos processos educacionais, deverá revestir-se de funções diagnóstica, formativa e sumativa interdependentes e devidamente articuladas com as actividades de ensino e aprendizagem;

- a avaliação, permitindo diagnosticar o ponto de partida dos alunos, orientará o professor na análise crítica das propostas do programa e na selecção das estratégias mais adequadas para a sua implementação;

- a avaliação formativa possibilitará o acompanhamento permanente da qualidade dos processos de ensino e de aprendizagem, fornecendo elementos

que o professor deverá utilizar para reforçar, corrigir e incentivar a aprendizagem dos alunos que, deste modo são considerados parte activa em todo o processo;

- a avaliação com funções formativas deverá prevalecer durante todo o processo educativo, porém, será fundamental criar momentos para a avaliação sumativa. Também neste caso os alunos deverão receber *feedback* relativo ao seu desempenho, bem como informações que os ajudem a identificar dificuldades e potencialidades.

Todos estes aspectos foram considerados relevantes para o estudo, por parte de ambas as docentes, na medida em que co-substanciam uma gestão integrada das dimensões teórica e prática do processo de ensino e de aprendizagem.

Na tabela seguinte é feita a abordagem programática da temática a abordar pelas docentes.

Tabela 7- Exploração do programa de Biologia e Geologia -10º ano – Unidade 1 – Obtenção de matéria (DES, 2001)

Conteúdos Conceptuais	2. Obtenção de matéria pelos seres autotróficos. 2.1 Fotossíntese. 2.2 Quimiossíntese.
Conteúdos Procedimentais	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar e interpretar dados sobre estratégias de obtenção de matéria. • Interpretar dados experimentais de modo a compreender que os seres autotróficos sintetizam matéria orgânica na presença de luz.
Conteúdos Atitudinais	<ul style="list-style-type: none"> • Valorizar processos críticos de selecção de informação. • Evitar transcrever de forma sistemática a informação recolhida para apresentação. • Reconhecimento de que a complexidade dos sistemas de obtenção de matéria resulta de processos de evolução.
Recordar e/ou Enfatizar	<ul style="list-style-type: none"> • A noção de autotrofia • A importância dos processos de autotrofia na hierarquia alimentar dos ecossistemas • A fotossíntese como um processo de transformação de energia luminosa em energia química, que necessita da presença de pigmentos de captação de luz. • O cloroplasto, como organito no qual ocorre a fotossíntese. • Referência a organismos fotoautotróficos que não sejam plantas, e a organismos quimioautotróficos.
Evitar	<ul style="list-style-type: none"> • O estudo aprofundado das reacções bioquímicas que se processam nas fases fotoquímica e química. • O estudo da ultraestrutura do cloroplasto.
Conceitos /Palavras-chave	Seres autotróficos Fotossíntese Cloroplasto Pigmentos fotossintéticos Quimiossíntese

O programa da República Checa, para o nível de escolaridade equivalente, refere³¹:

GENERAL BIOLOGY - Expected Outcomes

The pupil shall:

- *distinguish living from non-living systems on the basis of their typical properties*
- *compare significant hypotheses on the origin and evolution of living systems on the Earth*
- *explain the arrangement and function of the structural components and life manifestations of prokaryotic and eukaryotic cells*
- *explain the significance of the differentiation and specialization of cells for multicellular organisms*
- *deduce the hierarchy of recent organisms based on his/her knowledge of their evolution*
- *explain principle of photosynthesis and evaluate plants as the primary producers of biomass.*

Tendo em conta as etapas do ciclo de investigação-acção e nunca perdendo de vista as orientações que constam no programa da disciplina de ambos países foram planeadas as estratégias de ensino e de aprendizagem que se apresentam na tabela 8. Alguns aspectos relativos a esta etapa do ciclo serão apresentados e analisados na secção 4.2

³¹ De acordo com os dados fornecidos pela professora Checa

Tabela 8- Quadro resumo das actividades planeadas

Questão \ Tipo de Actividade	Análise e interpretação de informação	Pesquisa, argumentação e debate	Exercícios de papel e lápis	Trabalho Laboratorial	Trabalho Experimental	Percurso investigativo
Act. 1 - O que sabe cada aluno acerca da temática em estudo?	X		X			
Act.2 - De que forma os seres autotróficos obtêm a matéria responsável pelo seu crescimento?	X	X	X			
Act. 3 - Que características dos seres fotoautotróficos lhes permitem converter a energia luminosa em energia química?	X	X	X	X		
Act. 4 - Que pigmentos fotossintéticos existirão nas plantas?	X			X		
Act. 5 - Qual a importância das diferentes radiações da luz visível na fotossíntese?	X		X			
Act. 6 - Formação de amido e fotossíntese - que relação?	X	X	X		X	
Act. 7 - Qual a relação entre os materiais utilizados na fotossíntese e os produtos resultantes?	X	X	X			
Act. 8 - Quais os factores que influenciam a taxa fotossintética?	X	X				X
Act.9 - Como ocorre a quimiossíntese? Quimiossíntese vs Fotossíntese - Quais as semelhanças e diferenças?	X	X	X			
Act.10 - O que aprendeu cada um dos alunos? Está, cada um deles, preparado para um novo desafio?	X		X			

Cada um dos documentos elaborados era analisado, discutido e reformulado, sempre que necessário, pelas duas docentes, usando para tal essencialmente o Skype, por ser um meio de comunicação mais rápido. Para exemplificar uma das actividades planeadas e posteriormente implementada temos a actividade 1 (actividade diagnóstica ou pré-teste). Esta actividade começou a ser delineada na reunião presencial mantida entre ambas as professoras, constava de um questionário que devia ter entre seis a oito afirmações, às quais o aluno devia atribuir o valor lógico de verdadeiro (V) ou falso (F), justificando a sua escolha, como se pode verificar na secção 4.2 e no Anexo IV. Das conversas mantidas

entre ambas, as professoras acordaram ser pertinente que os alunos justificassem as respostas porque a justificação permitir-lhes-ia aferir não só acerca das competências específicas das Ciências que os alunos detinham, mas também das competências de comunicação escrita.

Dada a importância do desenvolvimento de competências nos diferentes domínios e tendo em conta a singularidade de todas as actividades planeadas, procedeu-se à enumeração das competências a desenvolver em cada uma delas, sendo as mesmas apresentadas nas tabelas 9 e 10.

Tabela 9 - Competências³² dos domínios conceptual e procedimental a desenvolver em cada actividade

Competências		Activ 1	Activ 2	Activ 3	Activ 4	Activ 5	Activ 6	Activ 7	Activ 8	Activ 9	Activ 10
Domínio conceptual	- Conhecimento e compreensão de dados, conceitos, modelos e teorias;	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	- Interpretação de dados fornecidos em diversos suportes;	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	- Mobilização e utilização de dados, conceitos, modelos e teorias;	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	- Explicação de contextos em análise, com base em critérios fornecidos;	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	- Estabelecimento de relações entre conceitos.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Domínio procedimental	- Reconhecimento da função da observação na investigação científica;		X	X	X	X	X	X	X	X	
	- Identificação/ formulação de problemas/ hipóteses explicativas de processos naturais;		X	X	X	X	X	X	X	X	
	- Identificação de argumentos a favor ou contra determinadas hipóteses/ conclusões;		X	X	X	X	X	X	X	X	
	- Interpretação/alteração de procedimentos experimentais fornecidos;		X	X	X	X	X	X	X	X	
	- Interpretação dos resultados de uma investigação científica;		X	X	X	X	X	X	X	X	
	- Previsão de resultados/estabelecimento de conclusões.		X	X	X	X	X	X	X	X	
	- Execução de procedimentos experimentais.			X	X		X				

³² As competências foram definidas de acordo com as orientações emanadas pelo GAVE para o “Projecto Testes Intermédios”.

Tabela 10 - Competências³³ do domínio atitudinal a desenvolver em cada actividade

Competências		Activ 1	Activ 2	Activ 3	Activ 4	Activ 5	Activ 6	Activ 7	Activ 8	Activ 9	Activ 10
Domínio atitudinal	- Adopção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentadas, visando uma educação para a cidadania, nomeadamente:										
	- Cooperação com os seus pares na realização das actividades propostas. - Autonomia ao realizar as actividades de forma independente e estruturada. - Responsabilidade ao manusear o material. - Curiosidade ao fazer questões relacionadas com o tema em estudo. - Reflexão crítica ao reformular o seu trabalho.		X	X	X	X	X	X	X	X	X

De seguida, avançaram para a implementação do plano - **acção** – de forma premeditada e controlada.

As professoras observaram os efeitos da própria acção, recolhendo dados através de técnicas e instrumentos variados.

Em diferentes momentos, debateram, de forma reflexiva, sobre os efeitos da acção no sentido de (re)construir o significado da situação em estudo - **prática/teoria**. Assumiram-se como profissionais reflexivos que, momento a momento invocam os seus saberes e seleccionam os que melhor se adaptam à situação vivenciada (Sá-Chaves, 2007). Desta reflexão dialogante sobre o observado e o vivido (Alarcão e Tavares, 2007) resultaram ajustes ao plano construído e surgiram **novas ideias para a acção**.

Entre ambas as professoras foi-se estabelecendo uma comunicação dialógica, à medida que cruzavam experiências, interesses, expectativas e necessidades.

³³ As competências foram definidas de acordo com as orientações emanadas pelo GAVE para o “Projecto Testes Intermédios”.

A figura que se segue resume as etapas do ciclo de investigação-acção implementado pelas professoras intervenientes no projecto.

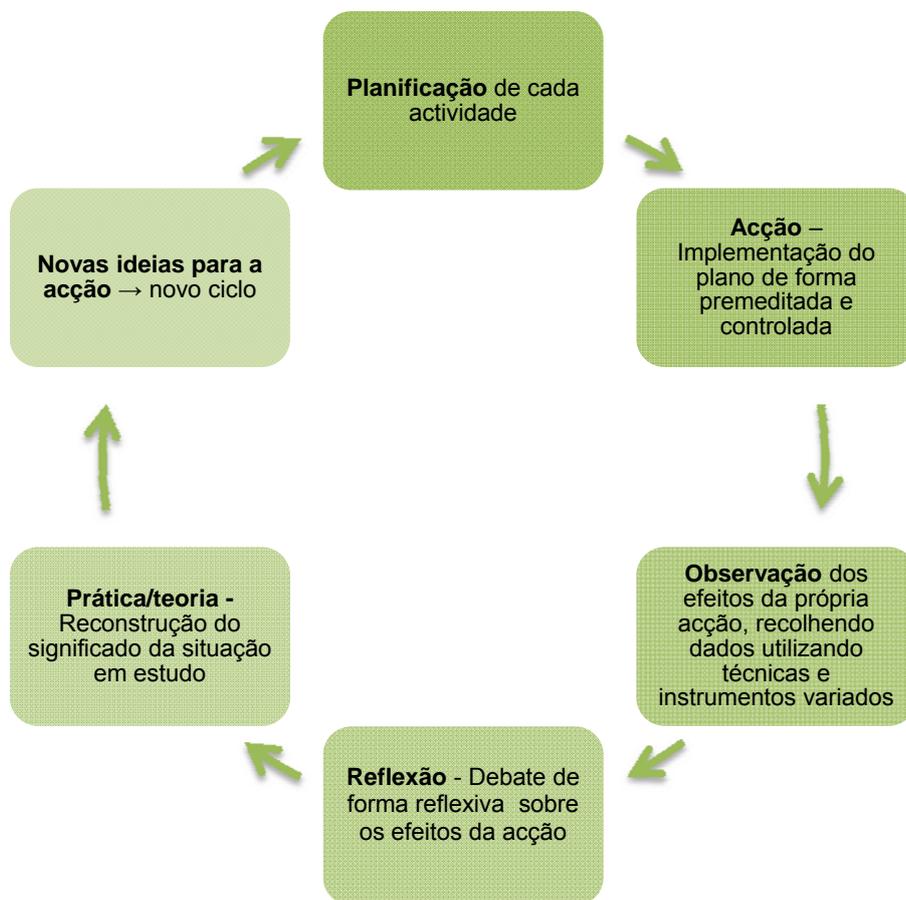


Figura 6 - O ciclo investigação-acção

Os aspectos anteriormente referidos serão apresentados e analisados na secção seguinte.

4.2 Análise das tarefas realizadas pelas professoras envolvidas no estudo

Estes são alguns dos registos da professora-investigadora no seu diário.

“Se a complexidade não é a chave do mundo, mas o desafio a enfrentar, o pensamento complexo não é o que evita ou suprime o desafio, mas o que ajuda a revelá-lo e, por vezes, mesmo a ultrapassá-lo.”

Edgar Morin (1990)

“Preparação dos materiais a implementar...”

Durante o mês de Dezembro fiz uma selecção de possíveis actividades a partilhar com B. Tentei usar uma estrutura que se assemelhasse à que B usa. Em Setembro ela teve a gentileza de me fornecer alguns dos seus materiais, embora com assuntos muito diferentes da temática que vamos abordar e adequados, penso eu, a faixas etárias mais baixas, bem como interligando a Química com a Biologia.

Preocupe-me em organizar um plano de trabalho para que seja mais fácil perceber quais as possíveis estratégias a adoptar na leccionação da temática.”

Na reunião presencial mantida entre as duas professoras acertou-se a necessidade de elaborar um pequeno questionário, que se considerou como actividade diagnóstica ou pré-teste. Este tinha como finalidade ajudar cada professora a conhecer um pouco melhor os seus alunos, relativamente ao que sabiam, às competências gerais e específicas que desenvolveram e às dificuldades que tinham na temática que se iniciava, para assim poderem, mais eficazmente, ajudá-los a superar essas dificuldades.

Partiu-se do pressuposto de que os alunos manifestam dificuldades de compreensão ao nível da “Fotossíntese” e como não entendem, memorizam. Então, há que mudar de atitude para que eles passem a entender “*conceitos/palavras-chave*” inerentes ao processo de “*obtenção de matéria pelos seres autotróficos*”.

Tal como haviam acordado, a professora-investigadora seleccionou e (re)construiu, em função das metas que haviam delineado em conjunto, as questões para a actividade diagnóstica inicial (actividade 1), que foram traduzidas para inglês e enviadas a B, acompanhadas de uma visão global do programa da disciplina e da síntese da reunião presencial que havia sido mantida. A 7 de Novembro de 2008 a professora-investigadora escrevia à colega checa dizendo:

“[...] After being away for some time, I'm sending you the first materials I have prepared. [...] I'm sending you a reduced version of the Portuguese Biology syllabus, adopted from the Ministry of Education. I'm also enclosing a draft of the pre test. Is it possible for you to have a look at it and tell me what do you think? I'm also sending you a summary with the main aims of our meeting in Aveiro. Do you agree with it? Please, change or add whatever you like. [...] A”

A resposta chegava a 10 de Novembro:

“[...] I agree with everything and I'm sending you some next materials. I have found very good materials in English version about experiments. They are in the attachment. I hope that you have received my first e-mail. Please write what next is necessary to do. [...]”

Foi necessário proceder à selecção de actividades que tivessem em conta:

1. A natureza do conhecimento, uma vez que este, não corresponde a uma transição simples dos objectos e acontecimentos do mundo real, que podem ser fielmente transmitidos quer por observação directa da própria Natureza, quer de uma pessoa (professor) para outra (aluno). O conhecimento é uma estrutura idiossincrática (modo de ser e de sentir de cada um) e hierarquicamente organizada, de conceitos inter-relacionados, sendo construída ao longo do tempo. A construção de conhecimento requer a ligação de conhecimentos já existentes a novos conhecimentos e tal aspecto não foi descurado pelas professoras. Similarmente, no presente estudo, assumiram grande importância os conceitos de domínio específico, muito integrados e bem diferenciados, como por exemplo seres autotróficos, fotossíntese, cloroplasto, pigmentos fotossintéticos, quimiossíntese.

2. O papel das professoras, pois ambas estão conscientes que as estratégias de ensino que se centram na recepção passiva de conhecimento encorajam a aprendizagem mecânica. Cabe, portanto, aos professores implementar actividades que exijam participação activa dos alunos, interacção intensiva e reflexão cuidada. Estas actividades podem ser realizadas em pequenos grupos, promovendo o trabalho cooperativo, debates, actividades laboratoriais e/ou experimentais, entre outras, tendo aqui sido dada preferência ao trabalho em pequenos grupos. No presente estudo, foram seleccionadas actividades que vão desde simples pesquisas seguidas de debate/discussão (por exemplo a

actividade 2, Anexo V), a actividades práticas de resolução de exercícios ou actividades de papel e lápis (fichas de trabalho como a da Actividade 3, Anexo VI), laboratoriais (exemplificada na actividade 4, Anexo VII) e experimentais (como a actividade 7, Anexo X). Ou seja como refere Bonito (2001: 55), seleccionaram-se actividades que se constituem, umas como experiências, que promovem a vivência dos fenómenos pelos alunos, outras constituem-se como exercícios que se propõem desenvolver *skills* práticos e técnicos e outras visam a investigação por parte dos alunos com vista à resolução de problemas concretos.

A planificação destas actividades norteou-se pelo princípio de que os alunos precisam de “aprender a aprender” e essa capacidade nem sempre surge naturalmente.

É importante contribuir para a aprendizagem e compreensão dos conteúdos em Ciência e desenvolver *skills* de processo e de inquérito científico, bem como estimular o gosto, e preocupação pela Ciência, compreender e desenvolver relações entre os domínios de actuação do movimento CTS (Bonito, 2001).

Assim, como refere Leite *et al.* (1994: 355-356) é importante desenvolver nos alunos:

a) Atitudes tais como: curiosidade, criatividade, abertura de espírito, reflexão crítica, respeito pela natureza, ...

b) Capacidades como por exemplo: problematizar, conceptualizar, formular hipóteses, testar ideias, interpretar informação, observar, ...

c) Valores em função de considerações éticas acerca de problemas que se colocam à nossa vivência no Planeta e ao meio ambiente que nos rodeia, ...

3. O papel dos alunos valorizando as contribuições individuais, assim como, os aspectos essenciais inerentes ao trabalho colaborativo, uma vez que estes aspectos se podem tornar encorajadores na construção dos significados compartilhados.

4. Modos de organizar as actividades/experiências da sala de aula, potenciando as actividades práticas, uma vez que estas devem ser adoptadas quando o professor pretende que os alunos:

a) Desenvolvam exercícios práticos;

b) Promovam experiências práticas;

- c) Fomentem investigações que lhes permitam resolver problemas;
- d) Explore, experimentando, conceitos teóricos.

Segundo Hodson (1988), as actividades práticas correspondem a todas aquelas em que o aluno esteja activamente envolvido (nos domínios psicomotor, cognitivo e afectivo), podendo incluir as seguintes tipologias: trabalho laboratorial, trabalho de campo, trabalho experimental, trabalho de grupo e trabalho de papel e de lápis, entre outros.

Leite (2000) apresenta, por sua vez, uma distinção entre as várias tipologias. Assim, segundo a autora, pode-se incluir no trabalho laboratorial as actividades que requerem a utilização de materiais de laboratório, mais ou menos convencionais, e que podem ser realizadas num laboratório ou mesmo numa sala de aula normal, desde que não sejam necessárias condições especiais, nomeadamente de segurança, para a realização das mesmas. A autora chama também a atenção para a inclusão no trabalho prático de actividades como resolução de problemas de papel e lápis, de pesquisa de informação na biblioteca ou na *Internet*, de utilização de simuladores informáticos, etc. Por outro lado, alerta para o facto de alguns trabalhos práticos envolverem o controlo e manipulação de variáveis, designando-os de actividades experimentais.

Por outro lado e no entender das duas docentes as actividades a desenvolver visavam dar resposta às seguintes questões:

- Como motivar os alunos para a aprendizagem da temática “obtenção de matéria: fotossíntese e quimiossíntese”?
- Como promover nos alunos o desenvolvimento de competências que contemplem, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal relativos à temática obtenção de matéria pelos seres autotróficos?
- Como atingir os objectivos de aprendizagem relativos à compreensão da fotossíntese e da quimiossíntese?
- Como estimular o trabalho colaborativo?

As professoras sustentavam que as diferentes actividades a implementar deviam potenciar nos alunos:

- a interiorização de alguns conceitos, como: seres autotróficos, fotossíntese, cloroplasto, pigmentos fotossintéticos, quimiossíntese e procedimentos;

- o gosto pela aprendizagem, fazendo com que eles se impliquem quer cognitiva como afectivamente no processo de ensino e aprendizagem;
- o desenvolvimento de certos valores e atitudes, de forma inter-relacionada.

As actividades desenvolvidas foram delineadas de acordo com o organigrama apresentado na figura 7:

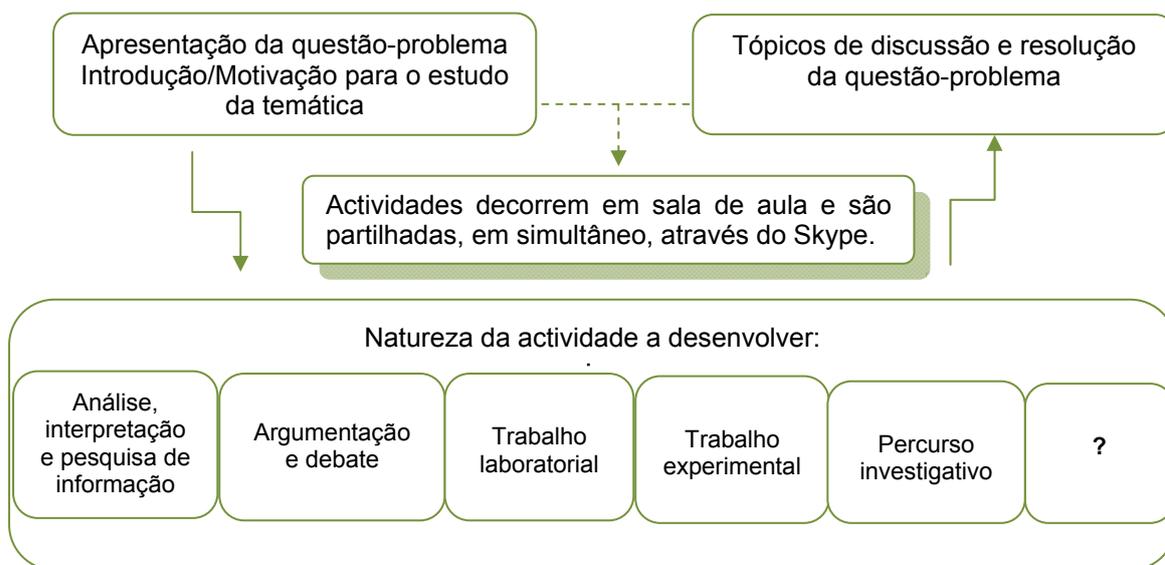


Figura 7 - Organigrama das actividades desenvolvidas com os alunos

A 10 de Dezembro a professora-investigadora enviava uma primeira sugestão de actividades a realizar:

*“Dear B
I’m sending a suggestion of a worksheet for our students.
Please see that and give me your opinion.” [...]*

A resposta chega a 19 de Dezembro:

*“Dear A,
I looked at the materials and it is OK. Only one thing - we use different equation - you can see it in presentation, which I am sending as attachment. After Christmas I will send you the whole presentation in Portuguese version. But what I need, please say to your students addresses of my student or send me their addresses and we write them. I would like to start our work. We planed that students will collaborate on tasks. According your work they can exchange information about this work. [...] B”*

Sobre estes primeiros materiais partilhados como se pode ver é feita uma primeira sugestão de adaptação em termos de reformulação da fórmula usada para representar a fotossíntese. Esta sugestão é feita de forma a tornar a

equação mais compreensível a ambas as partes. Além da sugestão, podemos pela análise dos aspectos subjacentes da mensagem, constatar que as docentes manifestam vontade em trocar materiais, bem como em motivar os alunos para que estes comecem a comunicar de forma a que se conheçam mutuamente.

Ousamos, assim, dizer que os primeiros passos da supervisão começavam a ser dados, tendo em conta que esta implica, entre outros, interagir, ou seja, informar, questionar, sugerir, encorajar, avaliar. As professoras começavam a valorizar estratégias de reflexão, de colaboração, capacidades de gerar, gerir e partilhar o conhecimento. Entretanto, os diálogos no *Skype*, entre ambas as professoras começa a ser mais frequente e deles vai resultando os primeiros “esboços” de actividades a realizar.

Assim, a 2 de Janeiro, são enviados, pela investigadora, os restantes materiais que esta havia preparado, fruto de contribuições mútuas, desde o primeiro encontro.

“Dear B

[...] I send all the material I have planned to photosynthesis. I think you can analyze and choose what you feel is appropriate. If you have doubts in my translations, please tell me. A”

Entretanto, nesse *e-mail*, a professora B é igualmente informada das horas possíveis para que os alunos possam comunicar. A resposta chegava a 4 de Janeiro:

*“[...] it is possible to exchange lessons and therefore the time is Tuesday from 11:05 to 12:40 Czech and 10:05 to 11:40 Portugal. My student will be on net in PC classroom - in this time is free, it is important because usually it is occupied. I hope the colleague will agree with exchange- I will write you immediately!
3) Materials - worksheets - I am going to read and I as soon as possible I write you (during this week), but now I wanted to send quick answer for organize time.
[...] B”*

De forma mais pormenorizada apresentam-se algumas das actividades concebidas³⁴ e que foram objecto de partilha de situações de ensino e de aprendizagem por parte dos alunos. À medida que as actividades vão sendo mostradas, dar-se-á a conhecer alguns dos comentários das professoras e/ou dos alunos acerca da influência que as mesmas tiveram na construção de

³⁴ Todas as actividades concebidas se encontram nos anexos IV a XIII, nas versões do aluno e do professor em português, apresentando-se igualmente a versão do professor traduzida para inglês.

conhecimento e na forma como encararam o processo de aprendizagem. A selecção das actividades que a seguir se apresentam tem em conta, a relevância em termos de supervisão (auto e hetero) das práticas lectivas por parte das professoras envolvidas e o facto de terem sido as actividades às quais foi dedicado mais tempo de partilha *online* e em contexto de sala de aula, entre os alunos de ambos os países.

A selecção baseou-se ainda no tipo de actividade implementada. A actividade 2 constituiu-se como um exemplo de um exercício de papel e lápis que pretendia que os alunos analisassem os dados fornecidos e, em conjunto, debatessem/discutissem os resultados a que haviam chegado. As actividades 4 e 6 exemplificam uma actividade de carácter laboratorial e de natureza experimental, respectivamente.

- **Actividade 2:** De que forma os seres autotróficos obtêm a matéria responsável pelo seu crescimento?³⁵

Introdução:

A obtenção de matéria e de energia pelos sistemas vivos é feita de formas muito variadas. Os seres autotróficos, seres vivos capazes de produzir a matéria orgânica de que necessitam para a sua sobrevivência, podem realizar esta actividade de produção de matéria utilizando como fonte de energia a energia luminosa ou utilizando a energia química para fazerem a síntese de matéria orgânica a partir da matéria mineral.

A autotrofia envolve, assim, dois processos: a fotossíntese, realizada pelos organismos fotoautotróficos e a quimiossíntese, utilizada pelos organismos quimiossintéticos.

Actividade:

1. Já na Grécia antiga se sabia que os solos fertilizados permitiam o crescimento das plantas, acreditando-se que o desenvolvimento destas dependia apenas dos nutrientes que estas retiravam do solo.

Numa publicação póstuma (1648) Van Helmont descreve uma experiência na qual tenta explicar esta hipótese.

Este colocou um pequeno rebento de salgueiro com 2, 268 kg num vaso que continha 90,718 kg de solo seco (ambos rigorosamente pesados). Regou regularmente o rebento, durante cinco anos, com água pura da chuva. Findo este tempo voltou a pesar a planta, devidamente limpa de toda a terra que a ela aderira.

³⁵ Bibliografia de apoio:

Carrajola, C.; Castro, M.J.; Hilário, T.(2007). Planeta com Vida, Biologia, volume 2. Carnaxide: Santillana Constância, 85

Oliveira, Ó.; Ribeiro, E.; Silva, J.C. (2008). *Desafios. Biologia e Geologia, volume 2*. Porto: Edições ASA, 90-91

Verificou que esta pesava 74,389 kg. Pesada a terra do vaso, apurou que esta diminuía apenas cerca de 56,7 g.

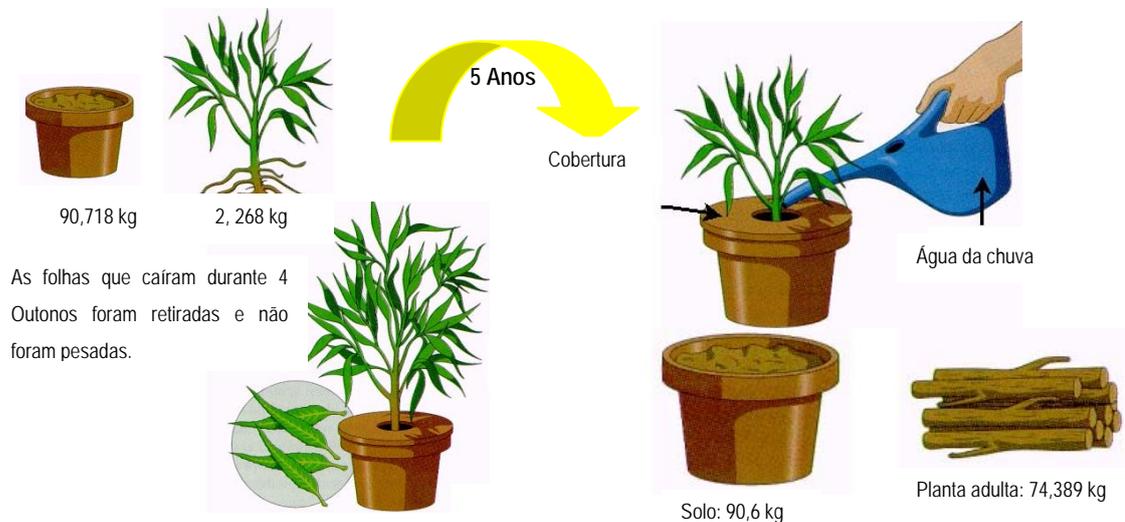


Fig. 1. Experiência de Van Helmont

Destes resultados concluiu que o aumento total do peso do arbusto se devia essencialmente à água com que fora regado, da qual se teriam formado todos os demais elementos necessários ao crescimento do pequeno salgueiro.

- 1.1. Diga, justificando a sua resposta, se os dados obtidos apoiam a hipótese original.
 - 1.2. Van Helmont deduziu, a partir dos dados por ele recolhidos, que o crescimento das plantas se deve exclusivamente à incorporação de água. Critique a conclusão tirada por Van Helmont.
 - 1.3. Identifique as variáveis que não foram controladas durante esta experiência.
2. Um montado (*Quercus* sp.), um eucaliptal (*Eucalyptus* sp.) e uma pastagem (*Vicia* sp.; *Bromus* sp.) estão a ser avaliados por investigadores portugueses para concluir qual destes sistemas é o melhor para reter dióxido de carbono (CO₂), o gás que mais contribui para o efeito de estufa. A capacidade da floresta em reter CO₂ tem sido denominada como “sumidouro de carbono” no âmbito do Protocolo de Quioto, para combater as alterações climáticas. A floresta absorve CO₂ através da fotossíntese feita pelas plantas que, ao contrário dos seres humanos e animais, retêm dióxido de carbono e libertam oxigénio.

(Adaptado de <http://www.agroportal.pt/x/agronoticias/2005/02/14d.htm>)

Analise as figuras 2 e 3.

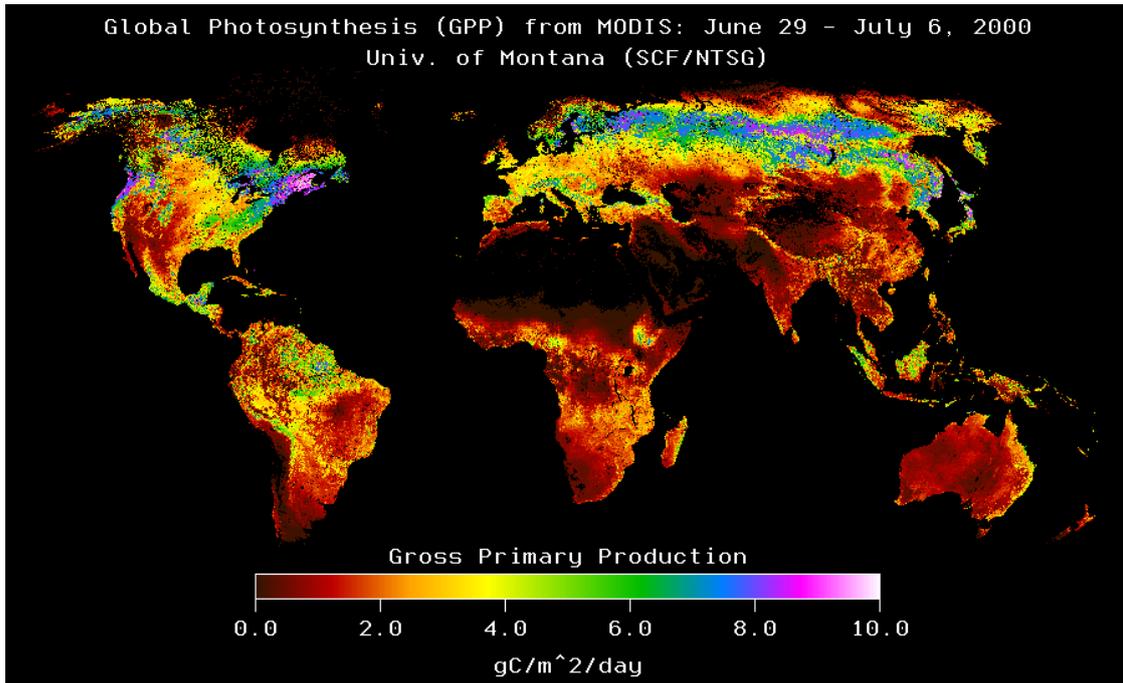


Fig.2. Produção Primária Bruta (PPB) mundial registada entre Junho e Julho de 2000.



Fig. 3. Localização geográfica de Portugal e da República Checa.

Sabendo que:

- ✓ A Produção Primária é a quantidade de matéria orgânica que é produzida pelos organismos autotróficos a partir da energia solar (organismos fotossintéticos) ou da energia química (quimiossintéticos).

- ✓ A Produção Primária Bruta (PPB) - taxa de conversão de CO₂ em carbono orgânico por unidade de superfície
- ✓ A Produção Primária Líquida (PPL) - é toda a energia que os produtores armazenam a partir da fotossíntese (PPB) menos o que eles gastam na respiração (R) PPL = PPB – R
- ✓ A eficiência da fotossíntese corresponde à radiação incidente convertida para PPL dividido pela radiação incidente total
- ✓ A fórmula geral da fotossíntese é: $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{Clorofila}]{\text{Luz solar}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ e por cada g de C assimilado, 39 kJ de energia são armazenados.

2.1. Compare a PPB mundial registada na figura 2.

2.2. Refira alguns dos factores que possam explicar as diferenças verificadas no Hemisfério Norte e no Sul.

2.3. Analise concretamente os casos de Portugal e da República Checa. Recolha, organize e analise criticamente informação relativa às semelhanças e/ou diferenças na PPB referente ao período considerado na figura 2.

2.4. Em Portugal verificou-se que a “absorção” de CO₂ é três a quatro vezes superior no caso do eucaliptal. Contudo, os investigadores consideram que Portugal deve optar por ter os diversos tipos de floresta.

Discuta a pertinência das medidas que estão a ser colocadas em prática pelos cientistas portugueses.

É interessante analisar o comentário da professora checa acerca desta actividade, do interesse manifestado em manter a estrutura dos exercícios, apesar das diferenças encontradas nos currículos dos alunos e da forma como a interdisciplinaridade foi posta em prática:

“- new information: Van Helmont experiment, information about the amount of CO₂ absorption (3-4 times higher in eucalyptus forests in Portugal)

- interesting task: “Mention some of the factors that could explain the differences observed in Northern and the Southern Hemispheres.” This topic is not in our curriculum:

Primary Production is the amount of organic matter that is produced by autotrophic beings from solar energy (photosynthetic organisms) or chemical energy.

Gross primary production (**PPB**) - is conversion rate of CO₂ into organic carbon per unit area.

The Net Primary Production (**PPL**) - is all the energy that producers store from the photosynthesis (PPB) minus what they spend on respiration (R) PPL = PPB – R.

The efficiency of photosynthesis is converted to radiation incident to PPL divided by the total incident radiation.

- The following part was teaching by the colleague - the teacher of geography: Analyze the Portuguese and Czech Republic cases specifically. Collect, organize and analyze critical information on the similarities and/or differences in PPB for the period considered in the picture.”

Actividade 4- Que pigmentos fotossintéticos existirão nas plantas?³⁶

Introdução:

A fotossíntese é um processo fotoquímico que ocorre nas folhas verdes, em que a luz é captada por moléculas orgânicas - os pigmentos – existentes nas membranas dos tilacóides dos cloroplastos.

A separação dos pigmentos contidos nos cloroplastos é de grande interesse, pois permite estudar as propriedades químicas e físicas.

A cromatografia baseia-se no princípio da absorção. Os pigmentos que se encontram no cloroplasto, quando na presença de um solvente, são diferentemente absorvidos pelo papel de cromatografia. O solvente sobe por capilaridade e arrasta os diferentes pigmentos que se distribuem, da parte inferior do papel para a superior, na ordem seguinte: clorofila a (verde amarelado), clorofila b (verde intenso), xantofila (amarelo) e caroteno (cor de laranja).

Separação por cromatografia sobre papel

Material que deve utilizar:

- | | |
|------------------|---|
| - Almofariz | - Papel de filtro |
| - Areia fina | - Papel de limpeza |
| - Funil | - Papel de cromatografia |
| - Gobelés (50ml) | - Álcool a 90° ou acetona |
| - Vareta | - Água destilada |
| - Caixa de Petri | - Folhas verdes (espinafres, agriões, gerânio (<i>Pelargonium</i>)) |

Como deve proceder:

1. Coloque num almofariz 20 g de folhas frescas da planta seleccionada e adicione uma pequena quantidade de areia fina.
2. Macere as folhas com a ajuda do pilão, adicionando progressivamente 50 ml de álcool. Misture. Registe a coloração da solução.

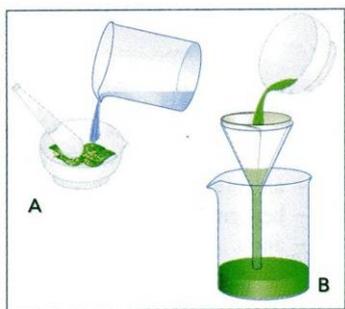


Figura 1

3. Filtre a mistura para um gobelé, deitando fora os resíduos sólidos, de forma a obter a “clorofila bruta”.
4. Coloque o filtrado do gobelé numa caixa de Petri. Introduza um rectângulo de papel de cromatografia dobrado, como indica a figura 2.

³⁶ Bibliografia de apoio:

Pinto, A.M.; Fialho, E.; Mascarenhas, M.A.; Inácio, M.J. (1999). *Técnicas Laboratoriais de Biologia I*. Lisboa: Texto Editora, 112-113

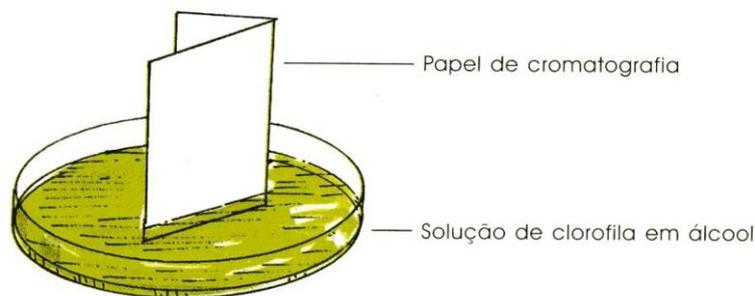


Figura 2

5. Aguarde 15 minutos e observe.
6. Usando lápis de cor, faça um esquema que traduza rigorosamente o que se observa no papel.

Tópicos de discussão:

1. Procure explicar a razão de:
 - 1.1 ter triturado as folhas;
 - 1.2 ter adicionado álcool.
2. O que significa uma solução de “clorofila bruta”.
3. Observe com atenção o papel de filtro utilizado na filtração da solução.
 - 3.1 Indique o número de manchas que se formaram.
 - 3.2 Estabeleça a relação entre as manchas coloridas e os pigmentos fotossintéticos.
4. Tente explicar porque mudam as folhas de cor no Outono.
5. Qual é a função da clorofila na fotossíntese?
6. Qual é a função dos restantes pigmentos.
7. Elabore o relatório do trabalho realizado (V de Gowin).

Esta actividade foi realizada pelos dois grupos de alunos, exercendo neles um forte impacto emocional como se pode deduzir pelos comentários “*because of this emotional influence, students remember this topic very strong*”. As professoras reviam as suas práticas e concordavam que apesar das diferenças ao nível da organização curricular dos respectivos países, as práticas eram semelhantes. Também as professoras se encontravam emocionalmente envolvidas no processo de ensinar a aprender, como se vê pelo comentário “*The scheme mentioned below was interesting and inspiring for me. We use similar practice. I do not why is in brackets (V Gowin). I have not found about it.*” relativo ao relatório em V de Gowin elaborado para a análise e interpretação dos resultados da actividade laboratorial realizada pelos alunos (Anexo VII).

Actividade 6- Formação de amido e fotossíntese - que relação? ³⁷

Introdução:

Quando tiramos uma fotografia com a “velhinhas” máquinas de filme, a película existente no interior da máquina é iluminada, ficando impressa uma imagem negativa (os tons claros ficam registados como tons escuros e vice-versa) do objecto fotografado.

Curiosamente, usando como “película fotográfica” as folhas verdes de uma planta, podemos obter a “impressão” de uma dada imagem. Essa “impressão” deve-se à produção de amido, uma substância química que cora de azul-arroxeadado ao reagir com uma solução iodada (por exemplo soluto de Lugol). O papel da solução iodada é semelhante ao das soluções alcalinas, ácidas e de tiosulfato de sódio usadas na revelação de fotografias.

A fotossíntese é um processo metabólico que permite às plantas sintetizar matéria orgânica, produzindo glicose, hidrato de carbono que pode ser de imediato mobilizado na produção de energia (através da respiração celular) ou ser armazenado sob a forma de sacarose ou amido.

Material que deve utilizar:

- Tina
- Gobelés
- Caixas de Petri
- Placa de aquecimento
- Tesoura
- Pinça
- Folha de alumínio
- Papel de limpeza
- Álcool
- Água
- Água iodada ou Lugol
- Planta envasada (*Geranium* ou *Pelargonium*)

Como deve proceder:

1. Coloque uma planta envasada num armário escuro durante 3 dias.
2. Após retirar a planta do armário cubra a totalidade de uma folha com papel de alumínio e tape outra folha parcialmente (Fig 1 A).
3. Exponha a planta envasada à luz solar durante um dia.
4. Decorrido este tempo, ferva 200 ml de água.
5. Corte 3 folhas: a que esteve coberta com a folha de alumínio, a que esteve parcialmente coberta e outra destapada.
6. Coloque as folhas, individualmente, na água a ferver durante 1 minuto (fig 1 B) ou até estarem macias e flácidas.

³⁷ Bibliografia de apoio:

Marques, E.; Soares, R.; Almeida, C. (1999). *Técnicas Laboratoriais de Biologia – Bloco I*. Porto: Porto Editora, 174-175

Marques, M. (2004). *14 Actividades Laboratoriais para o Ensino da Biologia*. Porto: Porto Editora, 55-59

Oliveira, Ó.; Ribeiro, E.; Silva, J.C. (2008). *Desafios. Biologia e Geologia, volume 2*. Porto: Edições ASA, 106

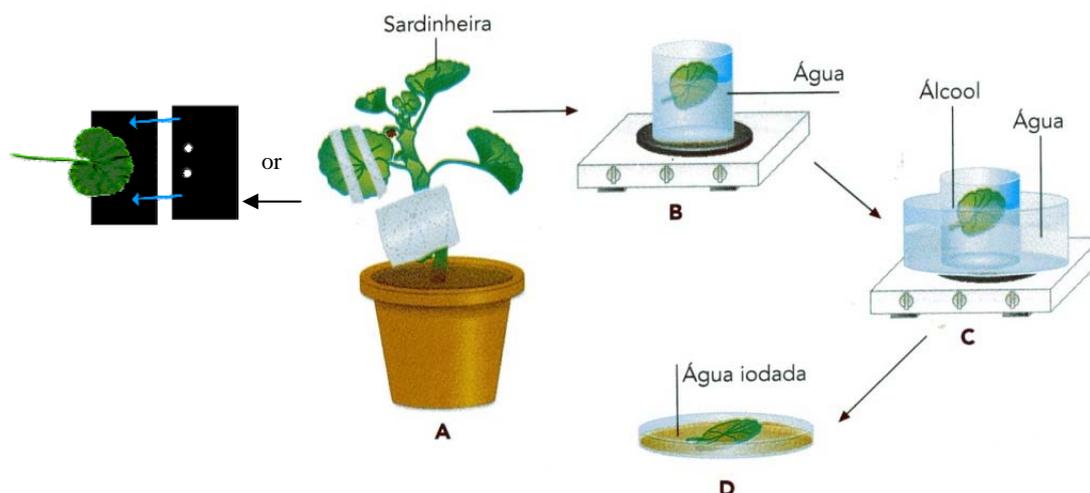


Figura 1- Dispositivo experimental

7. Prepare um banho-maria e coloque-lhe dentro um gobelé com álcool, aquecendo-o cuidadosamente até à ebulição.
8. Introduza as folhas, uma de cada vez, no álcool até que elas fiquem com uma cor esbranquiçada, de seguida passe-as por água a ferver.
9. Coloque um pouco de água iodada em três caixas de Petri e introduza em cada uma delas uma das folhas.
10. Observe e registre os resultados.

Tópicos de discussão:

1. Explique a razão pela qual se colocou a planta envasada 3 dias no escuro e de seguida se transferiu para um local iluminado.
2. Explique a razão do uso da água a ferver.
3. Indique o “reagente” e o “produto” da fotossíntese em destaque nesta experiência.
4. Qual é o papel do álcool no processo de revelação da “imagem” de amido?
5. Apresente uma explicação para os resultados obtidos em cada situação (folha coberta, folha parcialmente coberta e folha descoberta).

Qualquer uma das actividades se inicia por um pequeno documento de introdução cuja finalidade é a de despertar no aluno o interesse pelo estudo da temática, ou seja, predispor os alunos para os trabalhos a realizar. A professora checka refere relativamente à actividade 6: *“Very nice introduction The students can compare de experiment with a real situation: an “old-fashioned camera”!... and I can explain the role of the iodine solution in chemistry”*.

Depois de implementada a actividade a referida professora acrescenta, nos registos do seu diário: *“This activity was demonstrated by Portuguese colleagues. They prepared the experiment and explained to my students. I found this way of*

teaching is more interesting for students”. O comentário resulta do facto de a execução desta actividade ter sido da responsabilidade dos alunos portugueses que, recorrendo à videoconferência executaram todas as etapas do protocolo experimental em directo (de acordo com o organigrama delineado conforme consta no Anexo XVII). Para fomentar uma melhor aprendizagem, os alunos e respectiva docente prepararam materiais auxiliares para os colegas checos, nomeadamente documentos em PowerPoint (Anexo XVI) onde se apresentavam e fundamentavam os passos seguidos na actividade.

Ao programar as actividades, as professoras tiveram a preocupação de que o aluno tivesse ao seu dispor linhas orientadoras que mantivessem a motivação para a realização das tarefas ao longo da aula, sendo aproveitados todos os momentos apropriados para reactivar o seu interesse.

O melhor incentivo seria a participação da turma nos trabalhos da aula: fazendo, dialogando, pesquisando, vivendo o que está a ser ensinado e aprendido.

No entender das docentes, cada actividade dá a conhecer o que se pretende com a aula a desenvolver, daí serem fornecidos tópicos de discussão que orientavam os alunos na execução das tarefas e nas tomadas de decisões de forma a tornar a sua participação mais consciente. A opinião da professora checa ao afirmar “*students are afraid of shame and study more intensive*” (...) e “*classmates explanation is adequate in vocabulary, level of science and way of explanation*” vem confirmar a ideia da professora-investigadora que, deste tipo de actividades, advêm outras vantagens tal como a auto-implicação dos alunos no processo de aprendizagem e o incentivo ao estudo.

Uma vez que se tratava de um estudo onde se pretendia a partilha, as docentes repartiam materiais didácticos que constavam dos respectivos portefólios. É o caso de um documento síntese dos aspectos relevantes da fotossíntese, da autoria da professora checa e que a docente havia utilizado anteriormente, mas que ambas reformularam, tendo em conta a situação vivenciada. Também o teste diagnóstico final resultou da discussão entre as duas professoras.

Apresentam-se a seguir as actividades de avaliação realizadas pelas duas docentes que tinham como finalidade não só perceber o que sabiam os alunos acerca da temática ao iniciar o seu estudo, o que ficaram a saber após a sua leccionação, como apurar as mais-valias das estratégias implementadas em ambiente *online*, nas aprendizagens dos alunos.

- **Actividade 1** - O que sabe cada aluno acerca da temática em estudo?

“A vida na Terra depende do Sol. Através da fotossíntese as plantas conseguem captar a energia solar e transformá-la em energia química”.

Preencha o quadro seguinte relativo à temática da “fotossíntese”, indicando se considera que a afirmação é verdadeira ou falsa e a respectiva justificação. Esta actividade diagnóstica tem como finalidade ajudar o seu professor a conhecê-lo um pouco melhor, relativamente ao que sabe, às competências gerais e específicas que desenvolveu em anos anteriores e às dificuldades acerca da temática que agora se inicia, para assim poder mais eficazmente ajudá-lo a superar essas dificuldades.

Afirmação	Verdadeiro/ Falso	Justificação:
As plantas são amigas do Homem, por isso podemos conviver com elas, diariamente, no quarto onde dormimos.		
As plantas recebem o alimento do solo.		
A água é essencial para a produção de alimento para a planta.		
Para acontecer, a fotossíntese necessita de muito pouco, apenas, água, dióxido de carbono e luz solar.		
No processo da fotossíntese a substância mais importante produzida pelas plantas é o oxigénio.		
Todos os seres vivos precisam de energia para sobreviver.		
No Inverno, grande parte das plantas descansa e vive das reservas que acumulou durante o Verão.		
As plantas só realizam a fotossíntese, não a respiração celular.		

Actividade 10- O que aprendeu cada um dos alunos? Está, cada um deles, preparado para um novo desafio?

Actividade diagnóstica final

Preencha o quadro seguinte relativo à temática da “fotossíntese”, indicando se considera que a afirmação é verdadeira ou falsa e a respectiva justificação. Esta actividade diagnóstica tem como finalidade ajudar o seu professor a conhecê-lo um pouco melhor, relativamente ao que sabe, às competências gerais e específicas que desenvolveu e às dificuldades acerca da temática que agora termina, para assim poder mais eficazmente ajudá-lo a superar essas dificuldades.

Afirmação	Verdadeiro/Falso	Justificação:
As plantas obtêm energia através da fotossíntese.		
A fotossíntese prossegue durante a noite.		
A energia solar é absorvida pelas clorofilas e convertida em energia química.		
Todos os animais dependem das plantas para se alimentarem.		
As plantas verdes são extremamente importantes para a cadeia alimentar.		
Nas equações da fotossíntese e da respiração aeróbia intervêm as mesmas substâncias.		
A clorofila é utilizada na fotossíntese.		
As folhas mudam a cor devido à descida de temperatura no Outono.		
Os factores limitantes da fotossíntese são apenas a intensidade luminosa e a temperatura.		
A planta armazena glicose para posterior utilização em sementes, raízes e frutos.		

Aquando da análise da correcção das referidas actividades, as professoras detectaram alguns aspectos, por elas considerados interessantes, relativamente às aprendizagens dos alunos:

“No teste diagnóstico inicial, os alunos têm a ideia de que as plantas retiram o alimento de que necessitam do solo e de que o produto mais importante da fotossíntese é o oxigénio e não a matéria orgânica. Têm dificuldade em reconhecer a menor actividade durante o Inverno e em reconhecer os reagentes da fotossíntese.

No teste diagnóstico final, a utilização do termo obtenção causou alguma confusão aos alunos, conforme se verificou na justificação apresentada na 1ª questão. A justificação dada pelos alunos na questão 7 contraria o valor lógico que atribuíram à afirmação, porque consideraram “utilizada” como sinónimo de reagente. Se eu tivesse escrito “gasta”, não teriam confundido os termos. Pelas justificações dadas, os alunos reconhecem que a clorofila não é um reagente propriamente dito, isto é, não é consumida, sendo fundamental para o fornecimento de electrões. [...] Muitos alunos desconhecem ainda, por não ter sido leccionado, a “equação”/mecanismo da respiração celular (33,3%), daí não conseguirem estabelecer a relação entre os 2 processos. Provavelmente não estabeleceram esta relação em anos anteriores.

Apesar de terem manifestado algumas dificuldades em alguns itens, os alunos revelam melhorias na apreensão dos conceitos fundamentais. Agora compreendem a importância da fotossíntese na obtenção de matéria orgânica e relacionam este facto com a posição dos produtores na base das cadeias alimentares. Já entendem melhor porque mudam de cor as folhas das plantas.” Registos do diário da Professora-investigadora

“Pre-test findings discovered that students have problems with understanding of relationship between respiration and photosynthesis. Therefore we aimed at these problems during explanation. Post-test findings showed that students are more successful in solving these problems. Many students know from the previous education that oxygen is „the waste” rising during photosynthesis but they don’t understand importance of carbon dioxide for synthesis of organic compounds though they are able to write an equation of respiration and photosynthesis. It is necessary to pay much greater attention to this problem.” Registos do diário da Professora B

As professoras não se limitaram a comparar os resultados dos alunos, elas analisaram as suas práticas docentes reconhecendo que o conhecimento pessoal e profissional se reconstróem continuamente, ao juntar ao conhecimento prévio a nova informação, fruto de múltiplos contributos, fontes de informação e experiências de vida e (re)constróem a sua acção para intervenções futuras:

“O facto de ter havido tradução do enunciado pode ter contribuído para este resultado, devido à não aplicação do termo mais adequado para o valor lógico pretendido, o termo devia ser “consumida”, ou é “reagente”, até porque 92,3 % dos alunos justificaram correctamente. É necessário estar mais atenta às traduções em situações futuras”.Registos do diário da Professora-investigadora

“I can compare my teaching with A, I know Portuguese book and other materials a can inspire with it. I can upgrade my teaching. A lot of things I can use in teaching of chemistry lessons.” Registos do diário da Professora B

A actividade prática de natureza investigativa – actividade 8 (Anexo XI): *Quais os factores que influenciam a taxa fotossintética?* constituía-se, provavelmente, como a mais difícil de executar em conjunto, dadas as características dos dois sistemas de ensino.

Introdução:

Foram estudados vários factores que influenciam a actividade fotossintética, nomeadamente internos (ex. anatomia das folhas) e externos (por ex. CO₂, luz, temperatura, etc.)

Qualquer variação nos intervenientes do processo fotossintético influencia a sua taxa. A intensidade fotossintética pode ser avaliada pela quantidade de oxigénio libertada ou pela quantidade de CO₂ absorvida por unidade de tempo. Qualquer factor, que pelo facto de variar pode aumentar ou diminuir a taxa fotossintética, denomina-se factor limitante.

Objecto de estudo: Factores que influenciam a fotossíntese.

Problema(s): Formulem um ou mais problemas/questões capazes de orientar a investigação.

Hipóteses/Previsões: Com base nos conhecimentos que possuem apresentem as vossas hipóteses de trabalho e respectiva fundamentação.

Pesquisa de informação: Identifiquem os aspectos que consideram necessário conhecer, estudar e/ou pesquisar para realizar a investigação.

Procedimentos: Elaborem um documento síntese no qual devem descrever como pensam concretizar a vossa investigação:

- a sequência de passos/procedimentos;
- os dispositivos experimentais (material, instrumentos/aparelhos necessários)
- as variáveis a estudar e a controlar;
- os dados que pensam recolher e porquê.

A opinião da professora checa e os registos que esta forneceu à professora investigadora evidenciam as dificuldades encontradas na execução deste tipo de actividade por parte dos alunos: *“this topic was very difficult for my students [...] it is necessary to pay much greater attention to this topic – I will explain it next time in chemistry”*

Mais uma vez se evidencia a perspectiva interdisciplinar na abordagem da temática.

Na República Checa os alunos têm uma carga horária muito reduzida para que se possa desenvolver uma actividade desta natureza. Pois, carece de algum tempo de preparação para que os alunos consigam dar significado ao que aprendem, preparem e justifiquem as suas investigações, apliquem conceitos e desenvolvam procedimentos intelectuais de inferência, generalização e abstracção na resolução de problemas reais da vida (Bonito, 2001). Apesar deste constrangimento em termos de tempo de execução, havia que dar a escolher a ambas as professoras as diferentes estratégias que se podem implementar, tendo em conta as diferentes perspectivas sobre o ensino das ciências.

Note-se que a implementação dos materiais e das actividades de partilha começou a ser preparada durante os meses de Janeiro e Fevereiro pela professora-investigadora. Para desenvolver as estratégias de trabalho que as duas docentes delineavam, a professora-investigadora considerou pertinente a criação de pequenos grupos de trabalho na sua turma uma vez que, para além do elevado número de alunos, a língua inglesa podia ser um obstáculo à intervenção de todos nas actividades de partilha com os homólogos checos. Por sua vez, esta metodologia de trabalho permitir-lhe-ia identificar e compreender os processos que os alunos usavam, quando trabalhavam juntos, para desenvolverem a compreensão de fenómenos científicos.

Do conhecimento que a professora detinha dos seus alunos é sua opinião que os nove grupos de trabalho diferiam em termos de participação nas actividades e vontade de aprender, mas partilhavam o fio condutor comum do discurso aluno-aluno, que envolveu partilhar ideias: ajudar-se mutuamente e motivar os colegas através do trabalho conjunto em tarefas comuns. Tais competências eram igualmente comuns às duas professoras que se comprometiam trabalhar conjuntamente.

Assim, para reforçar a necessidade do trabalho conjunto e de se estabelecer entre ambas um trabalho supervisivo, a professora-investigadora fornece à colega algumas linhas que possam orientar as tarefas a desenvolver ao longo do ciclo investigativo, escrevendo-lhe as seguintes palavras:

“For us to organize in terms of peer supervision, essential for my project work, I need you to be able to consider the following aspects during the implementation of the activities:

1. to make notes during the class, such as: what do students do; how are they working; what do they think about the activities, like, if the activities are motivators, if the activities are relevant in a cognitive view or if the activities are related to the everyday situations, etc... I'll need that you note these aspects and after that share them with me. Do you agree?

2. to encourage your students to work on the activities collaboratively with my students, using the email or also the Moodle platform. I can give you my Moodle address and my password, which are necessary for them to register. This way, it is possible that your students are able to access the documents and, if they want, they can also create forums to communicate with the Portuguese students. Therefore, I provide all the worksheets at the Moodle.[...]

What do you think about this idea?

On the 4th January you mentioned that it is possible to have your students to share ideas with my students on Tuesdays from 11h: 05 to 12h:40 Czech, which corresponds to 10h:05 – 11h:40 of Portuguese time. I've already managed to have PC for my students and they are able to interact during this period. I only need you to mark a date: 3, 10 or 17th of March. Is that possible?

Looking forward to hearing from you. [...] A”

Como se constata pela análise do conteúdo das afirmações do e-mail, as professoras aferiam, para além das estratégias de ensino e de aprendizagem a implementar, as datas de partilha de actividades entre alunos. As professoras investiam na partilha de experiências com os alunos, pois partiam do princípio que, reflectindo sobre as situações concretas, conseguiriam encontrar as soluções mais adequadas para o sucesso da aprendizagem dos seus alunos.

Esta metodologia de trabalho de grupo permitia que a docente checa implementasse novas formas de ensinar, pois conforme é por ela referido “*work in group is an important competence and it is usually difficult for the Czech students – this method is not common at the Czech grammar schools. Maybe it will be more interesting and needful for education.*”

À medida que as datas previstas para a leccionação da temática seleccionada se aproximavam, entre ambas, as linhas orientadoras do trabalho a desenvolver iam sendo traçadas a pouco e pouco:

[...] I will write notes and at the end our experiment I will send you my papers. If you need other factors for observation, write me I will add.

2. I have translated all worksheets into Czech language and I have arranged the time and PC for our collaboration and connection. I will discuss with my students about them I have not so much time as you, you know that I have only 3 hour peer a week, that why I try to divide worksheet into groups. But at first we try on Tuesdays 3 of March from 11h: 05 to 12h:40 Czech, which corresponds to 10h:05 – 11h:40 of Portuguese time our connection and next 10 of March. Our student can communicate more and some of them do it. I will write you on

Monday and we will prepare exactly time for first common connection. Today I try to attach to your moodle.

I am sending you in the next message our common power-point. Please write me back if it is suitable PC form for using. Sometime is problem with different PC programme.

Write me if you need something next.

My students and me are looking forward for collaboration. [...] B”

Ao longo do percurso, alguns obstáculos foram sobrevivendo e, um deles, consistia na dificuldade em estabelecer um contacto frequente via *Internet*. Os equipamentos da escola não detinham as capacidades mais adequadas ao desenvolvimento de actividades deste cariz. Por exemplo, os computadores da escola portuguesa não possuíam webcam, equipamento importante para as videoconferências.

Feito um levantamento do número de alunos com acesso à *Internet* em casa, a professora-investigadora verificou que este não era um entrave ao desenvolvimento do estudo, pois grande parte dos alunos tinha computador pessoal e acesso à *Internet*. Contudo, salvo duas excepções, os alunos não tinham autorização para levar o computador portátil para a escola, mesmo que adquirido através do programa *e-escola*³⁸, encargo assumido pela professora-investigadora para criar as condições necessárias ao desenvolvimento das actividades *online*.

Para facilitar o estudo, a professora-investigadora incentivou os seus alunos a criarem um endereço electrónico por grupo, no *gmail*. As professoras distribuíram os endereços electrónicos pelos alunos e em finais de Janeiro e início de Fevereiro, a partir de casa e/ou da escola, estes iniciam a troca de mensagem escritas para se conhecerem mutuamente, apresentando-se seguidamente um exemplo de um desses *e-mails* e respectiva resposta:

“data 5 de Fevereiro de 2009 15:10

Hi A1, A2 and A3!!!

AHOJ(it's our greeting)GIRLS!!

I speak only czech, english and french(but not very well:-)...This project is super!! like biology and chemistry(my friend think that i'm special.....-D) I would like to see you!!Have you got the photos of you??I have. If you want, I send you my photo(But BE CAREFUL-you dont' get scared!:-D.....Our group will write with

³⁸ O Programa *e-escola*, projecto da iniciativa do Estado, é dirigido a alunos do 5º ao 12º ano, visa promover o acesso à Sociedade da Informação e fomentar a info-inclusão, através da disponibilização de computadores portáteis e ligações à internet de banda larga, em condições muito competitivas. Neste programa, em lado algum, é referido que é para ser usado na escola.

somebody else..(I dont' know with who...)So somebody will write you soon...But i would like to write with you(if you want too).....you can write something(what you want.....:-D)

You have y great time!!!!!!

AHOJ CZ1 :-D

RE:

OLÁ (it's our greeting :D) CZ1!!

How are things going around there? :)

We sent here pictures of us, and are expecting to receive yours! :D What do you want to be when you grow up? :) We aren't sure yet, but A2 and I would like to be doctors and A3 would like to study legal medicine... I don't know if that's the right name in English!

Of course we want to keep talking to you !

Hugs from Portugal!

A1, A2 and A3”

As professoras consideravam que a criação de um ambiente empático entre os alunos era fundamental para a interacção em contexto de sala de aula. O facto de os alunos trocarem impressões mais pessoais e não apenas assuntos escolares, partilharem interesses comuns, podia constituir-se como uma mais-valia nessas mesmas interacções. Alguns alunos, nos contactos que mantinham, tentavam inteirar-se acerca do funcionamento do sistema de ensino dos colegas como se pode ver pelo extracto do *e-mail* enviado por um aluno a dar a conhecer, à professora-investigadora, parte do diálogo mantido:

“2009/2/12 A1 Grupo 8

[...] Perguntei as disciplinas que tinham lá e a resposta foi a seguinte:

English; Spanish; Geography; Biology; Chemistry; Czech; History; Music; Mathematics; Physics; IT (computers) (penso que é tic para nós); PE (sports) (penso que é educação física para nós); Civil Education.

Bem parece que têm isto tudo :OOOO!

Perguntei também que curso era e a resposta por mais estranho que pareça foi: "I'm universally bent" ahhhhh quer dizer que ela escolhe as disciplinas pelos vistos não está especializada [...] Elas têm 2horas de biologia por semana, sóooo?!”

Quantos às professoras, conforme referido anteriormente, para além do *e-mail*, utilizavam o *Skype* para planear o trabalho a desenvolver, embora por vezes as condições técnicas em termos de som não fossem as mais adequadas, situação que era de imediato resolvida recorrendo à escrita. As professoras definiam as estratégias a utilizar: seleccionavam as actividades a desenvolver nas aulas a decorrer por videoconferência, aferiam metodologias a implementar, conforme se

apresenta a seguir num extracto da conversa escrita mantida no *Skype* na véspera do primeiro contacto *online* entre alunos, que iria decorrer em contexto de sala de aula:

[02-03-2009 18:53:37]: [...] A: "I think, tomorrow, our students can discuss together these activities:

Worksheet: How do autotrophic beings get the matter responsible for their growth?

Practical activity: Which characteristics of photoautotrophic beings enable them to convert the luminous energy into chemical energy?

Practical activity: What photosynthetic pigments exist in plants?

They can exchange ideas, pictures of experiences done in class, talking about the plants listed in the worksheets.

Do you agree? Or it is difficult to your students to discuss these activities?"

B: OK, it is fine [...]

Daqui se depreende que o primeiro contacto entre os alunos, em contexto de sala de aula, decorreu a 3 de Março. Da parte da turma portuguesa estiveram presentes 5 grupos, num total de 15 alunos. Este facto prendeu-se com a coincidência da aula de partilha com os tempos lectivos destinados às actividades práticas das disciplinas da componente específica e que, de acordo com as orientações do Ministério da Educação, determinam que a turma esteja dividida em turnos e que em simultâneo decorra a aula de Física e Química A. Estes mesmos alunos voltam a encontrar-se por videoconferência a 21 de Abril, enquanto os restantes grupos partilham experiências de ensino e de aprendizagem a 10 e 24 de Março.

No primeiro contacto mantido em contexto de sala de aula, para além da falta de competências ao nível da utilização das TIC manifestada por grande parte dos alunos, conforme se confirma no extracto da conversa que a seguir se apresenta, pudemos constatar que a curiosidade era mais patente, do que a necessidade de produzir trabalho em termos de actividades de aprendizagem, apesar dos contactos previamente estabelecidos entre alguns dos alunos:

"03-03-2009

[10:21:50] 3D CZ: please wait a moment

[10:21:51] Grupo 2 PT diz: ok

[...]

[10:25:47] Grupo 2 PT diz: are you there?

[10:28:22] 3D CZ diz: yes we are

[10:28:32] 3D CZ diz: we only manage to run webcam ok?

[10:28:43] 3D CZ diz: it takes max 3 minutes

[...]
[11:04:16] Grupo 2 PT diz: *Are you working on classes??*
[11:04:58] Grupo 2 PT diz: *What are you doing with your classmates?*
[11:05:01] 3D CZ diz: *we have some work with you to do but we are too lazy*
[11:05:41] Grupo B PT diz: *What work??*
[11:06:42] 3D CZ diz: *some work with biology :) it's about photosynthesis :^)*
[11:06:58] 3D CZ diz: *please be lazy like us!!*
[...]
[11:07:20] Grupo 2 PT: *Yes I already told you that we are making some experiences with plants*
[11:08:13] Grupo 2 PT diz: *We put some plants on a coup and we smash them, and we add some alcohol!*
[11:08:59] Grupo 2 PT diz: *We filter the mixture to another coup and put some chromatography paper.*
[11:09:15] 3D CZ diz: *can you send a photo of that..?*
[11:09:21] 3D CZ diz: *please!*
[11:09:31] Grupo 2 PT diz: *And we watch the results, the colors that were formed on the paper.*
[11:10:03] 3DCZ diz: *ah, that's quite interesting :)*
[11:10:25] Grupo 2 PT diz: *the colors were: green, yellow-green, yellow and a bit of orange. [...]"*

Neste conjunto de intervenientes encontravam-se, por mera coincidência, os alunos que apresentavam as melhores classificações na globalidade das disciplinas, daí ser previsível que estes detivessem competências na área das tecnologias de informação e comunicação, facto que não se verificou. É nossa opinião que o acontecimento se prende com a utilização que os alunos fazem, regra geral, da *Internet*.

Do diálogo estabelecido com os seus alunos, a professora-investigadora constatou que, habitualmente, os adolescentes usam a *Internet* para conversar com os amigos no *MSN* ou trocar mensagens no *Hi5*, reconhecendo estes que nunca haviam sequer imaginado fazer uso da *Internet* para uma actividade de aprendizagem como a que lhes estava a ser proposta. A professora-investigadora constatou, ainda que, contrariamente ao que haviam afirmado numa primeira abordagem feita, os discentes, até ao momento nunca tinham utilizado o *Skype* e que o envio de mensagens escritas, usando o *gmail*, se deparava como sendo uma actividade igualmente muito pouco usual. Iguais fragilidades se verificavam por parte dos alunos checos.

Quando se reuniram ao final do dia para fazer o balanço do primeiro contacto em contexto de sala de aula, as professoras reconheceram a necessidade de fazer ajustes na implementação das actividades. Durante a realização da

actividade os alunos dispersaram-se em conversas paralelas, o que gerou alguma confusão e menor eficácia no processo de ensino e de aprendizagem. Como tal, era necessário fazer chegar aos respectivos alunos, de forma clara, a mensagem: a partilha pretendia desenvolver competências na área da Biologia, utilizando ferramentas Web 2.0 e as potencialidades das TIC e que o processo de socialização devia decorrer ao longo da semana, em ambiente exterior à sala de aula. Os ajustes feitos, como a definição mais concreta dos papéis a desempenhar pelos alunos e uma redução de actividades práticas por aula, corroboram a ideia que a acção deverá ser flexível de modo a poder ser transformada no decurso do processo educativo. Foram delineadas estratégias para o funcionamento das sessões *online* conforme constam no organigrama apresentado no anexo XVII.

A mensagem surtiu efeito e o sentido de comprometimento dos alunos exteriorizava-se, mesmo com a presença de novos grupos na partilha, como se pode ver no extracto de parte das mensagens trocadas entre grupos, no dia 10 de Março: “[10-03-2009 10:59:54] Grupo 8 PT: what you done??? :O [...] now we go work [...] later we talk”.

À medida que as actividades decorriam as professoras notavam que os objectivos da partilha de situações de ensino e de aprendizagem estavam a ser alcançados. No decurso das actividades as professoras prestavam atenção a todos os aspectos e procediam a anotações nas grades de registo de observação de situações de aula (Anexo III). As professoras estavam atentas às movimentações dos alunos na sala de aula, registavam aspectos relativos às intervenções intra e inter-grupal, aos conteúdos privilegiados pelos alunos, às tarefas por eles desenvolvidas, aos comportamentos verbais e não-verbais, bem como a possíveis ocorrências. Registados tais aspectos, as professoras analisavam-nos em conjunto e constavam que os alunos tinham tempo para a socialização, mas que estes manifestavam igualmente interesse em realizar as tarefas que lhes haviam sido distribuídas. Conseguiam intercalar as etapas da informação pessoal, dos gostos e vivências de cada um, com as situações de aprendizagem e (re)construção de conhecimento acerca da temática em estudo:

“[10-03-2009 11:15:02] Grupo 7 PT: did you know moloko?”

[11:15:07] mll CZ: no [...]
[11:15:40] Grupo 7 PT: it's a great band
[11:15:47] mll CZ: we want discusses some questions about photosynthesis
[11:16:02] Grupo 7 PT: yes, we want to!
[11:16:16] mll CZ: great
[11:16:21] Grupo 7 CZ: did you have the activity?
[11:16:41] mll CZ: yes we did
[11:16:46] Grupo 7 PT: ok [...]in the first question
[11:17:08] mll CZ: we wil show you our result of our work
[...]"

Ao final do dia, as professoras comentavam os progressos dos alunos, bem como a preocupação que estes manifestavam em partilhar informações que os ajudassem a solucionar os problemas propostos nas actividades, como se pode ver pelo trecho da conversa mantida entre ambas:

[10-03-2009 19:09:53] B: Hello A [...]. I have got from today very good feeling and a lot of materials. What about you?
[10-03-2009 19:10:39] A: my students send to your students many materials...
[10-03-2009 19:12:21] A: today, I think the class is going better now!
[10-03-2009 19:14:47] B: I will with my student tomorrow discuses and collect these materials. I do not know if it was finish because my colleague wrote test of math and we had to finish our work.

Os alunos entenderam que é possível resolver tarefas em conjunto, embora as docentes reconheçam que a língua inglesa se arrogava como uma barreira que dificultava a partilha. As dificuldades não eram exclusivas dos alunos, também as docentes reconhecem as suas limitações, mas ambas salientam o esforço de todos em ultrapassar esse obstáculo.

O facto de se utilizar uma segunda língua e as grandes diferenças em termos de sistemas de ensino, foram contornadas à medida que as professoras se apercebiam das dificuldades dos alunos e implementavam estratégias que lhes permitiam superar com êxito algumas das tarefas propostas. Para além de professoras e alunos, em conjunto, tentarem ultrapassar algumas barreiras da língua, elaborarem propostas de resolução dos tópicos de discussão, sugeriam estratégias que permitissem ao alunos manusear mais facilmente o material de laboratório durante as actividades laboratoriais e experimentais e a fazer uma gestão mais adequada das TIC, para que todos os passos das actividades fossem perceptíveis para os colegas com quem estavam a interagir. Além disso, a professora-investigadora disponibilizava atempadamente na plataforma *Moodle* as

actividades que iriam ser objecto de partilha, em ambas as versões, o que permitia aos alunos uma preparação e análise prévias das mesmas.

Conforme foi já referido, ambas as docentes se preocupavam em tomar as suas anotações para partilharem ideias e reflectirem sobre a acção que desenvolviam, ou seja, para se assumirem como supervisoras da sua própria prática, dotadas da vontade e capacidade de (re)conceptualizarem o seu saber pedagógico e participarem, individual e colectivamente, na (re)construção da pedagogia escolar.

“Eu e a professora B falámos das actividades discutidas pelos alunos, da importância desta partilha, não apenas em termos de conhecimentos mas das vivências que lhes estão a ser proporcionadas. É sua opinião que temos motivado os alunos [...] certamente não irão esquecer facilmente a “Fotossíntese”, dado tudo o que de novo têm vivido. B refere ainda que este trabalho tem sido muito importante: “I can see my students in different “eyes”.”
Relatos do diário da professora-investigadora.

Um outro exemplo desta reflexão na acção que sobrevém do diálogo sobre as situações que se encontram a desenvolver, nomeadamente quando comentam o interesse, no processo de ensino e de aprendizagem, das fichas de trabalho elaboradas, está presente nos registos do diário da professora checa:

“The worksheets produced facilitated very much teaching and learning. The Czech students worked with the Czech version and the English version of worksheets. The problematic and difficult parts were translated because of better understanding. In the classroom for phenomena explanation I used the Czech version but during common meeting at PC students work with English version. I collaborated with teacher of English language. She helped students with understanding of more difficult parts of text. She said to me that our action research helped her in teaching because students were interested in English much more.”

Esta reflexão ocorreu durante a prática na qual as professoras dialogavam sobre as situações que estavam a desenvolver e permitiu a percepção de que a professora checa pôde contar com a colaboração de outros professores para a partilha de experiências, promovendo de alguma forma a interdisciplinaridade. A professora foi introduzindo as alterações que considerou pertinentes, à sua planificação inicial, ou seja procedeu a uma *gestão curricular flexível*, reformulou o que estava a fazer no decurso de uma situação de ensino e de aprendizagem, contando com o apoio de parceiros exteriores ao estudo.

Outro exemplo de interacção entre diferentes áreas do saber está patente no registo do diário da professora checa:

“The following part was teaching by the colleague - the teacher of geography: Analyse the Portuguese and Czech Republic cases specifically. Collect, organize and analyze critical information on the similarities and/or differences in PPB for the period considered in the picture.”

Tal interdisciplinaridade não se verificava do lado português, isto é, a professora não podia contar com o apoio de outros parceiros, contava unicamente com os saberes que possuía e combinava a acção, a experimentação e a reflexão para a (re)construção activa do seu próprio conhecimento ou do dos alunos, durante a prática docente.

A reflexão que a professora-investigadora fazia relativamente a este facto era a de que o clima da organização se constitui como um factor de primordial interesse na determinação dos incentivos à actividade dos professores, sendo fundamental que o mesmo seja participativo e aberto às mudanças e tal não se verificava em relação ao presente estudo.

Numa das páginas do diário da professora encontra-se o extracto que a seguir se apresenta e que reflecte alguns momentos de ansiedade vividos durante a implementação do presente projecto:

“Abafada está a minha revolta por tentar fazer parte de uma escola reflexiva e ser acusada de “modernices”, porque como nos diz Sá-Chaves (2007: 93) “cada ser humano trilha o seu próprio percurso de formação, fruto do que é e do que o contexto vivencial lhe permite que seja, fruto do que quer e do que pode ser”; ressentimento não tenho, é sentimento dos “pobres de espírito” e dos que não acreditam, além disso tenho esperança que “a minha dor e ferida na alma” hão-de ser curadas pelo meu esforço e trabalho.”

Entretanto, a reflexão sobre a reflexão na acção, que as professoras iam fazendo contribuía para que estas determinassem as suas acções futuras, compreendessem os problemas que surgiam e descobrissem novas soluções, traduzindo-se numa progressão no desenvolvimento pessoal de cada professora e numa construção pessoal de conhecimento. Exemplo desta situação é o comentário da professora checa, relativamente à actividade 3:

“I do not know “Ringer’s solution” – I had to find what it is. The Czech name is “fyziologický roztok” [...] I found interesting information. [...] We do not microscopical preparation in this way; it was new information for me.”

Para além da preocupação manifestada em saber o que se supunha ser utilizado na actividade, pois só assim poderia ensinar aos seus alunos, encontrou mais dados que considerou interessantes e que partilhou com a professora-investigadora. Há ainda outros exemplos desta situação, nomeadamente no comentário relativo a outras actividades, sobretudo à versão mais completa para uso dos professores³⁹, elaborado pela mesma docente:

“I do not know some experiments using in the worksheets. In the Czech text books there are approximately the same experiments. The worksheets upgraded me not only about new information but about the way of teaching as well. It was very interesting to follow them. I will use them in my teaching in the future. It was important and comfortable for me that teacher’s versions were prepared. It was not needful to look for information.”

A reflexão feita pela professora reforça as posições assumidas por Shulman (1987, in Arends, 1995, Sá-Chaves, 2002, Roldão, 2007) quanto à importância do conhecimento de conteúdo na (re)estruturação do saber profissional.

No decurso das actividades os próprios alunos faziam comentários acerca das aprendizagens feitas, como se pode ver pelos registos da professora:

*“They wrote essay on their feelings and benefit of this action. They commented worksheets were very interesting and important for their learning.
The sentence from essay written by K.H.:
...“It was fine to read worksheets and discuss about tasks with Portuguese friends”....
The sentence from essay written by O. Š.:
...“I have never seen cork oak. It was very surprised that cork is possible to prepare from cork oak –bark.Now I feel that Portugal is not foreign country for me”...”*

Ousamos dizer que as professoras foram capazes de diagnosticar situações complexas de ensino e de aprendizagem, de tomar decisões adaptadas a uma realidade concreta, de recriar e melhorar as suas próprias acções, fruto da reflexão crítica, colaborativa e recíproca que faziam no decorrer das suas práticas pedagógicas, mantendo os alunos motivados para aprender.

³⁹ Os materiais construídos apresentam uma versão para o professor e outra para o aluno. A versão do professor inclui as competências a desenvolver nos domínios conceptual, procedimental e atitudinal bem como sugestões de correcção das questões, ambas se encontram disponíveis nos anexos III a XII.

As professoras procederam ainda a uma análise conjunta dos resultados obtidos nas actividades diagnóstica inicial e final (Anexo XIII). Vejamos algumas das anotações elaboradas por ambas as professoras aquando dessa análise:

“Sentence: In winter, most plants lives of the reserves that accumulated during the summer.

Reflection: Almost the half of students thinks the plants do not need anything in the winter. It is connected with the statement that the winter is the vegetation period of the rest. But the responding item of post test the students answered better. (...)

Pre-test findings discovered that students have problems with understanding of relationship between respiration and photosynthesis. Therefore we aimed at these problems during explanation. Post-test findings showed that students are more successful in solving these problems. Many students know from the previous education that oxygen is „the waste” rising during photosynthesis but they don’t understand importance of carbon dioxide for synthesis of organic compounds though they are able to write an equation of respiration and photosynthesis. It is necessary to pay much greater attention to this problem.”

As professoras tentavam perceber as causas de insucesso em algumas questões, para procederem a medidas necessárias para o ultrapassar. Vejamos o exemplo de algumas das anotações das professoras:

“Sentence: The plants receive the food of the soil.

Reflection: Students very often forget to CO₂. But my mistake was I used in the Czech translation synonym to “food” which is used in common language in different meaning. But a lot of students answered the same way in my test. In my opinion students do not consider about CO₂. Compared with Portuguese students the results are similar (20,6 vs 22,2)” Comentário da Professora B que consta do diário da Professora-investigadora.

“Until this moment Portuguese students haven’t study the subject in depth. It is necessary to pay much greater attention to this problem”. Comentário da Professora-investigadora.

Das reflexões feitas pelas professoras, quando comparavam as respostas de ambas as actividades (Anexo XIII), verificou-se existir uma maior taxa de sucesso na actividade diagnóstica final, pois algumas das dificuldades manifestadas inicialmente, haviam sido superadas. As docentes estão convictas que esta construção e partilha de experiências de ensino e de aprendizagem se traduziram numa melhoria das aprendizagens dos alunos.

4.3 Análise das respostas ao questionário: apreciação dos alunos

Nesta secção apresentam-se e analisam-se os dados obtidos nas respostas às perguntas do questionário (Anexo XIV), aplicado a todos os alunos envolvidos no presente estudo, que permitiram recolher informações no que respeita ao interesse, aprendizagens efectuadas, às actividades/tarefas desenvolvidas e às ferramentas utilizadas aquando da leccionação da temática: “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos: Fotossíntese e Quimiossíntese”.

A descrição e análise dos resultados efectuam-se sequencialmente, de acordo com a estrutura e objectivos definidos para o questionário e que se passa a apresentar.

Antes da aplicação do questionário, foi aplicado um questionário piloto a seis alunos do mesmo ano de escolaridade e igualmente do curso de Ciências e Tecnologias por forma a validar o mesmo. Os elementos seleccionados para constituírem esta amostra piloto não integram a amostra final e foram seleccionados, tendo em conta essa mesma qualidade, nem tendo tido qualquer contacto com os materiais didácticos e as metodologias implementadas.

Parte I- Análise do perfil do aluno

Neste ponto contempla-se a análise do perfil dos alunos envolvidos no projecto através da análise a diversas dimensões.

A- Dados pessoais

- Conhecer os dados pessoais do público-alvo quanto a:
 - Género (Q.1).
 - Idade (Q.2).

B- Experiência dos alunos na utilização de ferramentas de comunicação a distância e suas expectativas relativamente à partilha *online* na aprendizagem da temática “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos: Fotossíntese e Quimiossíntese”.

- Identificar possíveis obstáculos/constrangimentos à partilha de situações de aprendizagem em ambiente *online* (Q. 3, 4 e 5).

- Inferir acerca dos conhecimentos dos alunos relativos às ferramentas WEB 2.0 (Q.5).

Parte II – Ambiente *online* e Processo Educativo

Neste ponto procede-se a uma análise sobre importância das tecnologias de informação e comunicação na construção de percursos partilhados de ensino e aprendizagem e sobre as competências dos intervenientes no processo educativo.

A- Importância das tecnologias da informação e comunicação na construção de percursos partilhados de ensino e de aprendizagem

- Avaliar os impactes que materiais curriculares desenvolvidos em parceria e colaboração e em contexto *online* têm na melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos (Q. 8, 9, 10, 11,12).
- Identificar o grau de importância dos diferentes papéis desempenhados pelo professor no processo de ensino e aprendizagem (Q.13, 14)
- Reconhecer a importância das tecnologias da informação e comunicação na construção de percursos partilhados de ensino e aprendizagem (Q. 15, 16).

B- Influência dos ambientes *online* no desempenho de papéis pelo aluno e pela professora

- Identificar se os ambientes *online* influenciam o desempenho do aluno (Q.17, 18) e da professora (Q.19, 20).
- Identificar sugestões para trabalhos futuros (Q.21)

4.3.1 Análise do perfil dos alunos envolvidos

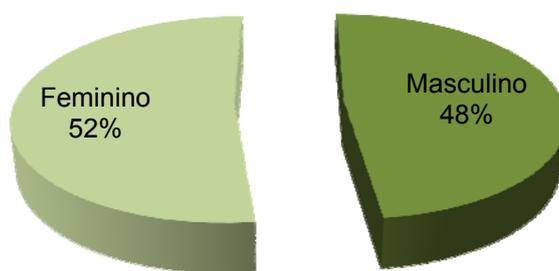
Apresentam-se e analisam-se seguidamente, os resultados obtidos nas perguntas 1 e 2, que visaram recolher informações relativamente ao perfil da amostra, respectivamente, sexo e idade dos alunos envolvidos no estudo. A amostra é constituída por alunos que frequentam o 10º ano de escolaridade, no caso português e o 5º ano do ensino secundário para o caso checo, ou seja, é equivalente em termos de anos de escolaridade.

4.3.1.1 Apresentação e análise dos dados

Houve necessidade de inserir uma primeira pergunta, no caso dos alunos checos, para aferição do ano de escolaridade. As funcionalidades do sistema *SurvS* não permitiram a actualização de números, o que provocou alterações em termos de numeração no questionário implementado às duas amostras.

A- Dados pessoais do público-alvo quanto ao género:

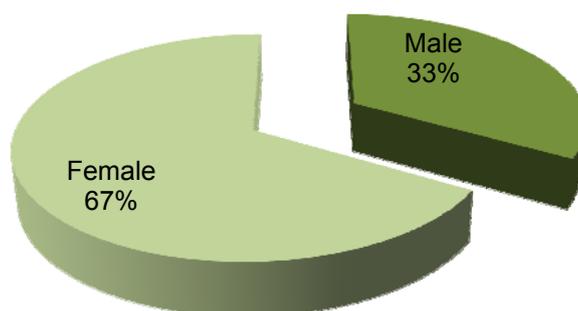
Distribuição dos inquiridos por género



N=27

Figura 8 - Distribuição dos alunos portugueses por género

Distribuição dos inquiridos por género



N=21

Figura 9 - Distribuição dos alunos checos por género

Da análise das figuras 8 e 9 podemos constatar que a amostra portuguesa é mais equilibrada em termos de distribuição de alunos por género. Na amostra da República Checa predominam os indivíduos do género feminino.

Dados pessoais do público-alvo quanto à idade⁴⁰:

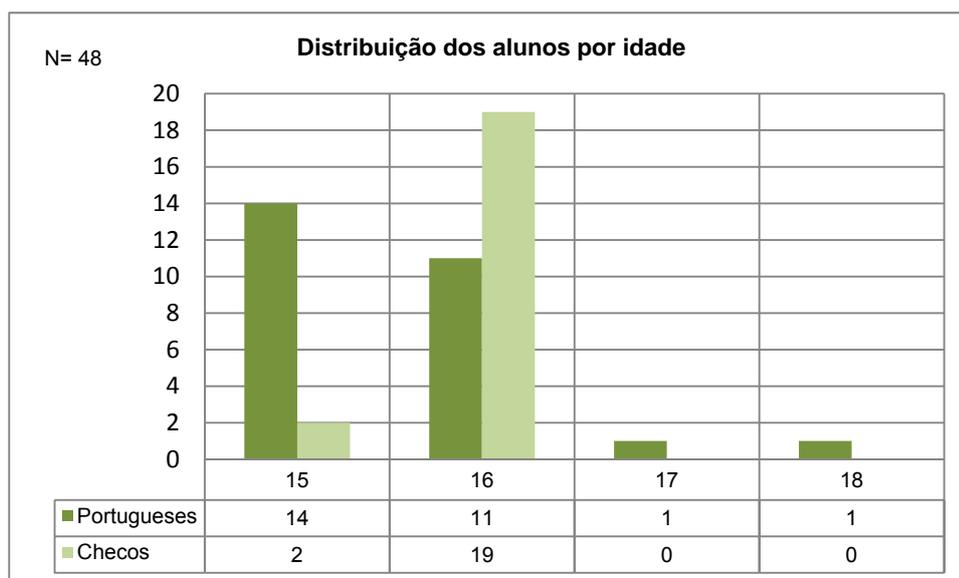


Figura 10 - Distribuição dos inquiridos por idade

As diferenças encontradas em termos de distribuição da faixa etária, nomeadamente no que se refere à presença de alunos portugueses na faixa dos 17 e 18 anos neste nível de escolaridade, ficam a dever-se ao facto de os inquiridos em causa terem sofrido, ao longo do respectivo percurso escolar, uma ou mais retenções.

B- Experiência dos alunos na utilização de ferramentas de comunicação a distância e suas expectativas relativamente à partilha *online* na aprendizagem da temática “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos: Fotossíntese e Quimiossíntese”.

Apresentam-se e analisam-se, seguidamente, os resultados obtidos nas perguntas que visaram recolher informações relativamente à utilização de ferramentas de comunicação a distância por parte dos alunos e suas expectativas

⁴⁰ Dados relativos a Junho de 2009.

relativamente à partilha *online* na aprendizagem da temática “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos: Fotossíntese e Quimiossíntese”.

❖ Pontos de vista dos alunos relativos ao desafio proposto

Quando solicitada a opinião dos alunos relativa ao desafio que lhes era proposto de partilhar experiências de ensino e de aprendizagem em ambiente online, os alunos portugueses, referem que no início do estudo, predominavam os sentimentos de desafio e entusiasmo (48,2% na opção de resposta “concordo plenamente”), ocupando a ansiedade o terceiro lugar (33,3% na opção de resposta “concordo”) no grau de concordância dos alunos. Quando utilizada a opção “outro” foram mencionados os sentimentos de curiosidade, vergonha e aprendizagem (Tabela 11 e gráfico da figura 11).

Os alunos checos destacaram os mesmos sentimentos: desafio (23,8% na opção “concordo plenamente” e 47,6% na opção “concordo”) e entusiasmo (33,3% na opção “concordo plenamente” e 42,9% na opção “concordo”), colocando em terceiro lugar o sentimento de perplexidade. Quando utilizada a opção “outro”, salientam igualmente o sentimento de curiosidade.

Tabela 11 - Pontos de vista dos alunos relativos ao desafio que lhes era proposto
(PT- alunos portugueses; CZ- alunos checos)

	Não concordo (%)		Concordo parcialmente (%)		Concordo (%)		Concordo plenamente (%)		Sem opinião (%)	
	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ
Ansiedade	3,7	85,7	63,0	9,5	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8
Confusão	51,9	52,4	37,0	33,3	11,1	4,8	0,0	0,0	0,0	9,5
Perplexidade	44,4	42,9	37,0	28,6	11,1	19,1	0,0	4,8	7,4	4,8
Desafio	0,0	4,8	25,9	9,5	25,9	47,6	48,2	23,8	0,0	14,3
Entusiasmo	0,0	4,8	7,4	14,3	44,4	42,9	48,2	33,3	0,0	4,8
Indiferença	88,9	42,9	7,4	28,6	3,7	14,3	0,0	4,8	0,0	9,5
Outro	3,7	9,5	0,0	0,0	7,4	33,3	3,7	9,5	85,2	47,6

A análise do gráfico da figura 11 permite uma melhor visualização dos interesses manifestados pelos alunos no que se refere aos sentimentos suscitados pela partilha de experiências.

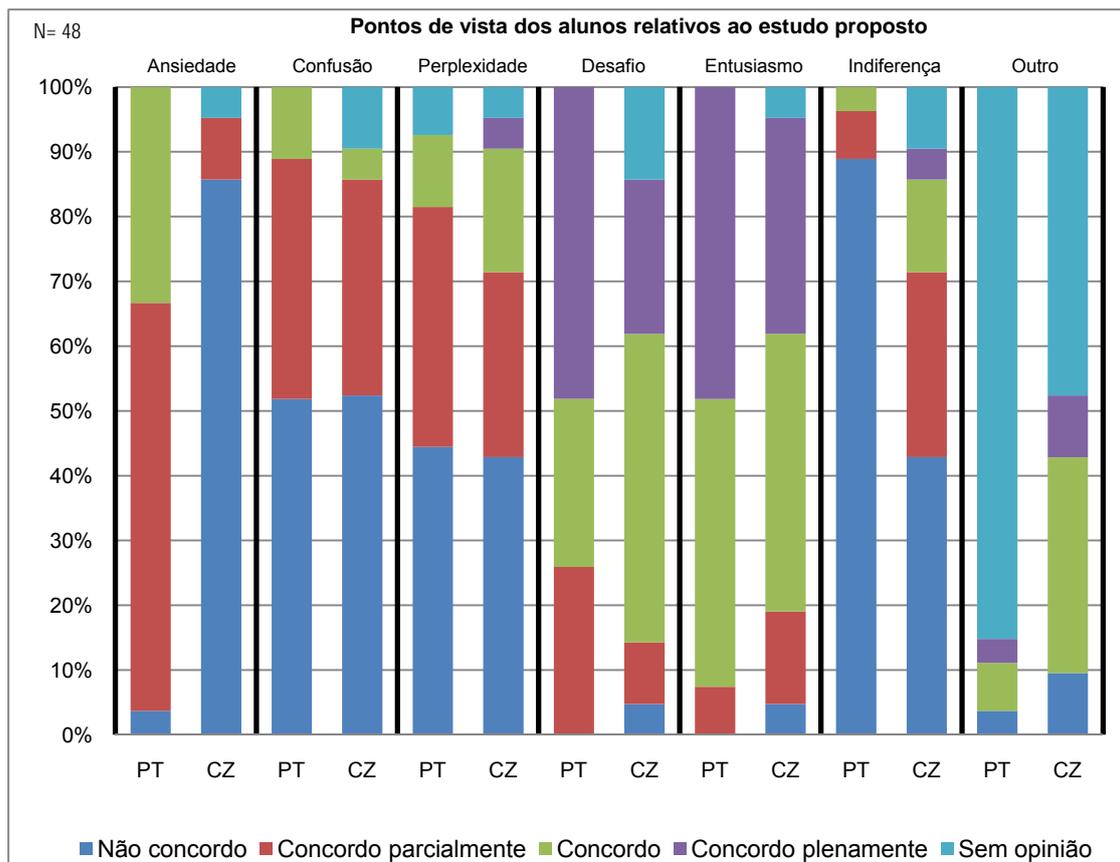


Figura 11- Pontos de vista dos alunos relativos ao desafio que lhes era proposto (PT- alunos portugueses; CZ - alunos checos)

Quisemos também saber, dos sentimentos seleccionados pelos alunos, qual(is) o(s) que perdurou(aram), ou que mudou(aram) durante a realização das actividades online. Verificámos que os inquiridos portugueses referem que os sentimentos que perduraram ao longo do estudo foram, essencialmente o entusiasmo (9 dos inquiridos referem que este perdurou e 5 consideram que este sentimento foi aumentando à medida que a interacção avançava) e o desafio (8 referem que perdura e 5 que aumenta ao longo do estudo), a ansiedade foi outro dos aspectos referidos por 11 inquiridos (5 afirmam perdurar, 3 consideram que foi diminuindo ao longo da partilha e 3 que aumentou). Iguais sentimentos foram realçados pelos alunos checos, sendo que 8 enfatizam o entusiasmo como se pode ler nas justificações apresentadas por alguns deles:

“O desafio tem sido constante e foi um sentimento que me acompanhou desde o início do projecto, juntamente com algum entusiasmo. O desafio advém da interacção com os colegas da República Checa, dos questionários que fizemos, das opiniões que partilhamos, e o desafio de conversar em línguas não nativas

constituíram razão de empenho e entusiasmo. Ainda agora, este é um motivo de ansiedade e as minhas expectativas estão ao rubro.” (Respondente 7)

“O meu entusiasmo foi aumentando progressivamente. Confusão, perplexidade e indiferença não senti, pois é uma experiência única e muito enriquecedora. Obviamente senti desafio, porque nunca tinha interagido de tal maneira com alunos da minha idade de um país mais distante e tão diferente do nosso.” (Respondente 8)

“Desafio e entusiasmo. Foi uma experiência nova que me cativou bastante. O facto de termos de falar com eles em inglês foi um grande desafio e que eu acho que consegui superar com sucesso.” (Respondente 17)

“Ansiedade porque não sabia bem o que poderia acontecer durante a realização das actividades.” (Respondente 22)

❖ Obstáculos/constrangimentos à partilha

Os alunos portugueses, quando questionados acerca dos factores que podem ter dificultado a interacção com os colegas, realçam as condições de acesso à *Internet* disponíveis na escola como o factor mais constrangedor do estudo.

Quanto aos alunos checos podemos constatar que o acesso à *Internet* na escola continua a ser o elemento mais focado como tendo dificultado o estudo, tendo em conta que 28,6% dos inquiridos “concorda” e 19,1% “concorda plenamente” que este factor condicionou o estudo. Contrariamente aos alunos portugueses, que não reconheceram este factor como tendo sido relevante para as contrariedades encontradas, grande parte dos alunos enfatiza o uso da língua inglesa na comunicação como factor que dificultou a comunicação (Tabela 12 e figura 12).

Quando aproveitam a opção “outro”, os alunos referem como obstáculo à interacção o facto de a escola possuir “maus” computadores.

A ênfase dada ao “acesso à Internet na escola” pelos alunos portugueses, prende-se com as dificuldades encontradas em aceder ao servidor na sala onde habitualmente tinham aulas, episódio que levou a uma mudança para as instalações do Centro de Recursos aquando do decurso das experiências de ensino e aprendizagem. A utilização deste espaço, contíguo à biblioteca da escola, revestiu-se de alguns transtornos em termos de organização espacial, uma vez não ser adequado a aulas de carácter laboratorial e/ou experimental. Para além de exigir uma reserva antecipada do espaço, implicou alterações em termos de logística, a não utilização simultânea por outros alunos, bem como a

deslocação de material necessário às actividades práticas entre edifícios que se encontram em pontos oposto da escola.

Tabela 12- Identificação de factores que podem ter dificultado a interacção dos alunos (PT – alunos portugueses; CZ – alunos checos)

	Não concordo (%)		Concordo parcialmente (%)		Concordo (%)		Concordo plenamente (%)		Sem opinião (%)	
	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ
Condições de acesso à Internet em casa	70,4	57,1	11,1	9,5	11,1	28,6	0,0	0,0	7,4	4,8
Condições de acesso à Internet na escola	11,1	23,8	44,4	23,8	37,0	28,6	7,4	19,1	0,0	4,8
Dificuldades pessoais na utilização das TIC	88,9	57,1	11,1	23,8	0,0	9,5	0,0	4,8	0,0	4,8
Desconhecimento das ferramentas WEB 2.0	85,2	52,4	11,1	14,3	0,0	14,3	0,0	9,5	3,7	9,5
Utilização da língua inglesa na comunicação	63,0	19,1	25,9	38,1	7,4	23,8	3,7	14,3	0,0	4,8
Outro	0,0	9,5	0,0	0,0	18,5	28,6	0,0	4,8	81,5	57,1

O gráfico da figura 12 permite uma melhor visualização das opiniões manifestadas pelos alunos dos dois países.

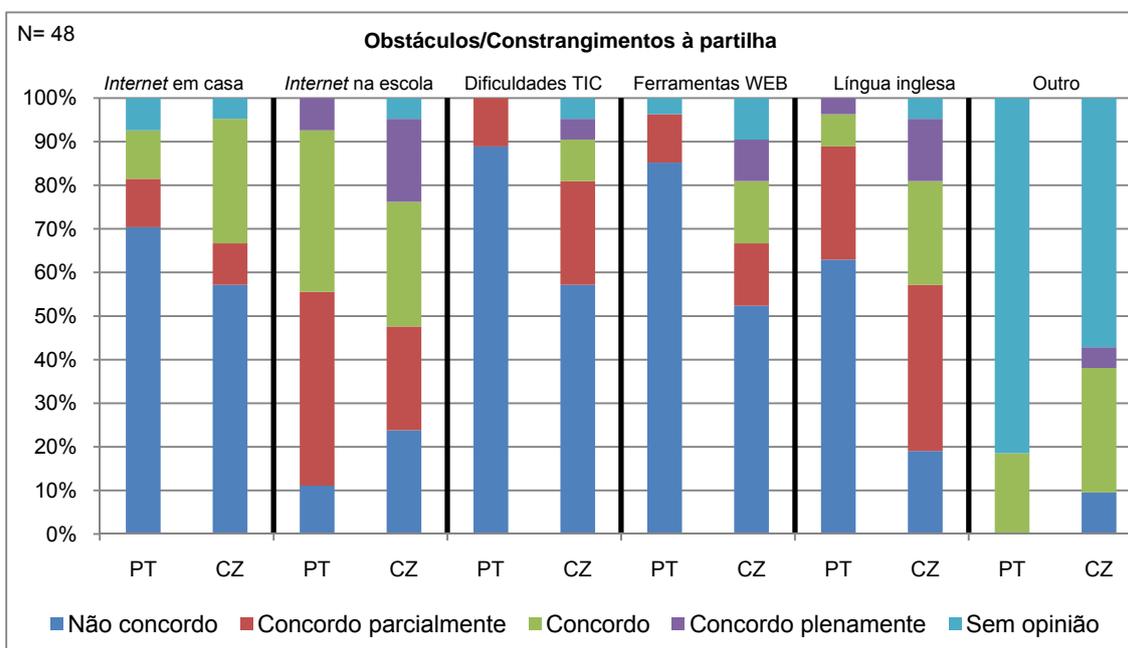


Figura 12 - Identificação de factores que podem ter dificultado a interacção dos alunos (PT- alunos portugueses; CZ - alunos checos)

As infra-estruturas tecnológicas existentes nos estabelecimentos de ensino envolvidos no estudo constituíram-se, assim, como um factor limitativo à interacção, contrariando as premissas do Programa Educação e Formação 2010 que estabelece objectivos claros e ambiciosos no que toca ao acesso de todos às tecnologias de informação e comunicação. Por outro lado, o Estudo de Diagnóstico ⁴¹ relativo à modernização tecnológica do sistema de ensino português refere que “*as principais barreiras à modernização tecnológica em Portugal residem nas insuficiências ao nível do acesso (equipamentos e Internet)*” (Gepe, 2007: 5), factor que se evidenciou no presente projecto. Neste mesmo estudo, grande parte das escolas reporta velocidades limitadas de ligação à *Internet* e escassez de equipamentos informáticos, constituindo-se, ambos, como dos principais inibidores da utilização das TIC por parte dos alunos e docentes. Estes aspectos são comuns a ambas as escolas.

No caso português, é referido no Plano Tecnológico da Educação (Gepe, 2008) a necessidade de dotação das escolas com recursos de qualidade, diversificados e adequados ao desenvolvimento do currículo dos alunos. Tal facto está a ocorrer neste momento, mas não verificava à altura da implementação do projecto.

4.3.2. Ambiente Online e Processo Educativo

Nas situações que se seguem apresentam-se as opiniões dos alunos relativamente à importância das tecnologias da informação e comunicação na construção de percursos partilhados de ensino e aprendizagem.

Num primeiro grupo de perguntas (Pergunta 8 a 16) ⁴² procede-se à análise das opiniões dos alunos no que se refere à importância das tecnologias de informação e comunicação neste processo de construção.

O último conjunto de perguntas (Pergunta 17 a 21) pretende averiguar a percepção dos alunos no que se refere à influência do ambiente *online* no desempenho de papéis pelo aluno e pela professora, bem como apreciar sugestões para trabalhos futuros.

⁴¹ Estudo de Diagnóstico: a modernização tecnológica do sistema de ensino em Portugal, disponível na internet em http://www.escola.gov.pt/docs/gepe_diag%3%B3stico_tic_escolas.pdf

⁴² A numeração das perguntas tem em conta a versão do questionário aplicada aos alunos portugueses.

4.3.2.1. Apresentação e análise dos resultados

A - Importância das tecnologias de informação e comunicação na construção de percursos partilhados de ensino e aprendizagem

À semelhança do que foi feito nas perguntas anteriores, a seguir apresentam-se as opiniões de ambos os grupos de alunos, portugueses e checos, relativamente à importância das TIC na construção de percursos partilhados de ensino e de aprendizagem em ambiente *online*.

❖ Vantagens da interacção entre os alunos em ambiente *online*

Quando incitados a expressar o seu parecer relativamente a aspectos da partilha com os colegas manifestam opiniões idênticas em termos de mais-valias da interacção na aprendizagem da temática, conforme se pode constatar pela análise da tabela 13 e do gráfico da figura 13.

Tabela 13 – Possíveis vantagens da partilha em ambiente *online* (PT- alunos portugueses; CZ - alunos checos)

	Não concordo (%)		Concordo parcialmente (%)		Concordo (%)		Concordo plenamente (%)		Sem opinião (%)	
	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ
O facto de ter realizado diferentes actividades, em parceria com os seus colegas checos, despertou o seu interesse pelo estudo da temática	3,7	9,5	29,6	38,1	51,9	28,6	14,8	19,1	0,0	4,8
Esta parceria ajudou-o a perceber melhor alguns aspectos relacionados com o tema	7,4	0,0	33,3	28,6	40,7	47,6	14,8	19,1	3,7	4,8
Atingiria melhor os objectivos da temática em estudo recorrendo apenas à interacção com os seus colegas de turma	33,3	28,6	51,9	28,6	3,7	28,6	3,7	0,0	7,4	14,3
A partilha a distância permitiu-lhe desenvolver competências ao nível da utilização da língua inglesa	0,0	0,0	22,2	14,3	44,4	47,6	33,3	28,6	0,0	9,5

O gráfico da figura 13 permite-nos comparar os pareceres assumidos por ambos os grupos de alunos.

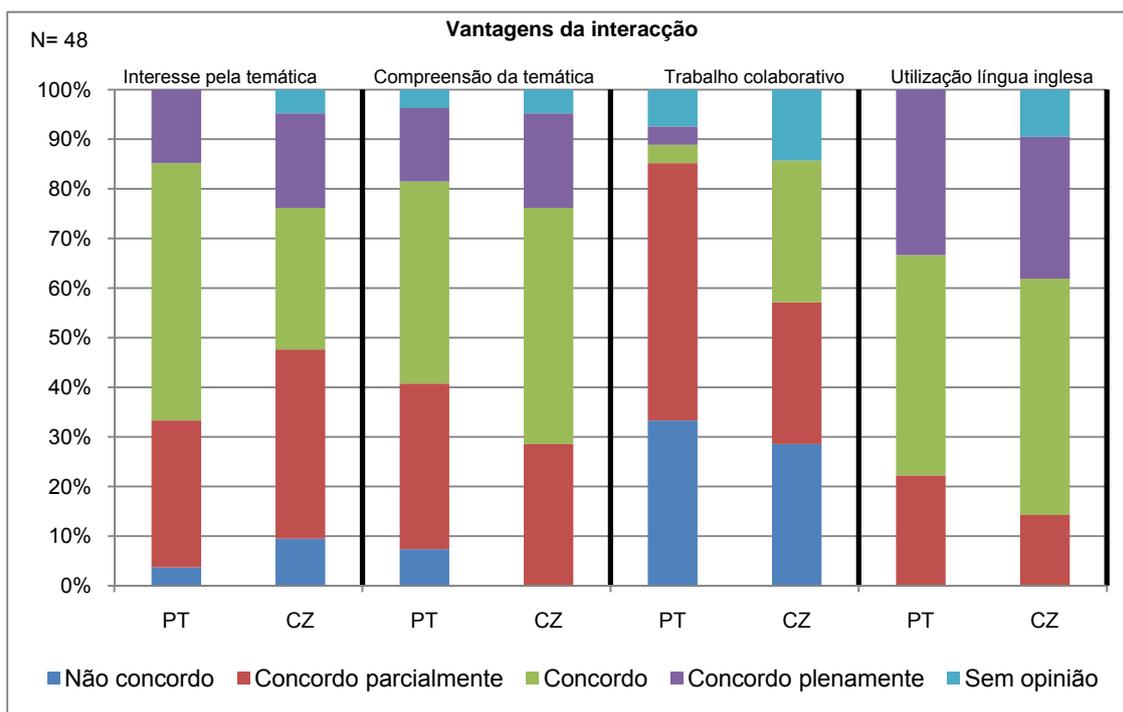


Figura 13 - Identificação, de possíveis vantagens da interação entre os alunos. (PT- alunos portugueses; CZ - alunos checos)

Os alunos portugueses enfatizam o interesse pelo estudo da temática bem como o contributo para a sua compreensão, para além do desenvolvimento de competências ao nível da utilização da língua inglesa, como mais-valias da interação (tabela 13 e figura 13), tal como se pode verificar na percentagem das respostas obtidas, bem como, em algumas das justificações às respostas que foram apresentadas pelos inquiridos:

“Ao longo do decorrer das actividades, acho que a utilização das TiC ajudou, para aumentar o interesse pela actividade e pelo estudo da matéria! A necessidade de termos de falar com os checos em inglês, aumentou a nossa capacidade de comunicar com pessoas de países diferentes, de nos desenrascarmos. Em relação aos aspectos relacionados com o tema, proporcionou uma maior compreensão do mesmo tema.” (Respondente 4)

“Este tipo de interacções com alunos da minha idade, mas de países diferentes ajuda o desenvolvimento no campo da língua inglesa e espanhola. Considero esta actividade muito importante, pois aprendemos coisas novas que, muito provavelmente não teríamos experimentado senão nos tivéssemos empenhado neste projecto. Acho que acima de tudo isto contribui para o nosso sentido de socialização com formas de ensino totalmente diferentes do nosso, aumentando o nosso conhecimento e a forma de vermos o nosso ensino. Claro que também aumentamos o conhecimento sobre as novas tecnologias.” (Respondente 5)

“A interacção com os colegas checos proporcionou uma nova forma de “testar” os nossos conhecimentos quer a nível da biologia, quer a nível da língua inglesa. Ao partilhar informação ajudou a entender melhor o processo da fotossíntese por exemplo. Aumentou definitivamente o interesse pela disciplina de biologia. (...)”
(Respondente 6)

“o facto de falarmos da matéria com estudantes de outros países fez-me querer aprender mais e para poder trocar impressões com eles, com toda a certeza com isto consegui perceber melhor a matéria. (...)” (Respondente 14)

“Poderia atingir os objectivos da temática em estudo recorrendo à interacção com os colegas de turma, mas assim era mais interessante, logo desenvolvíamos mais interesse pela matéria e assim atingimos mais facilmente os objectivos pretendidos. Claro que ao falar com os colegas em inglês desenvolvemos as competências ao nível da utilização da língua inglesa (...)”.
(Respondente 25)

Pela análise das afirmações atrevemo-nos a dizer que a aprendizagem colaborativa e construtiva, recorrendo às ferramentas WEB 2.0 é uma possibilidade que pode contribuir substancialmente para a concretização de actividades de aprendizagem significativa e para uma maior motivação dos alunos para a aquisição de saberes e para o desenvolvimento de competências.

As opiniões dos alunos checos relativamente às mais-valias da partilha são idênticas às manifestadas pelos restantes inquiridos. Estes atribuem especial ênfase ao desenvolvimento de competências ao nível da utilização da língua inglesa, como se pode verificar em algumas das justificações apresentadas:

“It was very interesting that we could cooperate with people, which aren't from our republic. We took much knowledge and now we have even new friends.”
(Respondent 11)

“The fact that various activities were undertaken in partnership with Portuguese colleagues increased your interest in studying this topic.” (Respondents 13, 14, 17 e 21)

“We were communicating by the internet- mostly at the school and I learned many new English words.” (Respondent 12)

É um facto que a utilização das TIC tem vindo a contribuir para uma modificação em termos das competências exigidas a todos os cidadãos, em geral e aos professores e alunos, em particular.

❖ Adequação actividades implementadas

Questionados sobre a adequação dos diferentes tipos de actividades realizadas a esta abordagem online, os inquiridos do grupo português partilham

da mesma opinião relativamente à sua relevância para o estudo da temática, uma vez que a percentagem de alunos portugueses a atribuir igual importância (opção “concordo”) aos três tipos de actividade implementados é a mesma. Contudo, quando apuramos a opção de resposta “concordo plenamente” constatamos que a percentagem de inquiridos que atribui maior relevo às actividades de tipo laboratorial e experimental é superior comparativamente aos exercícios de papel e lápis (Tabela 14).

Tabela 14 - Opinião dos alunos relativamente à adequação das actividades implementadas a ambientes de aprendizagem *online* (PT- alunos portugueses; CZ - alunos checos)

	Não concordo (%)		Concordo parcialmente (%)		Concordo (%)		Concordo plenamente (%)		Sem opinião (%)	
	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ
Exercícios de papel e lápis (fichas de trabalho).	3,7	19,1	33,3	23,8	59,3	38,1	3,7	14,3	0,0	4,8
Trabalho laboratorial: Extracção de pigmentos fotossintéticos.	0,0	4,8	14,8	38,1	59,3	33,3	25,9	19,1	0,0%	4,8
Trabalho experimental: Produção de amido.	0,0	4,8	14,8	47,6	59,3	23,8	25,9	19,1	0,0%	4,8

Os resultados pressupõem que os alunos portugueses atribuem maior contributo às actividades laboratoriais e/ou experimentais para uma aprendizagem mais prática, dinâmica e fundamentada. Estas permitem que o discente adquira uma visão mais concreta da realidade em estudo, daí a maior importância atribuída, como se pode verificar em algumas das justificações apresentadas:

“Através dos exercícios de papel, permitiu trocarmos opiniões sobre o tema, e discutir sobre o mesmo. Os trabalhos laboratoriais e experimentais permitiram a troca de resultados e debate dos mesmos, o que é importante no processo de aprendizagem!” (Respondente 4)

“Foi mais fácil trabalharmos e confrontarmos as nossas experiências laboratoriais do que as nossas fichas de trabalho, pois temos opiniões diferentes e podem entrar em conflito, enquanto que numa actividade experimental temos o mesmo objectivo, fundamentarmos os mesmos resultados.” (Respondente 5)

“Os exercícios de papel são boas maneiras de aplicar os nossos conhecimentos mas são um bocado aborrecidas comparadas com as experiências.” (Respondente 10)

Os alunos checos realçam a importância das actividades de papel e lápis, dada a percentagem de alunos que “concordam” com a sua adequação ao trabalho *online*. Estes exercícios podem ser resolvidos simultaneamente por ambas as partes, conforme se pode ver pela justificação *“we had it and you had it at the*

same time” (Respondent 11). Contudo não desprezam o papel das actividades laboratoriais e experimentais no processo de aprendizagem, pois proporcionam aprendizagens activas, como se pode deduzir pela expressão *“I like vivid learning”* (Respondent 20).

O gráfico da figura 14 permite visualizar as opiniões expressas por ambos os grupos de alunos relativamente à adequação das actividades partilhadas ao ambiente *online*.

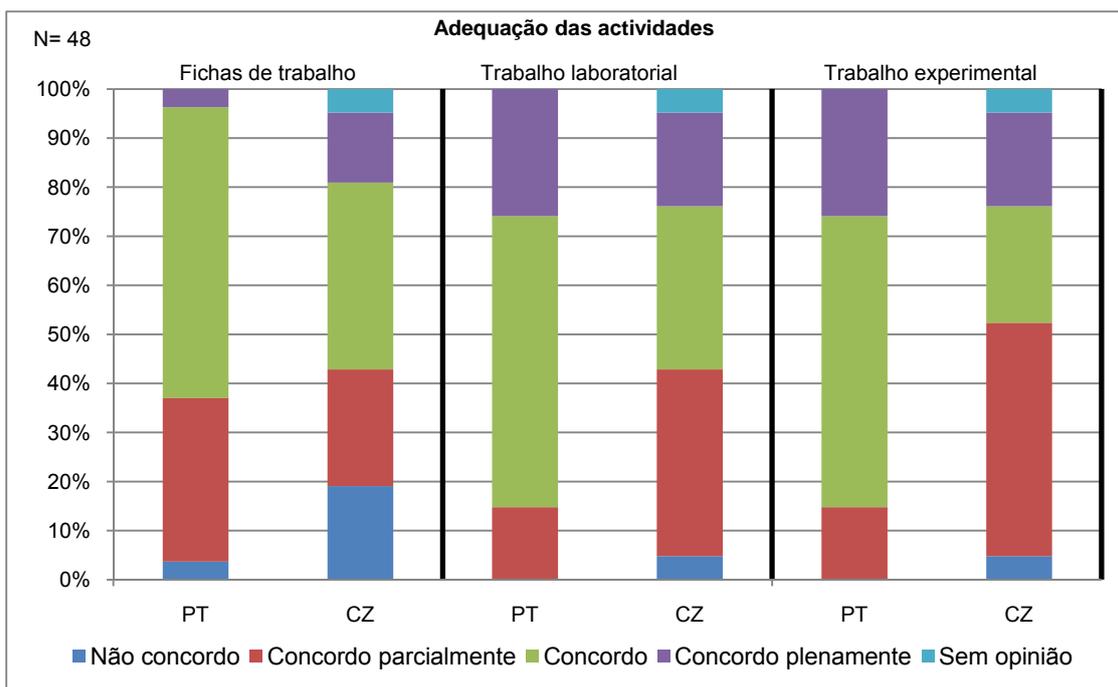


Figura 14 - Opinião dos alunos relativamente à adequação das actividades implementadas a ambientes de aprendizagem *online* (PT- alunos portugueses; CZ - alunos checos)

Ousamos, assim, inferir que as actividades de aprendizagem realizadas em contexto real e partilhadas em ambiente virtual permitiram, por um lado, aproximar os alunos envolvidos no estudo do mundo que os envolve, fazer experiências, partilhar informações, discutir assuntos e resolver problemas e por outro, comunicar em tempo real com pessoas de outra parte do mundo, de uma forma que até há bem pouco tempo era pouco provável para eles.

❖ Estratégias utilizadas e motivação para a aprendizagem

Quando questionados sobre a diversidade das estratégias implementadas durante a partilha *online*, a percentagem de alunos que escolhe a opção “não concordo” revela a importância que estes atribuem aos diferentes tipos de actividades na motivação para o estudo da temática (Tabela 15).

Tabela 15 - Opinião dos alunos relativamente à adequação dos materiais e das estratégias implementadas (PT- alunos portugueses; CZ - alunos checos)

	Não concordo (%)		Concordo parcialmente (%)		Concordo (%)		Concordo plenamente (%)		Sem opinião (%)	
	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ
A parceria seria mais fácil (estimulante) recorrendo apenas a um tipo de actividade.	51,9	47,6	25,9	33,3	11,1	0,0	3,7	9,5	7,4	9,5
O estudo da temática seria mais motivador recorrendo apenas a um tipo de actividade.	63	38,1	18,5	42,9	7,4	9,5	3,7	4,8	7,4	4,8

Podemos comparar as opiniões dos alunos portugueses e checos observando os dados do gráfico da figura 15.

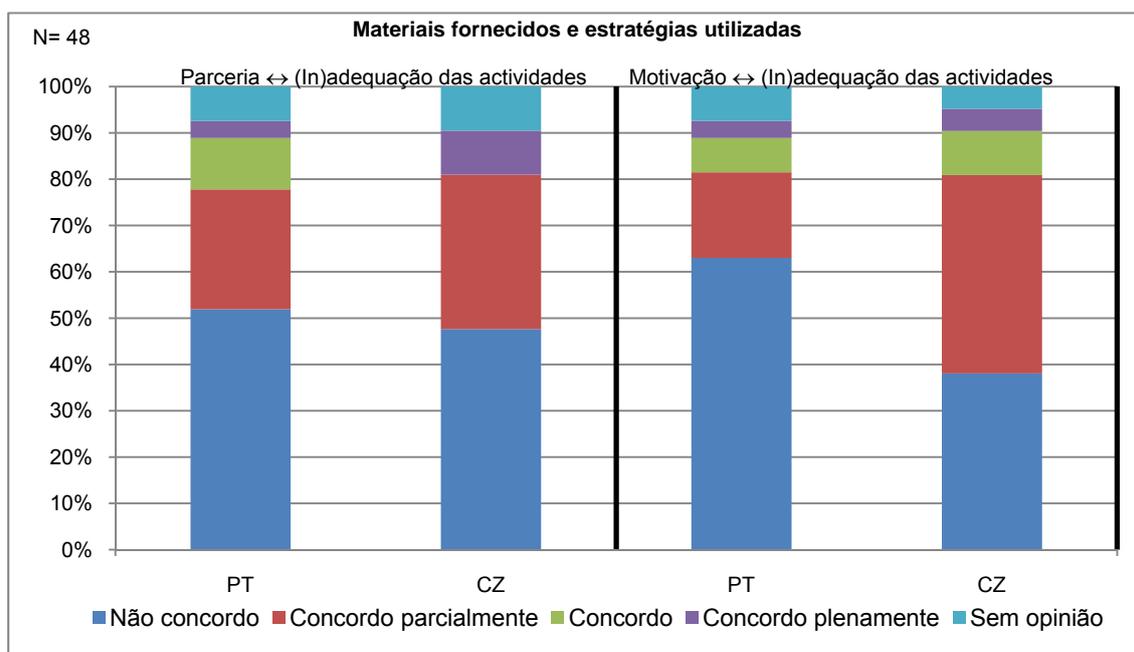


Figura 15 – Opinião dos alunos relativamente à adequação dos materiais e das estratégias implementadas (PT- alunos portugueses; CZ - alunos checos)

❖ Actuação das professoras

Questionados sobre a actuação das respectivas professoras, as respostas de ambos os grupos de alunos foram, de certa forma harmoniosas (Tabela 15).

Tabela 16 - Opinião dos alunos relativamente ao desempenho da respectiva professora (PT- alunos portugueses; CZ - alunos checos)

	Não concordo (%)		Concordo parcialmente (%)		Concordo (%)		Concordo plenamente (%)		Sem opinião (%)	
	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ
Entusiasmo da professora pela partilha de experiências entre os alunos dos dois países.	0,0	14,3	3,7	0,0	33,3	33,3	63	47,6	0,0	4,8
Capacidades para motivar os alunos, para os temas trabalhados.	0,0	0,0	7,4	19,1	63	42,9	29,6	33,3	0,0	4,8
Dinamismo na condução das actividades presenciais.	0,0	0,0	7,4	38,1	40,7	33,3	51,9	23,8	0,0	4,8
Interacção e acompanhamento feito pela professora ao desenvolvimento dos trabalhos a distância	0,0	0,0	11,1	14,3	33,3	47,6	55,6	33,3	0,0	4,8
Encorajamento à interacção intra e inter-grupal.	0,0	4,8	11,1	14,3	40,7	42,9	48,2	23,8	0,0	14,3
Outro	0,0	19,1	0,0	0,0	7,4	28,6	3,7	4,8	88,9	47,6

Pela análise dos dados da tabela 16 podemos verificar que a maior parte dos alunos portugueses reconhecem o entusiasmo, a capacidade de motivação, o dinamismo, o acompanhamento e o encorajamento como competências de actuação da professora, constituindo-se como aspectos relevantes para a promoção da interacção e estimulação à aprendizagem.

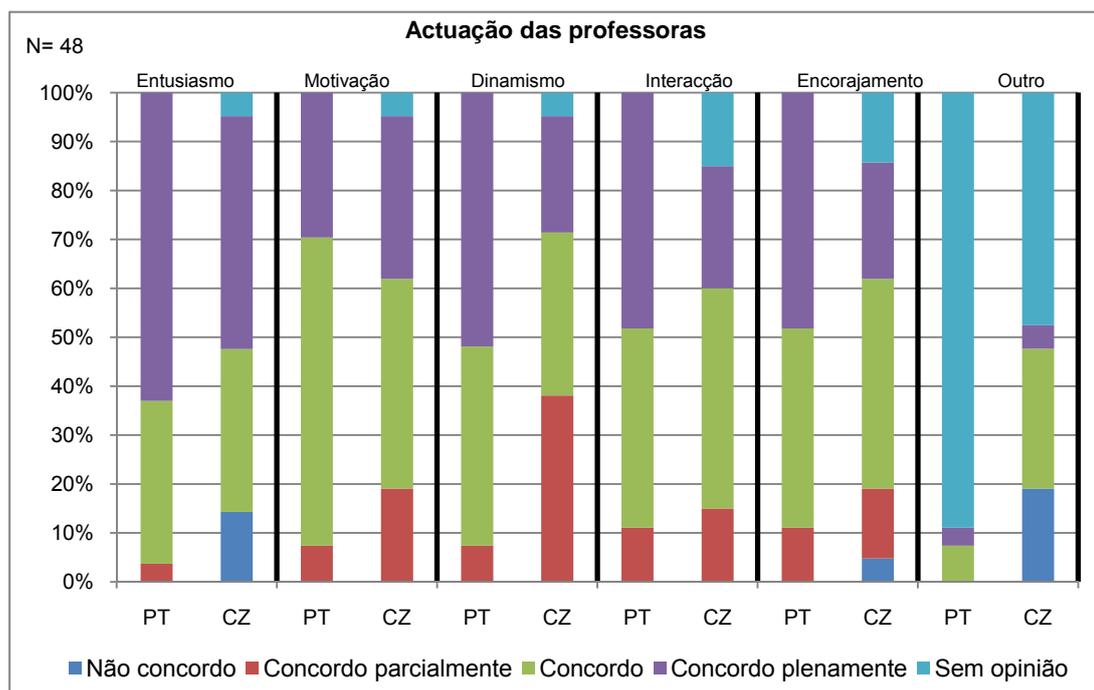


Figura 16 – Opinião dos alunos relativamente ao desempenho da respectiva professora (PT- alunos portugueses; CZ - alunos checos)

Grande percentagem (47,6%) dos alunos checos “concordam plenamente” em reconhecer o entusiasmo da professora como determinante na interação, bem como lhe identificam competências para motivar (42,9%), acompanhar (47,6%) e encorajar (42,9%) os alunos para a partilha das experiências de aprendizagem. Contudo, 38,1% dos alunos “concorda parcialmente” com o dinamismo da professora nas actividades presenciais, mas estes não deixam de evidenciar, nas justificações apresentadas, que a docente se mostrou “*very active. She do for us everything what she can. I think that this project was very good for us and our teacher is very happy that we do it good*”. (Respondent 20)

Atevemo-nos a afirmar que, se por um lado as professoras disponibilizaram ferramentas aos alunos que os ajudaram a tornarem-se investigadores activos do mundo que os rodeia, por outro, estas assumiram-se como parceiras ao organizar/preparar o saber, estimular o diálogo, a reflexão e a participação crítica dos alunos, ao longo das produções e aprendizagens que foram efectuadas pelos discentes.

❖ Influência das actividades e das ferramentas exploradas na aprendizagem

Ao serem questionados sobre a influência das actividades e das ferramentas exploradas nas aprendizagens dos alunos, os discentes portugueses referem que a estrutura das actividades, a preparação e organização das sessões, a interacção gerada no seio do grupo e a maneira como se efectuou a discussão das actividades, são aspectos que obtêm a concordância de grande parte dos inquiridos como sendo factores determinantes na compreensão da temática em estudo. As ferramentas utilizadas foram aprovadas por uma grande parte dos alunos, 51,9% e 44,4% dos inquiridos portugueses “concordam plenamente” e “concordam”, respectivamente, em afirmar que as ferramentas privilegiadas estimularam a partilha (Tabela 17).

Grande percentagem dos alunos checos “concorda” em reconhecer a estrutura dos materiais (fichas de trabalho, protocolos de actividades laboratoriais e experimentais), a preparação/organização das sessões, as actividades e tarefas, a interacção intergrupar, a discussão gerada e as ferramentas utilizadas para a partilha, como adequadas a uma melhor compreensão da temática em estudo.

Tabela 17 - Opinião dos alunos relativamente às actividades implementadas e às ferramentas utilizadas durante a partilha de aprendizagens (PT- alunos portugueses; CZ - alunos checos)

	Não concordo (%)		Concordo parcialmente (%)		Concordo (%)		Concordo plenamente (%)		Sem opinião (%)	
	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ	PT	CZ
A estrutura das actividades (material escrito fornecido) facilitou a aprendizagem	0,0	0,0	18,5	33,3	55,6	42,9	25,9	14,3	0,0	9,5
A preparação/ organização das sessões online facilitou a partilha	0,0	9,5	11,1	28,6	59,3	38,1	29,6	19,1	0,0	4,8
As actividades e as tarefas propostas facilitaram a aprendizagem	0,0	9,5	14,8	23,8	66,7	57,1	18,5	0,0	0,0	9,5
A interacção no seio do seu grupo facilitou a aprendizagem	3,7	4,8	11,1	23,8	55,6	42,9	29,6	23,8	0,0	4,8
A interacção inter-grupal (com os colegas checos) promoveu a aprendizagem	3,7	4,8	22,2	28,6	51,9	42,9	22,2	19,1	0,0	4,8
A maneira como foi efectuada a discussão das actividades facilitou a aprendizagem	0,0	9,5	22,2	33,3	74,1	38,1	3,7	14,3	0,0	4,8
As ferramentas de comunicação (e-mail, MSN, Facebook, Skype) privilegiadas estimularam a partilha	0,0	0,0	3,7	33,3	44,4	23,8	51,9	33,3	0,0	9,5
A duração da partilha facilitou a aprendizagem	0,0	4,3	40,7	33,3	40,7	38,1	18,5	19,1	0,0	4,8
Outro	0,0	14,3	0,0	9,5	7,4	23,8	0,0	4,8	92,6	47,6

Os alunos reconhecem que as actividades implementadas os envolveram activamente na aprendizagem, encorajaram a cooperação e a colaboração e que as ferramentas usadas na partilha desempenharam papel preponderante ao facilitar a interacção entre “colegas” dos dois países, como se pode verificar pela análise do gráfico da figura 17.

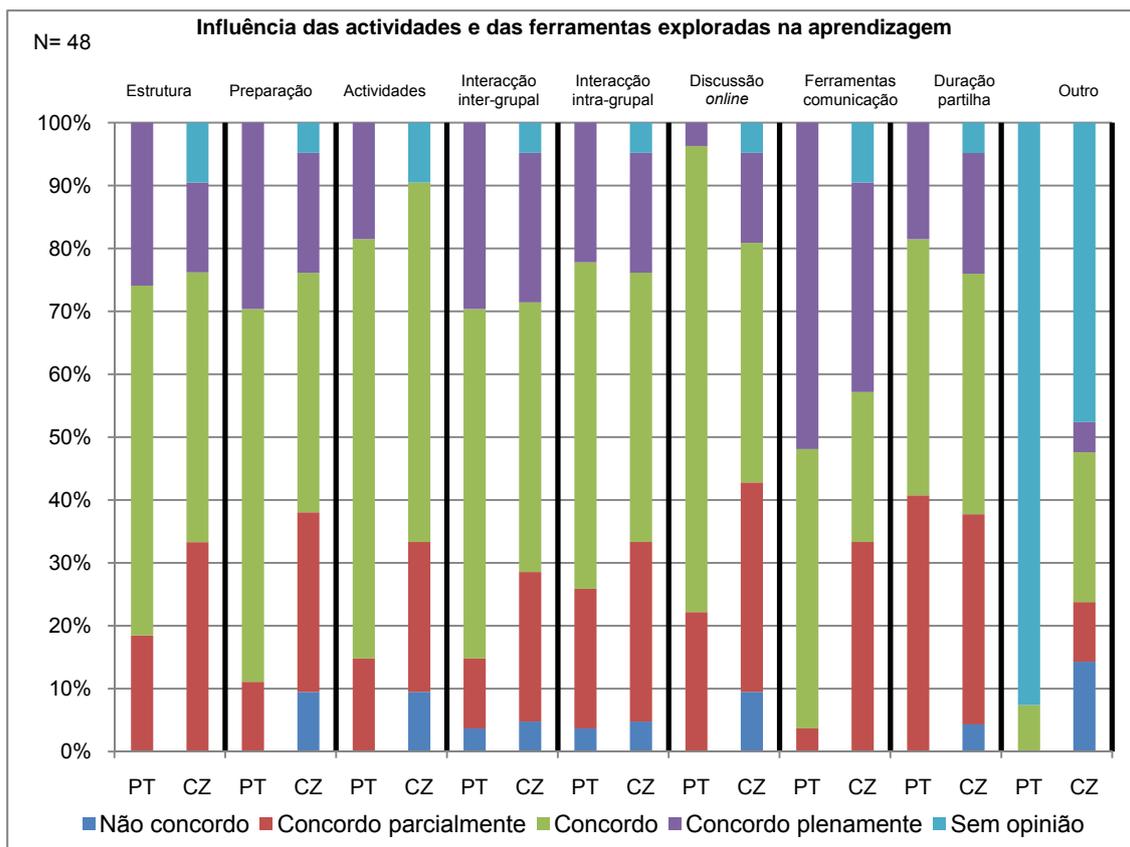


Figura 17 – Opinião dos alunos relativamente às actividades implementadas e às ferramentas utilizadas durante a partilha de aprendizagens (PT- alunos portugueses; CZ - alunos checos)

B- Influência do ambiente *online* no desempenho de papéis pelo aluno e pela professora

Apresentam-se e analisam-se, seguidamente, os resultados obtidos nas perguntas que visam recolher informações sobre a influência dos ambientes *online* no desempenho dos alunos e respectivas professoras.

❖ Desempenho dos alunos em ambiente *online*

Quando questionados sobre a influência do ambiente *online* no seu desempenho, ambos os grupos de alunos reconhecem que este influenciou positivamente o seu desempenho, constituindo-se como um ambiente favorável à aprendizagem, motivando-os para o estudo da temática e para o desenvolvimento de competências ao nível da utilização da língua inglesa (Figura 18), como constatamos pelas justificações que a seguir se apresentam:

“ (...) são necessárias actividades como estas para cativar os alunos e fomentar o gosto pela aprendizagem.” (Respondente 1)

“A partilha online influenciou de maneira positiva a minha aprendizagem e o desenvolvimento do uso da língua inglesa. No geral, a actividade foi produtiva ajudou na compreensão de matéria e no desenvolvimento no campo lexical.” (Respondente 6)

“ (...) porque ao trocar impressões da matéria com colegas estrangeiros temos o entusiasmo de querermos aprender mais e mais.” (Respondente 14)

“Porque ao trocar impressões e ideias, dei conta de algumas partes da matéria que não sabia.” (respondente 26)

“ (...) estando online com outros colegas nosso de outro país tínhamos que estar mais atentos e fez-nos tentar empenharmo-nos mais.” (Respondente 27)

“I can speak English much better now...” (Respondent 4)

“Yes, biology is easier, because now I have a lot of new information” (Respondent 8)

“It improve my learning and helped me to understand new facts.” (Respondent 15)

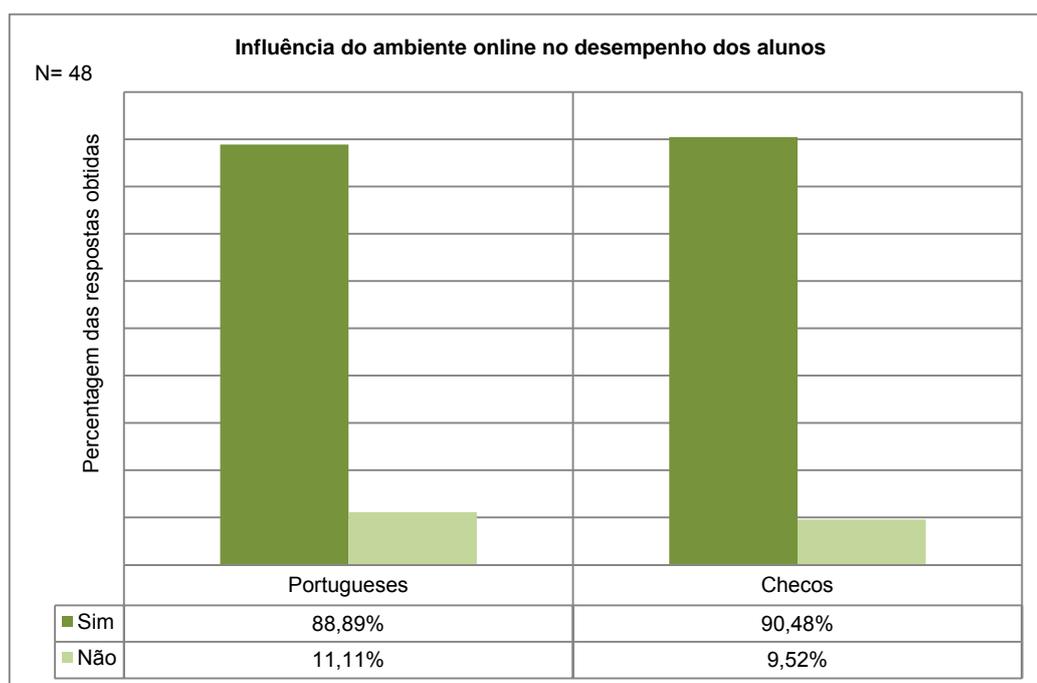


Figura 18 - Opinião dos alunos sobre a influência do ambiente *online* no seu desempenho

❖ Desempenho das professoras em ambiente *online*

Questionados sobre a influência do ambiente *online* no desempenho das respectivas professoras, no grupo de alunos portugueses a percentagem de alunos que concorda que o ambiente *online* influenciou o seu desempenho é

muito semelhante à que considera que não houve influência (Tabela e gráfico da figura 19).

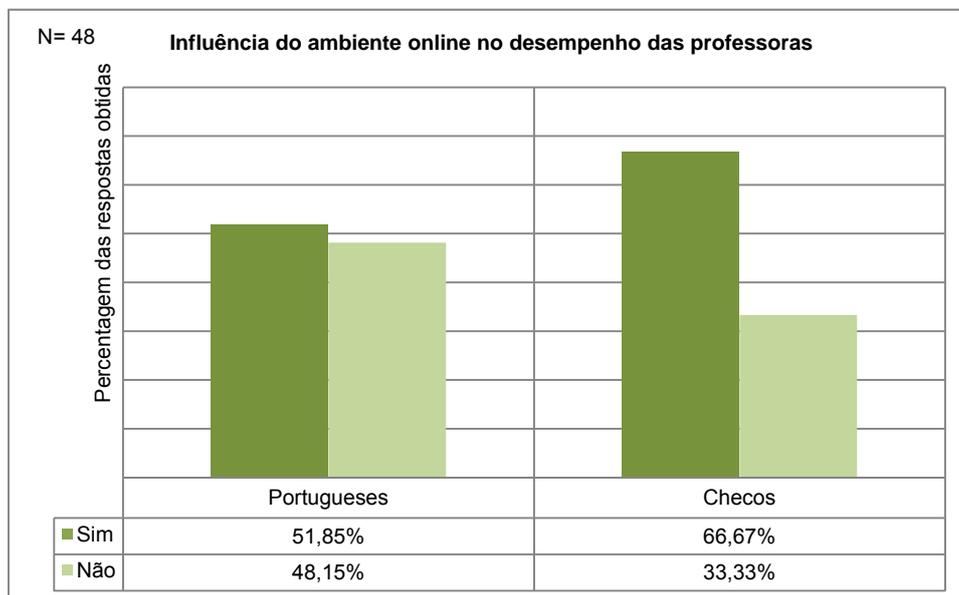


Figura 19 - Opinião dos alunos sobre a influência do ambiente *online* no desempenho das respectivas professoras

Relativamente ao desempenho das professoras, as justificações apresentadas mostram que os alunos tiveram alguma dificuldade em interpretar o que lhes era pedido, conforme se pode constatar nas afirmações que a seguir se apresentam:

“Claro que as nossas aulas se realizaram de um modo diferente, mas não acho que o ambiente online nos tenha prejudicado, uma vez que a professora foi sempre responsável e competente, independentemente de utilizarmos a Internet ou não.”
(Respondente 1)

“Se influenciou, foi pela positiva. Mas julgo que o empenho da professora pouco variou em relação às aulas online e “não online”. A utilização da Internet em nada prejudicou o desempenho da professora.” (Respondente 7)

“A professora mostrou-se bastante interessada, empenhada pelo projecto e nem a língua inglesa nem o ambiente online influenciou o desempenho da professora pois foi capaz de passar essa dificuldade com êxito e desenrascou-se bem.”
(Respondente 8)

Em algumas das respostas dadas, os alunos julgam o trabalho da respectiva professora como se pode constatar nas justificações de alguns inquiridos:

“Durante toda a actividade a professora revelou interesse e incentivou os alunos a participarem e a interagirem. Esse entusiasmo foi importante para não deixar esmorecer a actividade, pois a professora deu um grande contributo para o funcionamento desta parceria. Talvez sem a sua persistência e sem a sua vontade este projecto nunca tivesse sido mais que algo em papel e imaginado.” (Respondente 6)

“Ao falarmos com colegas de outras línguas e professora teve de começar a ter aulas de inglês para passar o trabalho para os checos o que lhe deu muito trabalho.” (Respondente 14)

“A professora agiu normalmente como em todas as aulas mostrando o mesmo empenho de sempre e estando sempre presente para qualquer dúvida que surgisse, embora tenha mostrado um pouco de preocupação para que tudo corresse na perfeição, o que acabou por acontecer.” (Respondente 22)

“ (...) a professora mostrou-se preocupada e empenhada ao longo de todo o projecto e via-se que trabalhava para nos fornecer a informação necessária para as nossas conversas online.” (Respondente 23)

A percentagem de alunos checos que reconhece que o ambiente *online* influenciou o desempenho da respectiva professora é superior, quando comparado com o grupo de alunos portugueses inquiridos (66,7% e 51,9%, respectivamente). As justificações apresentadas denunciam, à semelhança do referido anteriormente para os alunos portugueses, que os inquiridos têm alguma dificuldade em argumentar as alterações verificadas em termos de desempenho da docente. Apresentam-se, a seguir, algumas dessas justificações:

“our teacher wanted to show us that she can work with computers.” (Respondent 3)

“because she cannot very well work with computer.” (Respondent 7)

“I think that online environment influenced our teacher in right direction and helped her to show us new possibilities.” (Respondent 15)

“yes, but she is active normally.” (Respondent 21)

Os alunos portugueses, quando questionados acerca de possíveis sugestões para a execução de futuros trabalhos, em ambiente *online*, aventuram a realização de jogos didácticos (Respondentes 20, 23, 25 e 26) e de actividades que envolvam a dissecação de órgãos de animais (Respondentes 2 e 3), apontando um grande número para a realização de *“mais actividades como estas, mas relacionadas com outras temáticas”* (Respondentes 5, 6, 8, 9, 16, 19 e 24), bem como a abertura a outros países, nomeadamente, a Finlândia (Respondente 8). Há alguns alunos que referem a necessidade de se investir em equipamentos, nomeadamente, computadores e instalação de *Internet* mais rápida.

Os alunos checos referem igualmente a necessidade de melhores computadores, uma vez que *“all was perfect but we have bad computers”* (Respondent 11), porque ambicionam continuar a partilha, como se constata pelo comentário *“I’d like to work with Portuguese again”* (Respondents 10 e 21). Não apresentam sugestões para novas actividades, depreendendo-se pelos comentários que gostaram do trabalho realizado: *“I hope, it will be more work like this”* (Respondent 6) e *“I liked it”* (Respondent 19).

CAPÍTULO V

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo apresentamos as considerações finais do estudo tendo por base as questões e os objectivos da investigação e que oportunamente se recordarão. Para finalizar, expomos algumas reflexões que consideramos pertinentes para investigações futuras, bem como algumas das limitações ao presente estudo.

Com o desenvolvimento do presente projecto as professoras abandonaram o seu *eu solitário* (Sá-Chaves e Amaral *in* Alarcão, 2000) e passaram a reflectir em parceria sobre a forma como ensinam, os resultados que obtêm, sobre o conhecimento teórico, pedagógico, pedagógico de conteúdo e, ainda, sobre os currículos que melhor servem os seus alunos. Poderemos considerar estes elementos como evidências que permitem concluir que se atingiu o objectivo proposto de fomentar a criação de parcerias e partilha de conhecimentos entre pares com experiências diversificadas, em contexto transnacional. As professoras trabalharam em conjunto, com o objectivo de elaborar propostas de abordagem que fomentassem melhorias na qualidade da educação por elas ministradas.

Os respectivos diários ajudaram-nos a compreender a influência da partilha de saberes e experiências no seu desenvolvimento pessoal e profissional. Ambas se envolveram no processo de enriquecimento das suas competências didácticas. Podemos assim sublinhar que o desenvolvimento profissional diz respeito aos aspectos ligados à dimensão didáctica, mas também à acção educativa mais geral, aos aspectos pessoais e relacionais e de interacção entre professores.

Como resposta à questão: “*Que contributos advêm do processo de auto- e hetero-Supervisão das práticas lectivas, desenvolvidas em contexto online, para a formação pessoal e profissional das professoras participantes neste projecto de investigação?*” podemos afirmar que ambas as docentes reconhecem os benefícios múltiplos que o projecto de investigação-acção lhes proporcionou, nomeadamente no que se refere:

- ao estabelecimento de relações afectivas entre ambas as docentes, muito para além das relações estritamente profissionais: “*New friends – I was looking forward to communication with A(...), I hope we will collaborate in the future.*”;

- ao desenvolvimento de conhecimentos e *skills*, no decurso da pesquisa de nova informação para a elaboração das actividades implementadas: *“I found new information in prepared materials for example description of Van Helmont experiment, etc. I mentioned them in commentary to worksheets, I enrich myself about new ideas.”*;

- a novas formas de perspectivar o ensino: *“New experiences with methodology of teaching – I can compare my teaching with A, I know Portuguese book and other materials, I can inspire with it. I can upgrade my teaching. A lot of things I can use in teaching of chemistry lessons.”*;

- ao desenvolvimento de competências ao nível da utilização das tecnologias de informação e comunicação e da utilização da língua inglesa para a comunicação: *“Improvement my ICTs - Skype, English, my teaching methods etc. [...] I had to prepare materials using ICTs and I was strong motivated to learn.”* Reconhecendo-se, assim, tal como se pretendia no início do estudo, a importância das tecnologias da informação e comunicação na construção de percursos partilhados de ensino e aprendizagem;

- ao desenvolvimento de metodologias facilitadoras da interdisciplinaridade, promovendo uma interacção permanente entre diferentes áreas do saber:

“Collaboration among teachers at my school - it was solution of the difference in curriculum (number of lessons), my colleagues taught some parts of topic [...]. I think this collaboration created to be good team.” [...]“During lessons of Geography they speak about Portugal.”;

- ao estabelecimento de relações de empatia e maior proximidade com os alunos:

“Collaboration contributes to the relationship between me and my students. We had to communicate more than usual and students felt my help. Our relationships are better than is usual between teacher and students. There are maybe only three students which are not so enthusiastic in our collaboration.”

O facto de os alunos portugueses frequentarem pela primeira vez esta escola, exigiu da parte da respectiva professora um maior esforço para conquistar a empatia dos alunos e os motivar para o estudo das temáticas da disciplina e consequentemente das que foram objecto da partilha. Esta tarefa foi mais

facilitada para a professora checa uma vez que esta já conhecia os alunos de anos anteriores.

Concluimos que entre ambas as docentes se estabeleceu uma cultura de parceria e supervisão reflexiva, edificando interações críticas geradas pelo diálogo aberto e franco. Saliente-se ainda que apesar de a docente da República Checa deter o grau de doutora em Educação, mais propriamente, na área “*Students’ Skills in Chemistry Education*”, ambas as professoras se posicionavam no mesmo patamar supervisivo. A supervisão da prática educativa emergiu da auto- e hetero-supervisão comprometida e colaborante em que as duas professoras se entre-ajudaram a desenvolver-se e a melhorar as respectivas práticas de ensino e aprendizagem.

Da reflexão partilhada resultou a (re)construção de conhecimento, em função da capacidade de cada uma das professoras para processar e relacionar a informação que já detinha com a informação que a parceria colaborativa lhes acrescentou conferindo-lhe ainda novos sentidos, cabendo à supervisão (auto- e hetero-) a gestão dos processos de reconstrução.

Em ambas as professoras ocorreu, tal como refere Sá-Chaves (2007), a desejada *transformabilidade* gerada pela Supervisão, onde o conhecimento pessoal e profissional se reconstruíram, fruto de contributos e interações múltiplos num contexto do *paradigma de inacabamento*.

Um dos objectivos definidos para o presente estudo era o de “avaliar os impactes que materiais curriculares desenvolvidos em parceria e colaboração e em contexto *online* têm na melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos”.

Relativamente à questão: “*Que impactes advêm da construção em parceria de estratégias de ensino e de aprendizagem em contexto online, na melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos?*” estamos neste momento em condições para ousar considerar que o mesmo influenciou positivamente as aprendizagens dos alunos. Da apreciação feita pelos alunos em algumas das questões do questionário, através das melhorias evidenciadas aquando da realização da avaliação diagnóstica final comparativamente à inicial e tendo em

conta os resultados das avaliações formativa e sumativa⁴³ realizadas pelas duas docentes, constatou-se que as melhorias não se situam somente ao nível das competências específicas das Ciências, nomeadamente da temática em estudo, mas igualmente no que se refere à utilização das TIC. Ao partilhar experiências de aprendizagem os alunos puderam (re)construir conhecimento, desenvolvendo competências conceptuais, procedimentais e atitudinais, conjugando diferentes áreas do saber.

Em jeito de balanço, podemos afirmar que para além dos conhecimentos adquiridos e utilizados na área da Biologia, os alunos aprenderam a utilizar as ferramentas tecnológicas de forma sustentada e apropriada, conseguindo potenciá-las ao máximo numa perspectiva de aprendizagem. O facto de os alunos se envolverem directamente no processo de ensino e de aprendizagem, partilhando actividades em *ambiente online*, exigiu responsabilidade da sua parte, oferecendo-lhes a motivação e a perseverança necessárias para a aprendizagem da temática em causa. Apresentam-se alguns dos comentários produzidos que fundamentam as considerações feitas:

“Este tipo de tarefas ajuda a compreender, na minha opinião, melhor a matéria, e a interiorizá-la, porque somos nós a fazê-lo e somos quase obrigados a sabê-la para não dizermos “asneiras” aos nossos colegas na hora da apresentação.” (A2, Grupo 5)

“Com este trabalho, aprendi novos conceitos que permitiu uma melhor aquisição da matéria nova. A experiência laboratorial por nós realizada foi muito interessante, tanto para nós como para os nossos colegas.” (A3, Grupo 1)

“Ao longo do 2º e 3º período comunicamos com os nossos colegas da República Checa, penso que foi uma actividade que correu muito bem, toda a turma colaborou da melhor maneira possível e com essa actividade aprendemos a matéria de uma maneira mais interessante. Passámos o dia 5 de Junho com alguns checos e foi uma experiência muito boa, gostei muito.” (A1, grupo 6)

*“The students of partner schools taught together.
In my opinion this method is very interesting for students and it motivates them, that why they have got better results” (Professora B)*

Podemos afirmar que, quer as professoras, quer os alunos desenvolveram e aprenderam no seio de um projecto no qual eles próprios foram os principais actores e dinamizadores, fruto de uma colaboração e ajuda mútuas e numa

⁴³ Nomeadamente nos testes de avaliação escrita

atitude de diálogo permanente, pois, apesar da diferença de funções, ambos procuravam atingir objectivos comuns.

Os resultados deste estudo permitem apontar para as consequências da auto- e da hetero-supervisão das práticas lectivas na motivação e na melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos, em ambiente *online*, potenciando a utilização das tecnologias de informação e comunicação. As melhorias nos resultados das actividades de diagnóstico inicial e final e as opiniões dos alunos comprovam esta convicção. As professoras concluem, com base nas observações feitas e nas opiniões emitidas pelos discentes, que a motivação se constituiu como uma das forças importantes que orientaram as acções dos alunos e que com ela, se dispuseram mais facilmente a aprender.

Como reconhecimento da importância da partilha de situações de ensino e aprendizagem realizada com os alunos portugueses, os decisores políticos na República Checa, as entidades governamentais e entidades locais do Ministério da Educação, financiaram a vinda a Portugal de um grupo de alunos envolvidos no estudo e da respectiva professora.

Acreditamos também valer a pena dizer que deste processo de auto- e hetero-supervisão comprometida e colaborante, emergiu o reconhecimento que o agir profissional do professor não pode constituir-se como um acto isolado e confinado à “sua” sala de aula.

Uma vez que não há desenvolvimento individual sem a intervenção do meio, a escola, enquanto espaço de actividade profissional, deve criar condições de desenvolvimento e aprendizagem a todos os que nela actuam: professores, funcionários e alunos, recorrendo ao trabalho colaborativo. Caso contrário corremos o risco de termos uma escola em que a cooperação se limita a um conjunto de estratégias usadas por certos professores na “sua” sala de aula.

É fundamental mobilizar novas determinações na criação de ambientes educativos inovadores e de espaços de aprendizagem que estejam à altura dos desafios da actualidade.

Urge a criação de processos de comunicação e espaços apropriados, que permitam as trocas de experiências/práticas, significados, convicções e valores

individuais, para que não se percam percursos partilhados de ensino e de aprendizagem deste cariz.

De tal forma as professoras estão convictas das mais-valias que este estudo lhes proporcionou que pretendem prosseguir a partilha das suas experiências de ensino e de aprendizagem em ambiente *online*. Para tal inscreveram-se no programa “eTwinning – A comunidade de Escolas da Europa”⁴⁴, no âmbito do qual pretendem prosseguir a partilhar as suas experiências, desenvolvendo novos projectos escolares.

Limitações ao estudo:

A maior dificuldade sentida pela professora-investigadora advém da utilização da língua inglesa na comunicação quer oral quer escrita, por se tratar de uma língua que esta não dominava o que dificultou, por vezes, as interacções entre as docentes.

Outra limitação sentida foi a de, apesar de ter sido atribuída à professora-investigadora licença sabática, o horário de trabalho que lhe foi distribuído não permitiu uma rentabilização das tarefas inerentes às duas actividades que acumulava no momento: docente e investigadora.

Para que a professora-investigadora desenvolvesse este estudo foi atempadamente solicitada, ao órgão de gestão da escola, a atribuição de uma mancha horária de trabalho nos primeiros tempos da manhã, condição necessária para que se estabelecessem os contactos *online* em contexto de sala de aula. Tal não aconteceu e caso não fosse a flexibilidade revelada pela Gymnazium School, pela docente checa e respectivos colegas, tais interacções não teriam sido possíveis.

Há ainda a salientar algumas dificuldades de natureza logística, nomeadamente no que se refere às instalações escolares onde decorreu a implementação dos materiais didácticos concebidos pelas duas docentes envolvidas no projecto, que não foram as mais adequadas para a realização de actividades laboratoriais e/ou experimentais. O espaço onde decorreram as actividades era contudo um dos poucos que permitia um acesso à *Internet* mais

⁴⁴ Disponível em: <http://www.etwinning.net/pt/pub/index.htm>

eficaz. Destaca-se ainda o facto de os computadores da escola não possuírem *webcam* e de não suportarem a instalação do programa *Skype*, condições indispensáveis para a partilha de situações de ensino e de aprendizagem via videoconferência, daí a necessidade da sua aquisição, encargos que tiveram que ser assumidos pelas professora-investigadora para que fosse possível a concretização da comunicação *online* entre alunos.

Por último, mas não menos importante, realça-se como dificuldade acrescida a escassez de informação relativamente às estratégias de supervisão implementadas neste estudo, de auto e hetero-supervisão comprometida e colaborante. As limitações em termos de referências bibliográficas referem-se sobretudo à hetero-supervisão, constituindo-se esta, como um dos aspectos não muito trabalhado e, conseqüentemente, menos divulgado, até ao momento, na área da supervisão, porque, como refere Alarcão (2009), normalmente, quando se fala em supervisão, pensa-se em supervisão de professores em formação inicial.

BIBLIOGRAFIA

Alarcão, I. (1995). *Supervisão de Professores e Inovação Educacional*. Aveiro: Centro de Investigação, Difusão e Intervenção Educacional.

Alarcão, I. (org.) (2000). *Escola Reflexiva e Supervisão. Uma escola em desenvolvimento e aprendizagem*. Porto: Porto Editora.

Alarcão, I. (2001). *Professor-investigador: Que sentido? Que formação?* In Cadernos de Formação de Professores, 1, p. 21-30. Texto resultante de intervenção no Colóquio sobre "*Formação Profissional de Professores no Ensino Superior*", organizado pelo INAFOP, Aveiro, 24 de Novembro de 2000. Disponível na *Internet* em: <http://ia.fc.ul.pt/ce/formandos/textos-pdf/alarcao01.pdf> (acedido em 15/10/08)

Alarcão, I. (org) (2005). *Formação Reflexiva de Professores. Estratégias de Supervisão*. Porto: Porto Editora.

Alarcão, I.; Tavares, J. (2007). *Supervisão da Prática Pedagógica. Uma Perspectiva de Desenvolvimento e Aprendizagem*, 2ª Edição. Coimbra: Livraria Almedina.

Alarcão, I.; Roldão, M.C. (2008). *Supervisão. Um contexto de desenvolvimento profissional de professores*. Mangualde: Edições Pedagogo.

Alarcão, I. (2009). *Formação e Supervisão de Professores: Uma nova abrangência*. Texto da conferência proferida na Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Lisboa, a 3 de Maio de 2007. *Sísifo. Revista de Ciências da Educação*, 08, pp. 119-128. Disponível na *Internet* em: <http://sisifo.fpce.ul.pt> (acedido em 15/12/2009).

Amaral, M.J.; Ribeiro, D.; Moreira, M.A. (1996). *O papel do supervisor no desenvolvimento do professor reflexivo: estratégias de supervisão*. In Alarcão, I (org). *Formação reflexiva de professores, Estratégias de Supervisão*. Porto: Porto Editora.

- Amiguiño, A. (1992). *Viver a formação, construir a mudança*. Lisboa: Educa.
- Arends, R. I. (1995). *Aprender a ensinar*. Lisboa: McGraw-Hill.
- Baker, W.; McNicoll, A. (2006). *I can get by with a little help from my friends: Peer mentoring - critical friends for the reflective practitioner*. Auckland, New Zealand: HERDSA.
- Balancho, M. J. S.; Coelho, F.M. (2005). *Motivar os alunos, criatividade na relação pedagógica: conceitos e práticas*. 2ª Edição. Porto: Texto Editora.
- Bardin, L. (1979). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bisquerra, R. (1989). *Métodos de Investigación Educativa: guía practica*. Barcelona: CEAC.
- Bogdan, R.; Biklen, S. (2006). *Investigação Qualitativa em Educação. Uma Introdução à Teoria e aos Métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bonito, J. (2001). *As actividades práticas no ensino das Geociências: um estudo que procura a conceptualização*. Lisboa: IIEME.
- Cachapuz, A.; Praia, J.; Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Temas de Investigação, 26, Ministério da Educação.
- Cachapuz, A.; Gil-Perez, D.; Carvalho, A.; Praia, J.; Vilches, A. (org) (2005). *A Necessária renovação do ensino das ciências*. S. Paulo: Cortez Editora.
- Canário, R. (2007). *Formação e desenvolvimento profissional dos professores*. In Conferência “Desenvolvimento profissional de professores para a qualidade e para a equidade da Aprendizagem ao longo da Vida”. Lisboa: Ministério da Educação.
- Carmo, H.; Ferreira, M.M. (1998). *Metodologia da investigação. Guia para auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.

Cavalier, R.; Reeves, T.C. (1993). *International perspectives on the impact of computing in education: Introduction to special issue*. Educational Technology Publications.

Cogan, M.L. (1973). *Clinical Supervision*. Boston: Houghton Mifflin Company.

Coll, C; Martin, E.; Mauri, T.; Miras, M.; Onrubia, J.; Solé, I.; Zabala, A. (2001). *O construtivismo na sala de aula*. Porto: Edições Asa.

Comissão Europeia (2000). *Relatório europeu de Maio de 2000 sobre a qualidade do ensino básico e secundário: dezasseis indicadores de qualidade*. Sínteses da Legislação da EU. Disponível na *Internet* em:

http://europa.eu/legislation_summaries/education_training_youth/lifelong_learning/c11063_pt.htm (acedido em 01/05/08)

Comissão Europeia (2002a). *Educação e Formação na Europa: sistemas diferentes, objectivos comuns para 2010* (documento policopiado). Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias.

Comissão Europeia (2002b). *Os professores também devem beneficiar de uma educação e formação de qualidade! A Comissão propõe melhorar a qualidade dos estudos e da formação dos professores da União Europeia*. IP/07/1210. Bruxelas. Disponível na *Internet* em:

<http://www.europedirect.uac.pt/noticias/ver.php?id=296> (acedido em 01/05/08).

Comissão Europeia (2006). *Eficiência e equidade nos sistemas de educação e formação*. Bruxelas: Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu, disponível na *Internet* em:

http://eurlex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lq=pt&type_doc=COMfinal&an_doc=2006&nu_doc=481 (acedido em 20/06/08)

Comissão Europeia (2008). *Quadro Europeu de Qualificações para a aprendizagem ao longo da vida (QEQ)*. Luxemburgo: Serviço das Publicações

Oficiais das Comunidades Europeias. Disponível na *Internet* em: http://ec.europa.eu/dgs/education_culture/publ/pdf/eqf/broch_pt.pdf (acedido em 20/06/08).

Costa, A.L.; Garmston, R.J. (1994). *Cognitive coaching: A foundation for renaissance schools*. Norwood, MA: Christopher-Gordon Publishers, Inc.

Departamento do Ensino Secundário (2001). *Programa de Biologia e Geologia 10º ano*. Lisboa: Ministério da Educação.

Elliott, J. (1990). *La investigación-acción en educación*. Madrid: Ediciones Morata.

Estrela, A. (1994). *Teoria e Prática de Observação de classes. Uma Estratégia de Formação de Professores*. 4ª Edição. Porto: Porto Editora.

European Commission (2005). Common European Principles of Teacher Competences and Qualifications. Disponível na *Internet* em: http://ec.europa.eu/education/policies/2010/doc/principles_en.pdf (acedido em 01/05/08).

European Teachers Professional Development for Science Teaching in a Web-based Environment - Projecto nº. 129455-CP-1-2006-1-PT-COMENIUS-C21. Disponível na *Internet* em: <http://cms.ua.pt/eustd-web/?q=node/5> (acedido em 01/05/08)

EURYDICE (2006). *O Ensino das Ciências nas Escolas da Europa*. Lisboa: GIASE.

EURYDICE (2008a). *Eurybase - The Information Database on Education Systems in Europe: The Education System in the Czech Republic*. European Commission: Directorate-General for Education and Culture.

EURYDICE (2008b). *National summary sheets on education systems in Europe and ongoing reforms - CZECH REPUBLIC*. European Commission: Directorate-General for Education and Culture.

Fontaine, A.M. (2005). *Motivação em contexto escolar*. Lisboa: Universidade Aberta.

Fontes, A.; Freixo, O. (2004). *Vygostsky e a Aprendizagem Cooperativa*. Lisboa: Livros Horizonte.

Fosnot, C. T. (1998). *Construtivismo: teoria, perspectivas e prática pedagógica*. Porto Alegre: ArtMed.

Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra.

Gepe (2007). *Estudo de Diagnóstico: a modernização tecnológica do sistema de ensino em Portugal*. Lisboa: Ministério da Educação. Disponível na Internet em: http://www.escola.gov.pt/docs/gepe_diagno%C3%B3stico_tic_escolas.pdf (acedido em 04/08/09)

Gepe (2008). *Plano Tecnológico de Educação. Competências TIC. Estudo de implementação, vol.1*. Lisboa: Ministério da Educação.

Giroto, V.; Light, P. (1993). *The pragmatic basic of children's reasoning*. In P. Light e G. Butterworth (ed), *Context and cognition: Ways of learning and knowing*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Gomes, M.J. (2008). *Na senda da inovação tecnológica na Educação a Distância*. Revista Portuguesa de Pedagogia, 42(2), p. 181-202.

Gonçalves, D. (2006). *"Da inquietude ao conhecimento"*. Saber(e) Educar, 11, p. 101-109.

GRIGOLI, Josefa A. G., TEIXEIRA, Leny R. M., LIMA, Claudia Maria de et al (2007). *A formação do professor investigador na escola e as possibilidades da pesquisa colaborativa: um retrato sem retoques*. Rev. Lusófona de Educação. [online], 10, p.81-95. Disponível na Internet em: http://www.scielo.oces.mctes.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S16457250200

7000200007&lng=pt&nrm=is (acedido em 08/02/09).

Hargreaves, Andy (2001). *Os Professores em Tempos de Mudança. O trabalho e a cultura dos professores na idade pós-moderna*. Lisboa: Mc Graw-Hill.

Hill, M.M.; Hill, A. (2005). *Investigação por questionário*. 2ª edição. Lisboa: Edições Sílabo.

Hodson, D. (1988). *Filosofía de la Ciencia y educación Científica*. In Porlán, R. et al. (Org.). *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*. Sevilla: Díada Editoras, 5

Huertas, J. A. (2001). *Motivación: querer aprender*. Buenos Aires: Aiqué.

Leite, A.; Futuro, A.; Silva, R.; Marques, L.; Praia, J. e Trindade, V. (1994). *Tectónica global e trabalho prático: contribuição para um sentido inovador do ensino*. Enseñanza de las ciências de la tierra, 2.2 e 2.3, 354.

Leite, C. (2000). *A figura do "amigo crítico" no assessoramento/ desenvolvimento de escolas curricularmente inteligentes*. Faro: Actas do 5º Congresso da SPCE. Disponível na *Internet* em: www.fpce.up.pt/ciie/publs/artigos/amigocritico.doc (acedido em 29/01/09).

Leite, L. (2000). *As actividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos*. In Sequeira, M. et al. (Org.). *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho, 91.

Leite, C. (2001). *A reorganização curricular do Ensino Básico – problemas, oportunidades e desafios*. In Freitas, C. V.; Leite, C.; Morgado, J. C. e Valente, M.O. *A reorganização curricular do Ensino Básico*. Cadernos do CRIAP. Porto: Edições Asa.

Lieury, A.; Fenouillet, F. (1997). *Motivação e sucesso escolar*. Lisboa: Editorial Presença.

Lima, M.J. (2005). *Tecnologia ou pedagogia – o que veio primeiro, o ovo ou a galinha?* In Belchior, M. e Freitas, J.C. M Belchior, JC Freitas. *E-Learning (Moo-*

dle), *As TIC nos Projectos de Intervenção Local: Uma Actividade Colaborativa*. Actas da Conferência Internacional de Tecnologias da Informação e Comunicação-2005. Disponível na *Internet* em:

<http://www.nonio.uminho.pt/challenges/actchal05/tema01/01MargaridaBelchior.pdf>
(acedido em 14/02/08).

Máximo-Esteves, L. (2008). *Visão Panorâmica da Investigação-Ação*. Porto: Porto Editora.

Mintzes, J. J.; Wandersee, J.H.; Novak, J.D. (2000). *Ensinando ciências para a compreensão - uma visão construtivista*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Mintzberg, H. (1995). *Strategic thinking as "seeing"*. In GARRAT, B. *Developing Strategic Thought. Rediscovering the Art of Direction-giving*. New York. MacGraw-Hill.

Mion, R.A.; Saito, C.H.(org.) (2001). *Investigação-Ação: Mudando o Trabalho de Formar Professores*. Ponta Grossa: Gráfica Planeta.

Montero, L. (2005). *A construção do Conhecimento Profissional Docente*. Bobadela: Instituto Piaget.

Morais, C.; Miranda, L.; Dias, P.; Almeida, C. (1999). "*Tecnologias de informação na construção de ambientes de aprendizagem*". In Dias, P. e Freitas, C. V. (Orgs.), *Actas do Challenges 99, I Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação*. Braga: Centro de Competência Nónio Século XXI da Universidade do Minho, 30, p. 221 – 231.

Morais, M. M.(1993). *A reflexão-acção na formação de professores*. *Aprender*, 15, p. 27-30.

Moreira, M. A.; Alarcão, I. (1997). *A investigação-acção como estratégia de formação inicial de professores reflexivos*. In: Sá-Chaves, I. (Ed.), *Percursos de formação e de desenvolvimento profissional*. Porto: Porto Editora, p. 120-138.

Moreira, M. A.; Vieira, F.; Marques, I. (1999). *Investigação-acção e formação inicial de professores - uma estratégia de supervisão*. In A. Moreira et al. (coords.), *Supervisão na Formação: Contributos Inovadores*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Morin, E. (1990). *Introdução ao pensamento complexo*. Lisboa: Instituto Piaget.

Nóvoa, A. (1992). *Formação de professores e profissão docente*. In: NÓVOA, A. (cord.) *Os professores e a sua formação*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, p.13-33.

Nóvoa, A. (org) (1995). *Profissão Professor*. Porto: Porto Editora.

Oliveira, L.R.M. (2004) *A comunicação educativa em ambientes virtuais: um modelo de design de dispositivos para o ensino-aprendizagem na Universidade*. Braga: Centro de Investigação em Educação.

Oliveira-Formosinho, J. (org) (2002a). *A supervisão na formação de professores I. Da sala à Escola*. Porto: Porto Editora.

Oliveira-Formosinho, J. (org) (2002b). *A supervisão na formação de professores II. Da organização à pessoa*. Porto: Porto Editora.

Oliveira-Formosinho, J; Formosinho, J. (2000). *O Apoio ao Desenvolvimento Profissional sustentado no Desenvolvimento Organizacional: a Intervenção da Associação Criança. Infância e Educação: Investigação e Práticas. Revista Gedei, n.º 1*.

Ponte, J.P. (1997). *O conhecimento profissional dos professores de Matemática*. Relatório final de projecto "O saber dos professores: Concepções e Práticas". Lisboa: DEFCUL.

Prodait (2006). *Peer Observation of Teaching*. Exploratory Practice. Disponível na *Internet* em: <http://www.prodait.org/approaches/exploratory/> (acedido em 14 de

Fevereiro de 2009).

Roldão, M.C. (1999). *Gestão Curricular: Fundamentos e Práticas*. Lisboa: Ministério da Educação.

Roldão, M.C. (2000). *Os desafios da Profissionalidade e o Currículo*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Roldão, M. C. (2005). *Formação de professores, construção do saber profissional e cultura da profissionalização: Que triangulação?* In: L. Alonso e (coord.), *Ser professor do 1º ciclo: Construindo a profissão*. Coimbra: Almedina, p. 13-25.

Roldão, M.C. (2007). *Função docente: natureza e construção do conhecimento profissional*. *Revista Brasileira de Educação*, 12 (34), 94-103.

Sá-Chaves, I. (1999). *A mais-valia formativa das estratégias de supervisão vertical e horizontal*. In: *Actas do I Congresso Nacional de Supervisão: Supervisão na Formação – Contributos Inovadores*, promovido pelo Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro, p. 47-52.

Sá-Chaves, I. (2002). *A construção do Conhecimento pela Análise Reflexiva da Praxis*. Lisboa: FCG/MCT.

Sá-Chaves, I. (2004). *Portfolios Reflexivos. Estratégia de Formação e Supervisão*. 2ª Edição. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Sá-Chaves, I. (2005). *Os Portfolios Reflexivos (Também) Trazem Gente Dentro*. Porto: Porto Editora.

Sá-Chaves, I. (2007). *Formação, Conhecimento e Supervisão – contributos nas áreas da formação de professores e de outros profissionais*. 2ª Edição. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Sá-Chaves, I.; Araújo e Sá, M. H.; Moreira, A.,(coord.) (2006). *Isabel Alarcão percursos e pensamento*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Saxe, G. (1992). *Studying children's learning in the context: Problems and prospects*. The Journal of the Learning Sciences, 2(2), 215-234.

Schön, D. (1983). *The reflective practitioner: how professionals think in action*. New York: Basic Books.

Schön, D. (1995). *Formar Professores Como Profissionais Reflexivos*. In: Nóvoa, A. Os Professores e a Sua Formação. Lisboa: Dom Quixote.

Shulman, L. S (1986). *Those who understand: knowledge growth in teaching*. Education Researcher, 15(1), pp. 4-14.

Silva, B.D. (2007). *Tecnologia, Formação, Diversidade e Poder*. In Globalização e (Des)igualdades: Desafios contemporâneos. Porto: Porto Editora, p.145-159.

Smith, B. (1996). *Addressing the Delusion of Relevance: Struggles Inconnecting Educational Research and Social Justice*. Educational Action Research, 4 (1), pp. 73 – 91

Tapia, J. A.; Fita, E.C. (2006). *A motivação em sala de aula: o que é, como se faz*. 7ª edição. S.Paulo: Loyola.

Tavares, J.; Pereira, A. S.; Gomes, A.A.; Monteiro, S.; Gomes, A. (2007). *Manual de Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem*. Porto: Porto Editora.

Tomaz, A. C. T. (2007). *Supervisão Curricular e Cidadania: Novos desafios à formação de professores*. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Didáctica.

Thorne, K. (2008). *Motivación y creatividad en classe*. Barcelona: Editorial GRAÓ.

Vasconcelos, T.M.S. (2005). *Ao Redor da Mesa Grande*. Porto: Porto Editora.

Vieira, F. (1993). *Supervisão: uma prática reflexiva de formação de professores*.

Rio Tinto: Edições Asa.

Vieira, F. (1999). *Pedagogy and autonomy: can they meet?* Revista Canaria de Estudios Ingleses, 38:13-35.

Vieira, F; Moreira, M.A.; Barbosa, I.; Paiva, M.; Fernandes, I.S. (2006). *No Caleidoscópio da Supervisão: Imagens da Formação e da Pedagogia*. Mangualde: Edições Pedagogo.

VIEIRA, Flávia. *Para uma visão transformadora da supervisão pedagógica*. Educ. Soc., Campinas, v. 30, n.106, Jan/Abr. 2009, p. 197-217. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01017330200900010001&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt (acedido em 12/07/ 2009)

Vygotsky, L. S (1991). *A formação social da mente*. 4ª. Ed. São Paulo: Martins Fontes.

Watts, H. (1985). *When teachers are researchers, teaching improves*. Journal of Staff Development, 6 (2), p. 118-127.

Woods, P. (1991). *Aspectos sociais da criatividade do professor*. In A. Nóvoa (org.), *Profissão Professor*, Porto: Porto Editora.

Zeichner, K. M. (1993). *A Formação Reflexiva de Professores: Ideias e Práticas*. Lisboa: Educa.

Legislação:

Despacho nº 9590/99, Diário da República, 2.ª Série, n.º 112, de 14 de Maio.

Lei nº 49/2005, Diário da República, I Série A, nº 166, de 30 de Agosto.

Portaria n.º 782/2009, Diário da República, 1ª Série, nº 141, de 23 de Julho.

Projecto Educativo da Escola Secundária de Viriato 2008-2011, disponível na

Bibliografia

Internet em: <http://www.esb3-viriato.edu.pt/escola/docs/peduc.pdf> (acedido em 25/02/2009).

Resolução do Conselho de Ministros n.º 137/2007, Diário da República, 1.ª série, nº 180, de 18 de Setembro.

Sistema Educativo Português, disponível na *Internet* em:

<http://www.min-edu.pt/outerFrame.jsp?link=http://www.gepe.minedu.pt/np3/9.html>
(acedido em 25/02/09)

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO I

Plano de trabalho / Planificação

- Versão em português
- Versão em inglês

Visão geral do programa:

- Versão em inglês

Tabela 1- Exploração do programa de Biologia e Geologia -10º ano – Unidade 1 – Obtenção de matéria

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras-chave
<p>2. Obtenção de matéria pelos seres autotróficos.</p> <p>2.1 Fotossíntese.</p> <p>2.2 Quimiossíntese.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar e interpretar dados sobre estratégias de obtenção de matéria. • Interpretar dados experimentais de modo a compreender que os seres autotróficos sintetizam matéria orgânica na presença de luz. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Valorizar processos críticos de selecção de informação. ○ Evitar transcrever de forma sistemática a informação recolhida para apresentação. ○ Reconhecimento de que a complexidade dos sistemas de obtenção de matéria resulta de processos de evolução. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A noção de autotrofia ✓ A importância dos processos de autotrofia na hierarquia alimentar dos ecossistemas ✓ A fotossíntese como um processo de transformação de energia luminosa em energia química, que necessita da presença de pigmentos de captação de luz. ✓ O cloroplasto, como organito no qual ocorre a fotossíntese. ✓ Referência a organismos fotoautotróficos que não sejam plantas, e a organismos quimioautotróficos. 	<p>O estudo aprofundado das reacções bioquímicas que se processam nas fases fotoquímica e química.</p> <p>O estudo da ultraestrutura do cloroplasto.</p>	<p>Seres autotróficos</p> <p>Fotossíntese</p> <p>Cloroplasto</p> <p>Pigmentos fotossintéticos</p> <p>Quimiossíntese</p>
<p>Fonte: MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2001). <i>Programa de Biologia e Geologia 10º ou 11º ano. Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias</i>. Lisboa: DES, p.80-81</p>					

Tabela 2 – Planificação pessoal aula a aula

UNIDADE 1- Obtenção de matéria						
Mês	Dia	Aula	Situação-problema/questões orientadoras	Conteúdos/Sumário	Estratégias	Material
Mar	2	144, 145	<p>Que mecanismos garantem a obtenção de matéria pelos seres vivos?</p> <p>- O que é que os alunos sabem acerca do assunto?</p> <p>_ De que forma os seres autotróficos obtêm a matéria responsável pelo seu crescimento?</p>	Obtenção de matéria pelos seres autotróficos.	Actividades1 e 2: Exercícios de papel e lápis (Teste formativo ou pré-teste). Análise, interpretação e pesquisa de informação, argumentação e debate.	Fichas formativa e de trabalho.
	3	146, 147, 148	<p>Quais são os principais organismos autotróficos?</p> <p>Que características dos seres fotoautotróficos lhes permitem converter a energia luminosa em energia química?</p> <p>Que pigmentos fotossintéticos existirão nas plantas?</p>	As plantas e outros seres autotróficos. Os cloroplastos são os organelos onde ocorre a fotossíntese. Actividades partilhadas com os alunos da República Checa.	Tipo de actividade: Análise, interpretação e pesquisa de informação, argumentação e debate; trabalho prático: Actividade 3: Observação de cloroplastos no musgo e na elódea Actividade 4- Extracção e separação de pigmentos fotossintéticos.	De acordo com o protocolo experimental
	5	149, 150	Qual a importância das diferentes radiações da luz visível na fotossíntese?	Fotossíntese: A fotossíntese permite converter a energia luminosa em energia química. A acção do espectro da luz na taxa de fotossíntese. A fase fotoquímica e o ciclo de Calvin (fase química).	Tipo de Actividade: Análise e interpretação de informação; exercícios de papel e lápis: Actividade 5- Análise de gráficos relativos à variação da taxa fotossintética ao nível do planeta.	Ficha de trabalho
	9	151, 152	<p>Qual a relação entre os materiais utilizados na fotossíntese e os produtos resultantes?</p> <p>Qual a importância dos seres autotróficos ao nível dos ecossistemas?</p>	Como se processa a fotossíntese. Aspectos gerais da fotossíntese	Tipo de Actividade: Análise, interpretação e pesquisa de informação, argumentação e debate; exercícios de papel e lápis (Actividade 7- Ficha de trabalho).	Ppt Projector Computador
	10	153, 154, 155		Partilha dos resultados das actividades realizadas nas aulas anteriores com os alunos da República Checa. Actividade prática: Produção de amido e fotossíntese – que relação.	Tipo de Actividade: Análise, interpretação e pesquisa de informação, argumentação e debate; trabalho experimental: Actividade 6- Detecção de amido	Tina Gobelés Caixas de Petri Placa de aquecimento

		Formação de amido e fotossíntese - que relação?			Tesoura Pinça Folha de alumínio Papel de limpeza Álcool Água Água iodada ou Lugol Planta envasada (Geranium (<i>Pelargonium</i>))
12	156, 157		O processo fotossintético: Fase luminosa ou fotoquímica; fase química – ciclo de Calvin. Aspectos principais.		
16	158, 159 (avaliação)	Como ocorre a quimiossíntese? Quais as principais diferenças entre fotossíntese e quimiossíntese?	A quimiossíntese como processo de obtenção de matéria. Semelhanças e diferenças entre a fotossíntese e a quimiossíntese.	Tipo de Actividade: Análise, interpretação e pesquisa de informação, argumentação e debate; exercícios de papel e lápis (Ficha de trabalho - actividade 9).	Ficha de trabalho
17	160, 161, 162		Estudo comparativo dos processos de obtenção de matéria pelos seres heterotróficos e autotróficos. Ingestão, digestão e absorção.		Ficha de trabalho
19	163, 164		Análise e discussão de mapas organizadores de conceitos relativos aos processos de autotrofia (fotossíntese vs quimiossíntese). Resolução de exercícios do manual. Esclarecimento de dúvidas.		
23	165, 166	Teste de avaliação			
24	167, 168, 169	Quais os factores que influenciam a taxa fotossintética?	Discussão <i>online</i> da actividade "Produção de amido e fotossíntese" (1º turno). Factores que influenciam a fotossíntese. Apresentação dos trabalhos elaborados pelos grupos.	Tipo de Actividade: Análise, interpretação e pesquisa de informação, argumentação e debate; percurso investigativo (actividade 8).	
26	170, 171		Entrega e correcção do teste de avaliação. Autoavaliação	Pós-teste	

Table 3 - Planning the initial classroom teaching, translated into English..

Unit 1- Obtained Material						
Months	Days	Lesson	Given problem/ Guide question	Content/Summary	Strategies	Teaching Material
Mar	2	144, 145	<p style="color: blue;">What strategies are used to obtain material for autotrophic beings?</p> <p style="color: green;">What does each student already know about this topic?</p>	Collection of material by autotrophic beings.	<p>Activity 1 Type of Activity: Pretest.</p> <p>Activity 2 Type of Activity: Analysis, interpretation and research, discussion and debate; paper and pencil exercises.</p>	Worksheets
	3	146, 147, 148	<p style="color: green;">What are the main autotrophic beings?</p> <p style="color: green;">How do autotrophic beings get the matter responsible for their growth?</p> <p style="color: green;">Which characteristics of photoautotrophic beings enable them to convert the luminous energy into chemical energy?</p> <p style="color: green;">What photosynthetic pigments exist in plants?</p>	<p>The plants and other autotrophic beings.</p> <p>The chloroplasts are the organelles where photosynthesis takes place.</p>	<p>Activity 3 Type of Activity: Analysis, interpretation and research, discussion and debate; laboratory work: Observation of chloroplast.</p> <p>Activity 4 Type of Activity: Analysis and interpretation of information, laboratory work: "Extraction and separation of photosynthetic pigments.</p>	<p>Optical microscope Blades and thin Lancel Clamp Tweezers Ringer's solution <i>Funaria sp</i> (Moss) <i>Elodea canadensis</i> Pestle and mortar Fine Sand Funnel Beaker (50ml) (glasses cup or a glasses tube) Test tubes and their support Glass rod Pipettes Small Petri dishes Filter paper The role of cleanliness Chromatography paper Alcohol (90°) or acetone Benzene Distilled water Green leaves (spinach, water cress, geranium (<i>Pelargonium</i>))</p>

5	149, 150	What is the significance of different visible light radiation on photosynthesis?	Photosynthesis: The photosynthesis allows the conversion of solar energy into chemical energy. The Action Spectrum for Photosynthesis. Cooperation of the Light Reactions and the Calvin Cycle.	Activity 5 Analysis and interpretation of information; paper and pencil exercises (worksheets) (Analysis of charts on the variation of the rate of photosynthesis all over the world).	Worksheets
9	151, 152	What is the relationship between the materials used in photosynthesis and the resulting products? What is the importance of autotrophy's beings at the ecosystems level?	The process of photosynthesis: an overview	Analysis, interpretation and research, discussion and debate; paper and pencil exercises (worksheet).	Ppt
10	153, 154, 155	Starch formation and photosynthesis - what is the relationship?	Photosynthesis products and its importance to the Biosphere	Activity 6: experimental work Activity 7 Analysis, interpretation and research, discussion and debate; experimental work/experimentation.	Glass bowl Beakers Small Petri dishes Hot-plate Scissors Clamp Aluminum foil The role of cleanliness Alcohol Water Water iodine or Lugol Potted plants (Geranium (<i>Pelargonium</i>))
12	156, 157	Which factors influence the rate of photosynthesis?	Factors that influence the rate of photosynthesis	Activity 8: Discussion and debate: investigative path	Worksheets+ Pc
16	158, 159		Factors that influence the rate of photosynthesis	Activity 8: Investigative path	Worksheets + Pc
17	160, 161, 162	How does chemosynthesis occur? What are the main differences between photosynthesis and chemosynthesis?	The chemosynthesis is a process that obtains material. Chemosynthesis vs. Photosynthesis - the similarities and differences.	Activity 9: Analysis, interpretation and research, discussion and debate; paper and pencil exercises (worksheet).	worksheets
19	163, 164		Post-test		Test

Program Overview for Biology - level 10 and 11 (Biology and Geology)

Table 4 - Aims and objectives of the program

Aims	Objectives
<p>Constructing sound biological literacy</p> <p>Using basic concepts inherent in living systems (the subject of study in biology).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • living systems, are organized into levels of structural of increasing complexity and at each level specific properties emerge which are impossible to predict by analysing previous levels; • structure and function are correlated at all levels of biological organization; • living systems are open systems that interact continuously with the environment, exchanging energy and matter; • living systems ensure their characteristics are maintained through a dynamic balance, provided by control mechanisms and self-regulation; • life presents a double feature: diversity versus unity; • life continuity is based on hereditary information contained mainly in the genetic program; • evolution, a characteristic of all living systems, is responsible for the historical connection between all of them, as well as the unity and diversity of life.
<p>Reinforcing abilities and skills in science, particularly biology.</p> <p>Indepth values which allow students to select and freely assume the attitudes they consider most relevant to their own experience.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reinforcing skills related to abstraction, experimentation, teamwork, balance and a sense of responsibility which are considered to be foundations of Citizenship Education. • The internalization of a value system and attitudes that recognize the value of the principles of reciprocity and responsibility human beings have towards all living beings, as opposed to principles of objectivity and exploitation which characterize an anthropocentric relationship. In this sense it is crucial to consider the following three principles: <ul style="list-style-type: none"> ✓ enhancement of biological diversity, in its multisystemic size, structure and functioning; ✓ recovery of human interdependence – the environment; ✓ recovery of biological evolution as a process that ensures biodiversity.

Table 5 – Skills and actions related to the teaching practice suited to the development of each skill

Skills	Operationalization:
1. Simplifying, ordering, interpreting and restructuring the apparent chaos of information emerging from the high complexity of biological systems.	- Promote an increased effort in abstraction and logical reasoning to serve as a foundation to develop these skills.
2. Establishing cause-effect relationships, understanding structure-function articulations and exploring different interpretations of complex systems.	- Fostering the confrontation of predictions and observations, creativity and developing attitudes of curiosity, humility, scepticism and critical analysis.
3. Reflecting on the suitability of the various biological solutions for the same functions and evaluating the adaptation of techniques to study complex systems.	- Teamwork: calls for constant negotiation strategies and consensus-building, strengthening verbal expression, reasoning, understanding, cooperation and solidarity.
4. Interpreting, criticizing, judging, deciding and acting responsibly in one's environment.	- Promoting activities that require balance and a sense of responsibility.

The student should be able to:

- systematically apply the required methodologies to assess the variability of solutions for the same function;
- analyse complex situations using the available data;
- work on the resolution of problems in the social and environmental contexts.

Overview of content:

- **Conceptual** - relates to knowledge, understanding and application of concepts, principles, facts and theories
- **Procedural** - describes the steps, or procedures, that must be followed for improved understanding of processes, laws and phenomena and aspects that generate abilities and skills in students.
- **Attitudinal** - refers to the attitudes that students are supposed to develop facing the current knowledge and scientific work (rigor, curiosity, objectivity, patience ...) and the implications arising from the manner in which young people start to look into their own lives, the others' lives and the biosphere in general

Assessment:

Assessment procedures should integrate the theoretical and practical dimensions of biology teaching, incorporating the findings of the evaluation in the conceptual field (constructions made),

procedural field (procedures performed and skills developed) and attitudinal field (attitudes revealed).

Techniques and tools to enhance:

- observation, tests, questionnaires, reports, portfolios, conceptual maps, V Gowin, checklists.

Regardless of the choices made the following aspects should be preserved:

1. The assessment, an integral part of educational processes should have a diagnostic function, be formative and summative, interdependent and properly articulated with the activities of teaching and learning;
2. The assessment, allowing a diagnosis of students' starting point, guiding the teacher on a critical analysis of the proposals in the syllabus and selecting the most appropriate strategies for the implementation of those proposals;
3. Formative assessment will enable monitoring of the teaching and learning processes quality providing evidence that teachers should use to enhance, correct and encourage the students' learning. So, students assume an active part in the whole process.
4. Training assessment should prevail throughout the educational process, however, it will be essential to create moments for summative assessment. The students will also receive feedback about their performance as well as information to help them to identify some potentialities as well as constraints.

Work plan/Plan:

Assuming that the students have difficulties in learning photosynthesis, we have to motivate them, that is, involve them cognitively and emotionally in the process of teaching and learning.

The aim of the activities will be to answer the following questions:

- How to motivate the students to learn about "obtaining energy: photosynthesis and chemosynthesis".
- How to promote the development of skills in the students that contemplates, in terms of concepts, procedures and attitudes in relation to the topic of obtaining matter by autotrophic beings.
- How to reach (achieve) the learning objectives regarding photosynthesis and chemosynthesis.
- How to stimulate the collaborative work.

The different activities must (should) enhance in the pupils:

- The love of learning so that they become involved both cognitively and emotionally in the process of teaching and learning;
- The internalization of some (certain) concepts, such as: autotrophic beings, photosynthesis, chloroplast, photosynthetic pigments, chemosynthesis and procedures;
- The development of certain values and attitudes in an interrelated manner

Activities:

Activity 1 - What does each student already know about this topic?

Type of Activity: Pretest - paper and pencil exercises.

Activity 2 - How do autotrophic beings get the matter responsible for their growth?

Type of Activity: Analysis, interpretation and research, discussion and debate; paper and pencil exercises (Worksheets).

Activity 3 - Which characteristics of photoautotrophic beings enable them to convert the luminous energy into chemical energy?

Type of Activity: Analysis, interpretation and research, discussion and debate; paper and pencil exercises (worksheet).

Activity 4 - What photosynthetic pigments exist in plants?

Type of Activity: Analysis and interpretation of information, laboratory work: "Extraction and separation of photosynthetic pigments.

Activity 5 – What is the significance of different visible light radiation on photosynthesis?

Type of Activity: Analysis and interpretation of information; paper and pencil exercises (worksheets) (Analysis of charts on the variation of the rate of photosynthesis all over the world).

Activity 6 - Starch formation and photosynthesis - what is the relationship?

Type of Activity: Analysis, interpretation and research, discussion and debate; experimental work/experimentation.

Activity 7 – What is the relationship between the materials used in photosynthesis and the resulting products?

Type of Activity: Analysis, interpretation and research, discussion and debate; paper and pencil exercises (worksheet).

Activity 8 - Which factors influence the rate of photosynthesis?

Type of Activity: Analysis, interpretation and research, discussion and debate; investigative path.

Activity 9 - How does chemosynthesis occur? Chemosynthesis vs Photosynthesis - What are the similarities and differences?

Type of Activity: Analysis, interpretation and research, discussion and debate; paper and pencil exercises (worksheet).

Activity 10 - Test (post-test) - paper and pencil exercises.

Obtained material for autotrophic beings: Photosynthesis and chemosynthesis (Unit 1)

A look at the activities of teaching and learning...

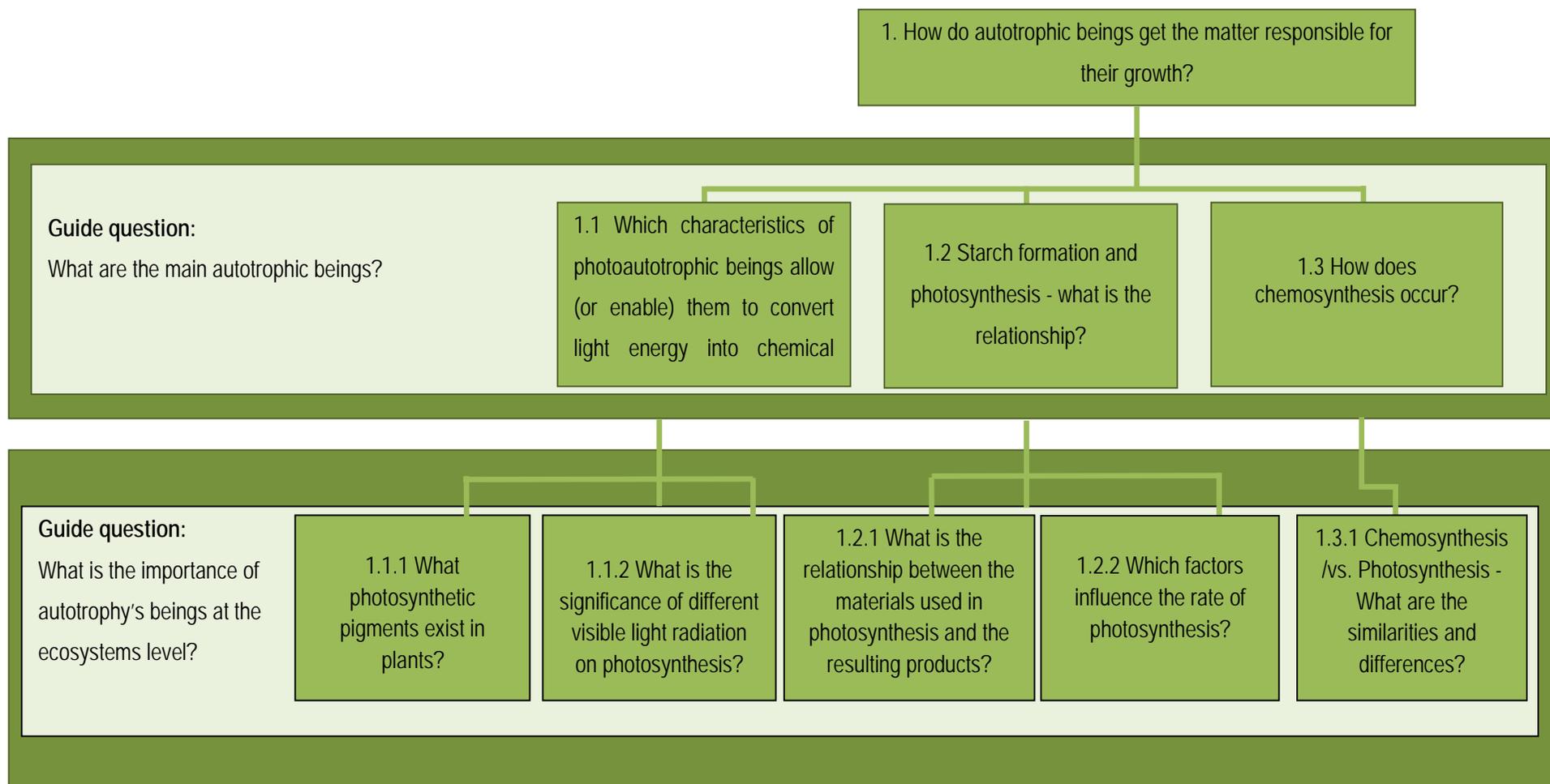


Table 6- Activities to be implemented:

Activity Question	Analysis and interpretation of information	Research, discussion and debate	Paper and pencil exercises (worksheet)	Laboratory work	Experimental work/ experimentation	Investigative path
Act 1- What does each student already know about this topic?	X		X			
Act 2- How do autotrophic beings get the matter responsible for their growth?	X	X	X			
Act 3- Which characteristics of photoautotrophic beings allow (or enable) them to convert light energy into chemical energy?	X	X	X	X		
Act 4- What photosynthetic pigments exist in plants?	X			X		
Act 5- What is the significance of different visible light radiation on photosynthesis?	X		X			
Act 6- Starch formation and photosynthesis - what is the relationship?	X	X	X		X	
Act 7- What is the relationship between the materials used in photosynthesis and the resulting products?	X	X	X			
Act 8- Which factors influence the rate of photosynthesis?	X	X				X
Act 9- How does chemosynthesis occur? Chemosynthesis /vs. Photosynthesis - What are the similarities and differences?	X	X	X			
Act 10- What does each student knows about this topic?	X		X			

ANEXO II

Encontro presencial:

- Síntese da reunião realizada a 1 e 2 de Setembro de 2008, em Aveiro (versão em inglês)
- Objectivos da reunião (versão em inglês)

Meeting Aveiro, on September 1, 2008

1. Summary presentation of the research project.
2. A brief analysis of Education Systems Portuguese and Czech.
3. Sharing experiences and materials developed by teachers in their education systems.
4. Selection of the theme to be addressed taking into account the programs of Biology of Portugal and the Czech Republic.
5. Short approach to the subject of supervision and research-action.

Meeting summary on September 2, 2008

6. Aspects of the methodology to be adopted were clarified, including:
 - Type of activities / materials to prepare for implementation in the classroom context:
 - Activities of paper and pencil (example: graphs analysis of the photosynthetic rate), laboratory activities, experimental activities and possible proposal for an investigative journey;
 - Application period of materials;
 - Selection of laboratory activities to be undertaken;
 - Suggestions for implement a pre test (diagnostic activity), before starting to apply the unity theme in the classes of teachers involved in the project, and a post test (test pilot) to implement a teacher for 11th year.
 - Possible instruments to be used for evaluation: observation, questionnaires, report of an activity, conceptual maps;
 - Strategies to use to promote interaction among students (email, blogging, "videoconferencing", ...) and the need for such interaction a month before he begins to create empathy and the will of ICT use among them.

Meeting Aveiro, 1st and 2nd Sept 2008

	Objectives:
1. Provide personal contact and mutual understanding of the teachers involved in the project.	<ul style="list-style-type: none"> – Capture the teacher of the Czech Republic to a personal participation in a project being developed by the teacher from Portugal. – Teasing expectations about the implications, advantages in terms to personal and professional development and difficulties, to develop a <i>online</i> partnership study
2. Providing the sharing of experience and materials developed by teachers in their respective educational systems.	<ul style="list-style-type: none"> – Deepen knowledge on Education Systems Portuguese and Czech, particularly with respect to: program/syllabus of biology, secondary curriculum of education, working hours of biology, teaching practices. – Share views on practical curriculum – Improve mutual recognition of the supervision concept. – Deepening the concept of self and peer supervision. – Check points of view about the cycle of research and action.
3. Timing and definition of activities to be undertaken by teachers involved.	<ul style="list-style-type: none"> – Reflecting on: <ul style="list-style-type: none"> ✓ type of activities / materials to prepare for implementation in the classroom context, period to implement the materials; ✓ selection of laboratory activities to be undertaken; ✓ Suggestions to implementing a pre test (diagnostic activity), before starting to apply the unity theme in the classes of teachers involved in the project, and a post test (test pilot) to implement a teacher for 11th year. ✓ Defining possible instruments to be used for evaluation: observation, questionnaires, activity report, conceptual maps; ✓ Strategies to use to promote interaction among students (email, blogging, "videoconferencing", ...) and see the need for such interaction is starting a month before, to create empathy and the will of ICT use among them.

ANEXO III

Observação directa:

- **Grade de registo de dados de observação de situações de aula**

Escola Secundária de Viriato

Biologia e Geologia – 10ºB

GRADE DE REGISTO DE DADOS DE OBSERVAÇÃO DE SITUAÇÕES DE AULA (adaptado de Estrela, 1994: 44)

Tema: Obtenção de matéria pelos seres autotróficos: fotossíntese e quimiossíntese

Data: _____ Hora: 10h 10 min. - 11h 40min.

	Tempo (h, min.)	Espaço	Intervenientes	Conteúdos	Actividades	Tarefas	Comportamentos		Situação	Observações / Anotações	Inferências
							Comportamento s verbais	Comportamentos não verbais			
Grupo X: A1...; A2...; A3...	Proceder aos registos necessários para verificar a gestão do tempo usado em cada uma das tarefas.	Registar o local de trabalho escolhido pelo grupo e os movimentos / deslocações dos alunos na sala.	Proceder aos registos das intervenções dos alunos de forma a apurar a participação de cada um dos alunos nas actividades realizadas pelo grupo (completar com os registos escritos das conversas no Skype).	Registar quais os conteúdos privilegiados pelos alunos (conteúdos da temática em estudo, assuntos pessoais, ...).	Registar as actividades seleccionadas pelo grupo de trabalho para a partilha com os colegas checos.	Recolher dados relativos distribuição de tarefas feita pelo grupo. Recolher dados relativos às tarefas realmente desenvolvidas por cada um dos elementos do grupo.	Registar aspectos relevantes do discurso usado por cada um dos alunos.	Registar comportamentos não verbais que possam ajudar a caracterizar atitudes e relações sócio-afectivas, bem como a caracterizar certos traços de personalidade do aluno (como a timidez, a agressividade ou exibicionismo ...).	Fazer a recolha de dados que permitam uma compreensão precisa das condições em que se deram certos comportamentos.	Registar ocorrências: Comportamentos perturbadores/ desestabilizadores; não participação na partilha ... Ou Aspectos "positivos" relevantes.	Quando possível, articular a situação e o comportamento.

ANEXO IV

Actividade diagnóstica inicial:

- Versão do aluno em português
- Versão do professor em português
- Versão do professor em inglês



Direcção Regional de Educação do Centro
Centro de Área Educativa de Viseu

ESCOLA SECUNDÁRIA DE VIRIATO - 402977



10º ano

Ano lectivo - 2008/2009

Biologia e Geologia

Nome: _____ No. ____ Turma B

“A vida na Terra depende do Sol. Através da fotossíntese as plantas conseguem captar a energia solar e transformá-la em energia química”.

Preencha o quadro seguinte relativo à temática da “fotossíntese”, indicando se considera que a afirmação é verdadeira ou falsa e a respectiva justificação. Esta actividade diagnóstica tem como finalidade ajudar o seu professor a conhecê-lo um pouco melhor, relativamente ao que sabe, às competências gerais e específicas que desenvolveu em anos anteriores e às dificuldades acerca da temática que agora se inicia, para assim poder mais eficazmente ajudá-lo a superar essas dificuldades

Afirmação	Verdadeiro/ Falso	Explicação/Justificação:
As plantas são amigas do Homem, por isso podemos conviver com elas, diariamente, no quarto onde dormimos.		
As plantas recebem o alimento do solo.		
A água é essencial para a produção de alimento para a planta.		
Para acontecer, a fotossíntese necessita de muito pouco, apenas, água, dióxido de carbono e luz solar.		
No processo da fotossíntese a substância mais importante produzida pelas plantas é o oxigénio.		
Todos os seres vivos precisam de energia para sobreviver.		
No Inverno, grande parte das plantas descansa e vive das reservas que acumulou durante o Verão.		
As plantas só realizam a fotossíntese, não a respiração celular.		

10º ano

Ano lectivo - 2008/2009

Biologia e Geologia

Nome: _____ No. ____ Turma B

“A vida na Terra depende do Sol. Através da fotossíntese as plantas conseguem captar a energia solar e transformá-la em energia química”.

Preencha o quadro seguinte relativo à temática da “fotossíntese”, indicando se considera que a afirmação é verdadeira ou falsa e a respectiva justificação. Esta actividade diagnóstica tem como finalidade ajudar o seu professor a conhecê-lo um pouco melhor, relativamente ao que sabe, às competências gerais e específicas que desenvolveu em anos anteriores e às dificuldades acerca da temática que agora se inicia, para assim poder mais eficazmente ajudá-lo a superar essas dificuldades.

Afirmação	Verdadeiro/ Falso	Explicação/Justificação:
As plantas são amigas do Homem, por isso podemos conviver com elas, diariamente, no quarto onde dormimos.	F	No processo da fotossíntese a planta liberta algumas substâncias de que não necessita, como é o caso do oxigénio. Este gás é fundamental para a respiração dos seres vivos. Mas, as plantas também respiram, produzindo dióxido de carbono, gás tóxico para o Homem.
As plantas recebem o alimento do solo.	F	O dióxido de carbono é a fonte principal da biomassa das plantas.
A água é essencial para a produção de alimento para a planta.	V	A água é um bom solvente e que, por isso, transporta dissolvidas muitas das substâncias que vai encontrando no seu caminho. Assim, quando a planta absorve água do solo, essa água não é pura, pois transporta sais minerais do solo. A esta água com sais minerais dissolvidos, absorvida pela raiz, dá-se o nome de seiva bruta e é esta mistura que é a base da fabricação dos alimentos na planta.
Para acontecer, a fotossíntese necessita de muito pouco, apenas, água, dióxido de carbono e luz solar.	F	Para além destes elementos é necessária clorofila e outros pigmentos fotossintéticos.
No processo da fotossíntese a substância mais importante produzida pelas plantas é o oxigénio.	F	A fotossíntese assume especial importância na produção de compostos (matéria) orgânicos.
Todos os seres vivos precisam de energia para sobreviver.	V	No processo da fotossíntese, a planta absorve a luz do Sol, que fornece a energia necessária para a transformação da água e do dióxido de carbono em hidratos de carbono.
No Inverno, grande parte das plantas descansa e vive das reservas que acumulou durante o Verão.	V	Determinadas plantas, as de folha caduca, em certas regiões do planeta, quando o Verão termina e começa o Outono, com dias cada vez mais curtos, a clorofila verde desaparece das folhas e, por isso, as folhas adquirem tonalidades amareladas e depois vermelhas e castanhas, acabando por cair. Nesta estação não há luz suficiente para fazer fotossíntese, as plantas vivem das reservas que acumularam durante o Verão.
As plantas só realizam a fotossíntese, não a respiração celular.	F	As plantas também respiram, produzindo dióxido de carbono em quantidade suficiente para não precisarem dos animais.

"Earth life depends of the sun. Through photosynthesis the plants capture solar energy and transforming it into chemical energy."

Fill in the following table on the theme of "photosynthesis", indicating it is considered that the statement is true or false and their justification. This activity aims to diagnostic help your teacher to know you a little better, on what you know, the general and specific skills that you developed in previous years and the problems about the issue that is now beginning, so that she can more effectively help you to overcome these difficulties.

Sentence	True / False	Explanation
Plants are our friends, so we can live with them every day and slept with them in the room.	F	In the photosynthesis process the plant releases some substances that do not need, such as oxygen. This gas is essential for living beings respiration. But the plants also breathe, producing carbon dioxide, toxic gas to humans.
The plants receive the food of the soil.	F	Carbon dioxide is the biomass main source of plants.
Water is essential for food production for the plant.	T	Water is a good solvent and that, therefore, carries many substances dissolved that will find in their path. So when the plant absorbs water from the soil, this water is not pure, because transporting soil minerals. This water with minerals dissolved, absorbed by the root, there is the name of sap and gross is this mixture that is the foundation plant manufacturing food.
To happen, photosynthesis requires very little, only water, carbon dioxide and sunlight.	F	In addition to these elements are necessary chlorophyll and other photosynthetic pigments.
In photosynthesis process the most important substance produced by plants is the oxygen.	F	Photosynthesis takes particular importance to producing organic compounds (matter).
All living beings need energy to survive	T	In photosynthesis process, the plant absorbs the sun light, which provides the energy required for processing water and carbon dioxide into carbohydrates.
In winter, most plants lives of the reserves that accumulated during the summer	T	Certain plants, the guardian of lapses in certain regions of the planet, when summer begins and ends the autumn, with increasingly shorter days, the green chlorophyll disappears from the leaves and thus acquire the leaves yellow and then red shades and nuts and eventually fall. This season there isn't enough light to make photosynthesis, plants that live off reserves accumulated during the summer
Plants only perform photosynthesis, not cellular respiration.	F	Plants also breathe, producing carbon dioxide in quantities sufficient to not need the animals.

ANEXO V

Actividade 2:

- Versão do aluno em português
- Versão do professor em português
- Versão do professor em inglês



Direcção Regional de Educação do Centro
Centro de Área Educativa de Viseu

ESCOLA SECUNDÁRIA DE VIRIATO - 402977



10º ano

Ano lectivo - 2008/2009

Biologia e Geologia

Nome: _____ No. ____ Turma B

Actividade prática:

De que forma os seres autotróficos obtêm a matéria responsável pelo seu crescimento?

Introdução:

A obtenção de matéria e de energia pelos sistemas vivos é feita de formas muito variadas. Os seres autotróficos, seres vivos capazes de produzir a matéria orgânica de que necessitam para a sua sobrevivência, podem realizar esta actividade de produção de matéria utilizando como fonte de energia a energia luminosa ou utilizando a energia química para fazerem a síntese de matéria orgânica a partir da matéria mineral.

A autotrofia envolve, assim, dois processos: a fotossíntese, realizada pelos organismos fotoautotróficos e a quimiossíntese, utilizada pelos organismos quimiossintéticos.

Actividade:

1. Já na Grécia antiga se sabia que os solos fertilizados permitiam o crescimento das plantas, acreditando-se que o desenvolvimento destas dependia apenas dos nutrientes que estas retiravam do solo.
Numa publicação póstuma (1648) Van Helmont descreve uma experiência na qual tenta explicar esta hipótese.
Este colocou um pequeno rebento de salgueiro com 2, 268 kg num vaso que continha 90,718 kg de solo seco (ambos rigorosamente pesados). Regou regularmente o rebento, durante cinco anos, com água pura da chuva. Findo este tempo voltou a pesar a planta, devidamente limpa de toda a terra que a ela aderira. Verificou que esta pesava 74,389 kg. Pesada a terra do vaso, apurou que esta diminuía apenas cerca de 56,7 g.

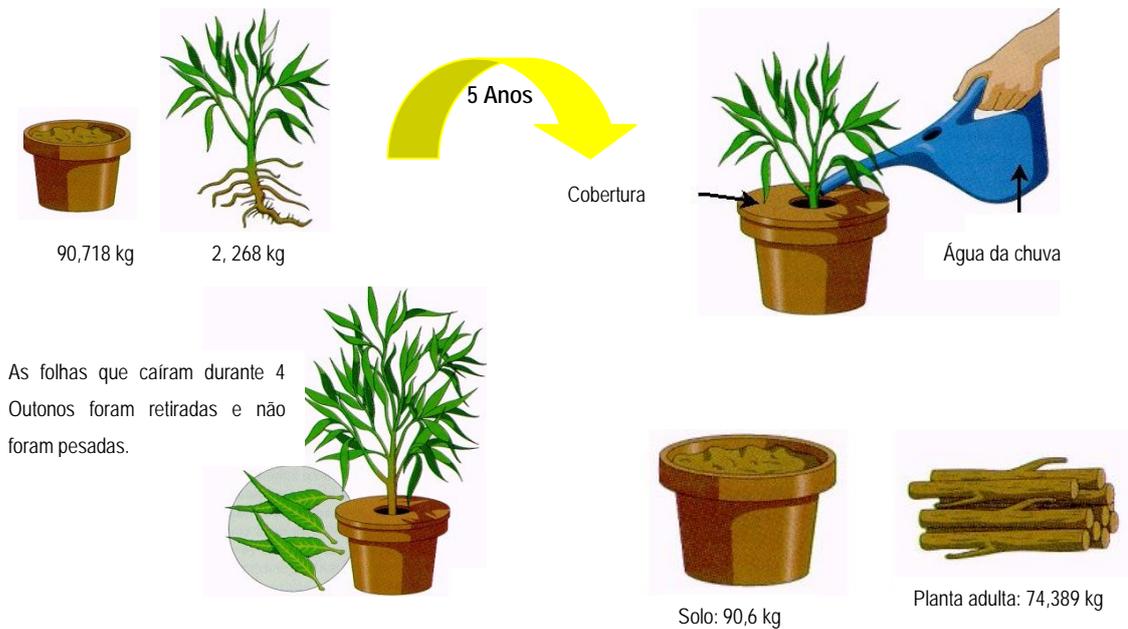


Fig. 1. Experiência de Van Helmont

Destes resultados concluiu que o aumento total do peso do arbusto se devia essencialmente à água com que fora regado, da qual se teriam formado todos os demais elementos necessários ao crescimento do pequeno salgueiro.

- 1.1. Diga, justificando a sua resposta, se os dados obtidos apoiam a hipótese original.
- 1.2. Van Helmont deduziu, a partir dos dados por ele recolhidos, que o crescimento das plantas se deve exclusivamente à incorporação de água. Critique a conclusão tirada por Van Helmont.
- 1.3. Identifique as variáveis que não foram controladas durante esta experiência.
2. Um montado (*Quercus* sp.), um eucaliptal (*Eucalyptus* sp.) e uma pastagem (*Vicia* sp.; *Bromus* sp.) estão a ser avaliados por investigadores portugueses para concluir qual destes sistemas é o melhor para reter dióxido de carbono (CO_2), o gás que mais contribui para o efeito de estufa. A capacidade da floresta em reter CO_2 tem sido denominada como "sumidouro de carbono" no âmbito do Protocolo de Quioto, para combater as alterações climáticas. A floresta absorve CO_2 através da fotossíntese feita pelas plantas que, ao contrário dos seres humanos e animais, retêm dióxido de carbono e libertam oxigénio.

(Adaptado de <http://www.agroportal.pt/x/agronoticias/2005/02/14d.htm>)

Analise as figuras 2 e 3.

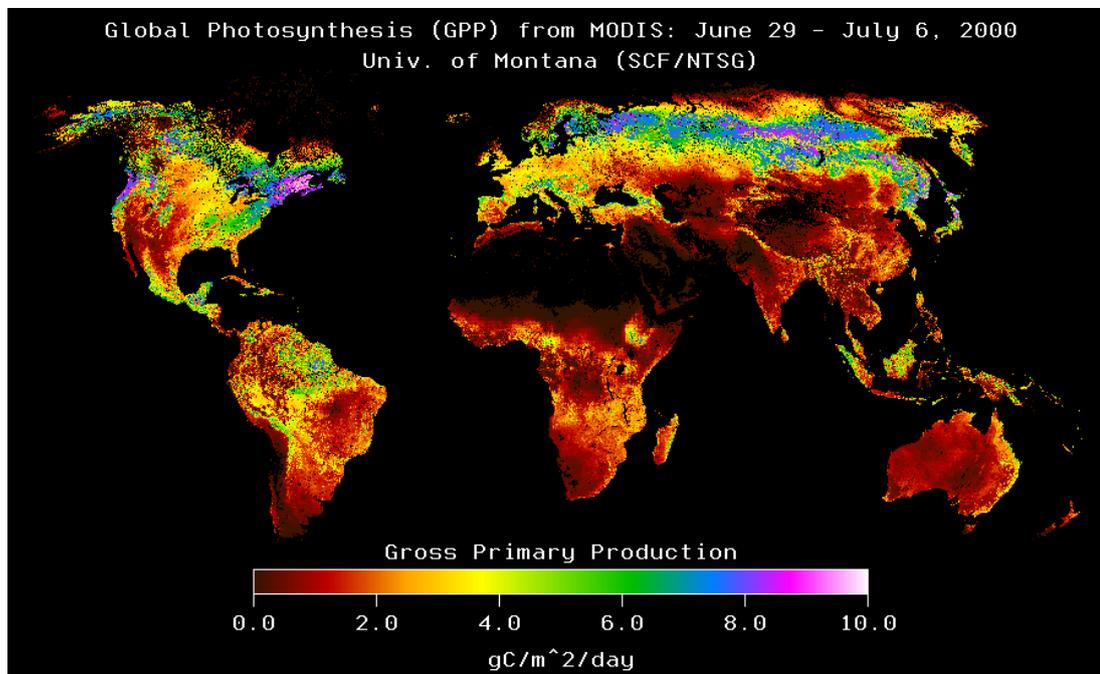


Fig.2. Produção Primária Bruta (PPB) mundial registrada entre Junho e Julho de 2000.



Fig. 3. Localização geográfica de Portugal e da República Checa.

Sabendo que:

- ✓ A Produção Primária é a quantidade de matéria orgânica que é produzida pelos organismos autotróficos a partir da energia solar (organismos fotossintéticos) ou da energia química (quimiossintéticos).
- ✓ A Produção Primária Bruta (PPB) - taxa de conversão de CO₂ em carbono orgânico por unidade de superfície
- ✓ A Produção Primária Líquida (PPL) - é toda a energia que os produtores armazenam a partir da fotossíntese (PPB) menos o que eles gastam na respiração (R) PPL = PPB – R
- ✓ A eficiência da fotossíntese corresponde à radiação incidente convertida para PPL dividido pela radiação incidente total
- ✓ A fórmula geral da fotossíntese é: $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{Clorofila}]{\text{Luz solar}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ e por cada g de C assimilado, 39 kJ de energia são armazenados.

2.1. Compare a PPB mundial registada na figura 2.

2.2. Refira alguns dos factores que possam explicar as diferenças verificadas no Hemisfério Norte e no Sul.

2.3. Analise concretamente os casos de Portugal e da República Checa. Recolha, organize e analise criticamente informação relativa às semelhanças e/ou diferenças na PPB referente ao período considerado na figura 2.

2.4. Em Portugal verificou-se que a “absorção” de CO₂ é três a quatro vezes superior no caso do eucaliptal. Contudo, os investigadores consideram que Portugal deve optar por ter os diversos tipos de floresta.

Discuta a pertinência das medidas que estão a ser colocadas em prática pelos cientistas portugueses.

(Bibliografia:

Carrajola, C.; Castro, M.J.; Hilário, T. (2007). *Planeta com Vida, Biologia, volume 2*. Carnaxide: Santillana Constância, 89-90

Oliveira, Ó.; Ribeiro, E.; Silva, J.C. (2008). *Desafios. Biologia e Geologia, volume 2*. Porto: Edições ASA, 91)

**Actividade prática:**

De que forma os seres autotróficos obtêm a matéria responsável pelo seu crescimento?

Competências:**Domínio conceptual**

- Conhecimento e compreensão de dados e conceitos, nomeadamente, fotossíntese e quimiossíntese.
- Interpretação de dados fornecidos em diversos suportes.
- Mobilização e utilização de dados e conceitos, relativos à obtenção de matéria pelos seres autotróficos.
- Explicação de contextos em análise, com base em critérios fornecidos.
- Estabelecimento de relações entre conceitos.

Domínio procedimental

- Reconhecimento da função da observação na investigação científica.
- Identificação/formulação de problemas/hipóteses explicativas do desenvolvimento das plantas.
- Identificação de argumentos a favor ou contra determinadas conclusões.
- Interpretação/alteração de procedimentos experimentais fornecidos.
- Interpretação dos resultados de uma investigação científica.
- Previsão de resultados/ estabelecimento de conclusões.

Domínio atitudinal

Adopção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentadas, visando uma educação para a cidadania, nomeadamente:

- Cooperação com os seus pares na realização das actividades propostas.
- Autonomia ao realizar as actividades de forma autónoma e estruturada.
- Responsabilidade ao manusear o material.
- Curiosidade ao fazer questões relacionadas com o tema em estudo.
- Reflexão crítica ao reformular o seu trabalho.

Introdução:

A obtenção de matéria e de energia pelos sistemas vivos é feita de formas muito variadas. Os seres autotróficos, seres vivos capazes de produzir a matéria orgânica de que necessitam para a sua sobrevivência, podem realizar esta actividade de produção de matéria utilizando como fonte de energia a energia luminosa ou utilizando a energia química para fazerem a síntese de matéria orgânica a partir da matéria mineral.

A autotrofia envolve, assim, dois processos: a fotossíntese, realizada pelos organismos fotoautotróficos e a quimiossíntese, utilizada pelos organismos quimiossintéticos.

Actividade:

1. Já na Grécia antiga se sabia que os solos fertilizados permitiam o crescimento das plantas, acreditando-se que o desenvolvimento destas dependia apenas dos nutrientes que estas retiravam do solo.

Numa publicação póstuma (1648) Van Helmont descreve uma experiência na qual tenta explicar esta hipótese.

Este colocou um pequeno rebento de salgueiro com 2, 268 kg num vaso que continha 90,718 kg de solo seco (ambos rigorosamente pesados). Regou regularmente o rebento, durante cinco anos, com água pura da chuva. Findo este tempo voltou a pesar a planta, devidamente limpa de toda a terra que a ela aderiria. Verificou que esta pesava 74,389 kg. Pesada a terra do vaso, apurou que esta diminuía apenas cerca de 56,7 g.

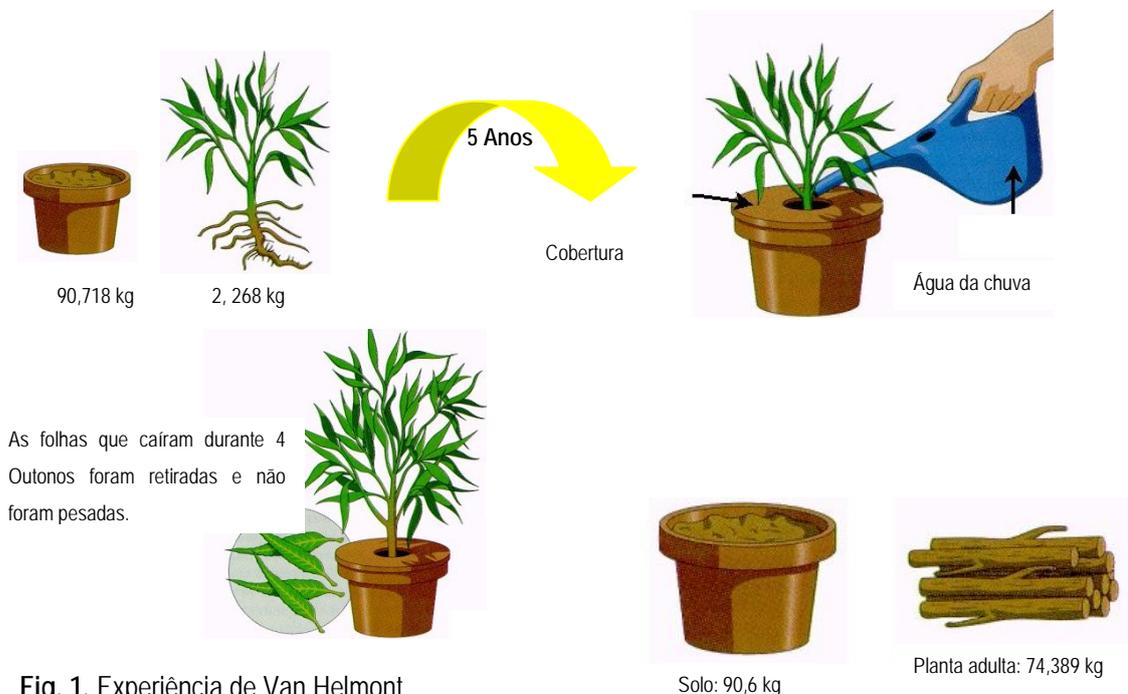


Fig. 1. Experiência de Van Helmont

Destes resultados concluiu que o aumento total do peso do arbusto se devia essencialmente à água com que fora regado, da qual se teriam formado todos os demais elementos necessários ao crescimento do pequeno salgueiro.

- 1.1. Diga, justificando a sua resposta, se os dados obtidos apoiam a hipótese original.
 - 1.2. Van Helmont deduziu, a partir dos dados por ele recolhidos, que o crescimento das plantas se deve exclusivamente à incorporação de água. Critique a conclusão tirada por Van Helmont.
 - 1.3. Identifique as variáveis que não foram controladas durante esta experiência.
2. Um montado (*Quercus* sp.), um eucaliptal (*Eucalyptus* sp.) e uma pastagem (*Vicia* sp.; *Bromus* sp.) estão a ser avaliados por investigadores portugueses para concluir qual destes sistemas é o melhor para reter dióxido de carbono (CO₂), o gás que mais contribui para o efeito de estufa. A capacidade da floresta em reter CO₂ tem sido denominada como “sumidouro de carbono” no âmbito do Protocolo de Quioto, para combater as alterações climáticas. A floresta absorve CO₂ através da fotossíntese feita pelas plantas que, ao contrário dos seres humanos e animais, retêm dióxido de carbono e libertam oxigénio.

(Adaptado de <http://www.agroportal.pt/x/agronoticias/2005/02/14d.htm>)

Analise as figuras 2 e 3.

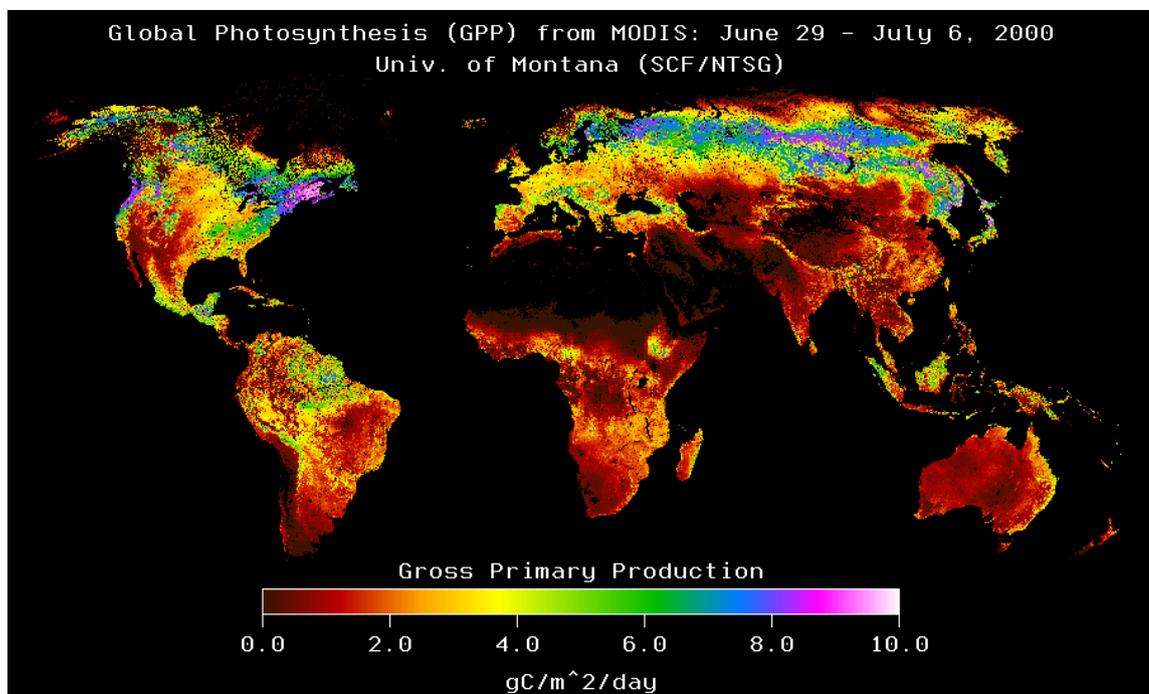


Fig.2. Produção Primária Bruta (PPB) mundial registada entre Junho e Julho de 2000.



Fig. 3. Localização geográfica de Portugal e da República Checa.

Sabendo que:

- ✓ A Produção Primária é a quantidade de matéria orgânica que é produzida pelos organismos autotróficos a partir da energia solar (organismos fotossintéticos) ou da energia química (quimiossintéticos).
- ✓ A Produção Primária Bruta (PPB) - taxa de conversão de CO₂ em carbono orgânico por unidade de superfície
- ✓ A Produção Primária Líquida (PPL) - é toda a energia que os produtores armazenam a partir da fotossíntese (PPB) menos o que eles gastam na respiração (R) PPL = PPB – R
- ✓ A eficiência da fotossíntese corresponde à radiação incidente convertida para PPL dividido pela radiação incidente total
- ✓ A fórmula geral da fotossíntese é: $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{Clorofila}]{\text{Luz solar}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ e por cada g de C assimilado, 39 kJ de energia são armazenados.

2.1. Compare a PPB mundial registada na figura 2.

- 2.2. Refira alguns dos factores que possam explicar as diferenças verificadas no Hemisfério Norte e no Sul.
- 2.3. Analise concretamente os casos de Portugal e da República Checa. Recolha, organize e analise criticamente informação relativa às semelhanças e/ou diferenças na PPB referente ao período considerado na figura 2.
- 2.4. Em Portugal verificou-se que a “absorção” de CO₂ é três a quatro vezes superior no caso do eucaliptal. Contudo, os investigadores consideram que Portugal deve optar por ter os diversos tipos de floresta.
- Discuta a pertinência das medidas que estão a ser colocadas em prática pelos cientistas portugueses.

(Bibliografia:

Carrajola, C.; Castro, M.J.; Hilário, T. (2007). *Planeta com Vida, Biologia, volume 2*. Carnaxide: Santillana Constância, 89-90

Oliveira, Ó.; Ribeiro, E.; Silva, J.C. (2008). *Desafios. Biologia e Geologia, volume 2*. Porto: Edições ASA, 91)

Practical activity: Worksheet

How do autotrophic beings get the matter responsible for their growth?

Skills:

Conceptual domain:

- Knowledge and understanding of data and concepts, namely, photosynthesis and chemosynthesis.
- Interpretation of data provided by different mediums.
- Mobilization and use of data and concepts, related to getting matter by autotrophic beings.
- Explanation of contexts in analysis based on the provided criteria.
- Establishment of relationships between concepts.

Procedural Domain

- The role of observation in the context of scientific research.
- The development of plants: identification / definition of problems / explanatory hypotheses for plants' development
- Identification of arguments for or against certain conclusions.
- Interpretation / modification of provided experimental procedures.
- Interpretation of the scientific research results
- Preview of results / make conclusions

Attitudinal Domain

Adoption of attitudes and values related to personal and social conscious and rational decisions, seeking education for citizenship, including:

- cooperation with their peers viewing the implementation of the proposed activities.
- autonomy to carry out the activities independently and using structured way
- responsibility on handling materials.
- showing curiosity by asking questions related to the subject
- critical reflection to reformulate their work.

Introduction:

Acquiring matter and energy is carried out in many ways by living systems. Autotrophic beings, living beings capable of producing the organic matter they need for their survival, can perform this production activity by using light or chemical energy as an energy source to synthesize organic matter from mineral matter.

Autotrophy, therefore, involves two processes: photosynthesis, used by photoautotrophic beings (for example green plants), and chemosynthesis used by chemosynthetic beings (for example sulfur bacteria).

Activity:

1. As long ago as ancient Greece, it was known that fertilized soil allowed the growth of plants, believing that this only depended on nutrients that they get from the soil.

In a posthumous publication (1648) Van Helmont describes an experiment which attempts to explain this hypothesis.

He placed a small 2.268 kg sprig of willow in a vessel containing 90.718 kg of dry soil (both weighed very precisely). He put water (pure rainwater) on the young plant regularly during five years. After this time he weighed the plant again, after properly cleaned the plant (get rid of all the earth - soil). He found that it weighed 74.389 kilograms. Weighing the earth (soil) in the pot, he found that it had only decreased by approximately 56.7 g.



Fig. 1- Van Helmont experiment

From these results he concluded that the total increase the weight of the plant was mainly due to the water that plant received, which would have made all other elements necessary for the growth of small willow.

1.1. Do you think the data supports the original hypothesis? Justify your answer.

1.2. Van Helmont inferred from the data he collected that the growth of plants is solely due to the addition of water. Examine critically the conclusion drawn by Van Helmont.

1.3. Identify the variables that were not monitored during this experiment.

2. The *Quercus* spp., a eucalyptus plantation (*Eucalyptus* spp) and a pasture (*Vicia* sp.; *Bromus* sp.) are being assessed by Portuguese investigators to conclude which of these system offers the best carbon dioxide retention (CO₂), the gas which most contributes to the greenhouse effect. The forest's ability to retain CO₂ has been called a "carbon sink" under the Kyoto Protocol to combat climate change. The forest absorbs CO₂ by photosynthesis carried out by plants that, unlike humans and animals, retain carbon dioxide and release oxygen.

(Adopted by <http://www.agroportal.pt/x/agronoticias/2005/02/14d.htm>)

Analyse figure 2 and 3.

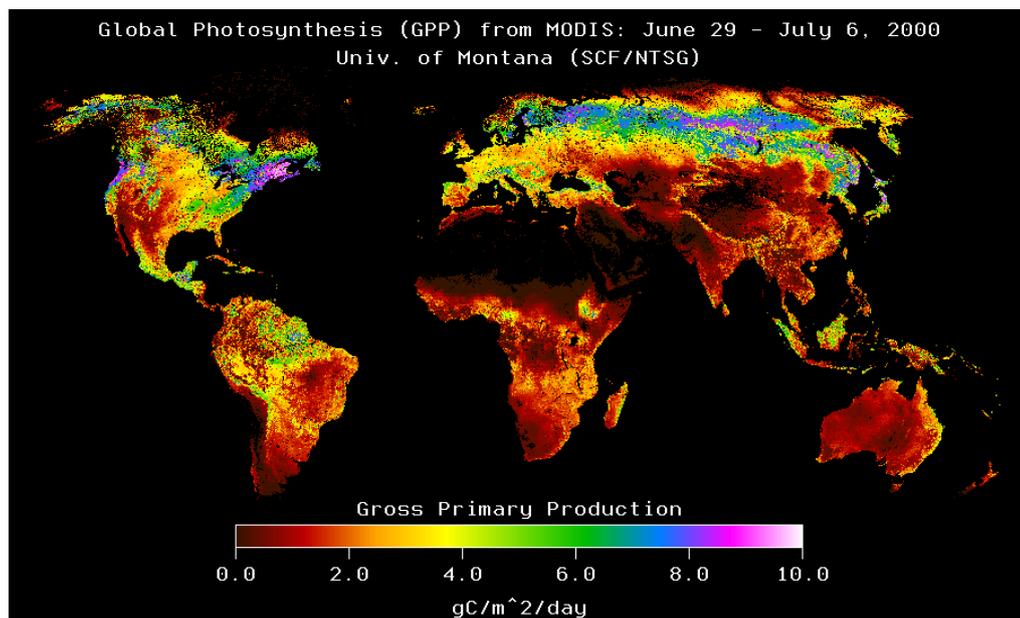


Fig. 2 - Gross Primary Production (PPB) worldwide registered between June and July 2000.



Fig. 3 - Portugal and the Czech Republic geographical location.

Knowing that:

Primary Production is the amount of organic matter that is produced by autotrophic beings from solar energy (photosynthetic organisms) or chemical energy.

Gross primary production (**PPB**) - is conversion rate of CO₂ into organic carbon per unit area.

The Net Primary Production (**PPL**) - is all the energy that producers store from the photosynthesis (PPB) minus what they spend on respiration (R) PPL = PPB – R.

The efficiency of photosynthesis is converted to radiation incident to PPL divided by the total incident radiation.

The general formula of photosynthesis is:
$$6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{Chlorophyll}]{\text{Sunlight}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$
 and for each gram of C assimilated, 39 kJ of energy are stored.

2.1. Compare the PPB in the countries of the world registered in Figure 2.

2.2. Mention some of the factors that could explain the differences observed in Northern and the Southern Hemispheres.

2.3. Analyse the Portuguese and Czech Republic cases specifically. Collect, organize and analyze critical information on the similarities and/or differences in PPB for the period considered in the picture 2.

2.4. It was found that CO₂ absorption is 3-4 times higher in eucalyptus forests in Portugal However, researchers believe that Portugal should choose to have various types of forest.

Discuss the appropriateness of the measures that are being put into practice by Portuguese scientists

ANEXO VI

Actividade 3:

- Versão do aluno em português
- Versão do professor em português
- Versão do professor em inglês

10º ano

Ano lectivo - 2008/2009

Biologia e Geologia

Nome: _____ No. ____ Turma B

Actividade prática:

Que características dos seres fotoautotróficos lhes permitem converter a energia luminosa em energia química?

Introdução:

Em todas as células eucarióticas das plantas verdes podemos observar a presença de organitos celulares responsáveis pela ocorrência do processo fotossintético. Estes organitos denominam-se de cloroplastos.

Os cloroplastos podem apresentar formas variadas, discoidal ou lenticular nas plantas superiores e espiralada ou estrelada, nas inferiores.

Nas plantas superiores são bastante numerosos, em particular na página superior das folhas. Apresentam cor verde devido à existência de um pigmento essencial à realização da fotossíntese, a clorofila.

Material que deve utilizar:

- Microscópio óptico
- Lâminas e lamelas
- Lanceta
- Pinça
- Solução de Ringer
- Musgo (*Funaria* sp)
- Elódea (*Elodea canadensis*)

Como deve proceder:

1. Com uma lanceta corte os tecidos vegetais e com a ajuda de uma pinça retire uma fina película tecidular.
2. Para cada planta faça uma preparação microscópica, utilizando a solução de Ringer como meio de montagem.

3. Observe ao microscópio, cada uma das preparações. Faça um esquema e legende-o, quando estiver a utilizar a objectiva de maior ampliação.
4. Para cada preparação seleccione uma das células e conte o número de cloroplastos existente.
5. Ilumine fortemente, com um candeeiro ou uma lanterna, a preparação que contém a folha de elódea. Observe de 2 em 2 minutos o comportamento dos cloroplastos.
6. Não se esqueça de anotar outras particularidades, como por exemplo, o tamanho e a forma dos cloroplastos das duas preparações.

Tópicos de discussão:

1. Compare as observações efectuadas no musgo e na elódea.

2. Refira porque se coloca o material biológico em solução de Ringer.

3. Indique o comportamento dos cloroplastos aquando da iluminação da preparação.

3.1 Procure explicar esse comportamento.

(Bibliografia de apoio:

Marques, E.; Soares, R.; Almeida, C. (1999). Técnicas Laboratoriais de Biologia – Bloco I. Porto: Porto Editora, 162-163)



Direcção Regional de Educação do Centro
Centro de Área Educativa de Viseu

ESCOLA SECUNDÁRIA DE VIRIATO - 402977



10º ano

Ano lectivo - 2008/2009

Biologia e Geologia

Nome: _____ No. ____ Turma B

Actividade prática:

Que características dos seres fotoautotróficos lhes permitem converter a energia luminosa em energia química?

Competências:

Domínio conceptual

- Conhecimento e compreensão de dados e conceitos, nomeadamente, cloroplasto.
- Interpretação de dados fornecidos em diversos suportes.
- Mobilização e utilização de dados e conceitos, relativos à obtenção de matéria pelos seres autotróficos.
- Explicação de contextos em análise, com base em critérios fornecidos.
- Estabelecimento de relações entre conceitos.

Domínio procedimental

- Reconhecimento da função da observação na investigação científica.
- Identificação/formulação de problemas/hipóteses explicativas da constituição das plantas.
- Identificação de argumentos a favor ou contra determinadas conclusões.
- Interpretação/alteração de procedimentos experimentais fornecidos.
- Interpretação dos resultados de uma investigação científica.
- Previsão de resultados/ estabelecimento de conclusões.
- Execução de procedimentos experimentais fornecidos.

Domínio atitudinal

Adopção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentadas, visando uma educação para a cidadania, nomeadamente:

- Cooperação com os seus pares na realização das actividades propostas.
- Autonomia ao realizar as actividades de forma autónoma e estruturada.
- Responsabilidade ao manusear o material.
- Curiosidade ao fazer questões relacionadas com o tema em estudo.
- Reflexão crítica ao reformular o seu trabalho.

Introdução:

Em todas as células eucarióticas das plantas verdes podemos observar a presença de organitos celulares responsáveis pela ocorrência do processo fotossintético. Estes organitos denominam-se de cloroplastos.

Os cloroplastos podem apresentar formas variadas, discoidal ou lenticular nas plantas superiores e espiralada ou estrelada, nas inferiores.

Nas plantas superiores são bastante numerosos, em particular na página superior das folhas. Apresentam cor verde devido à existência de um pigmento essencial à realização da fotossíntese, a clorofila.

Material que deve utilizar:

- Microscópio óptico
- Lâminas e lamelas
- Lanceta
- Pinça
- Solução de Ringer
- Musgo (*Funaria* sp)
- Elódea (*Elodea canadensis*)

Como deve proceder:

1. Com uma lanceta corte os tecidos vegetais e com a ajuda de uma pinça retire uma fina película tecidual.
2. Para cada planta faça uma preparação microscópica, utilizando a solução de Ringer como meio de montagem.
3. Observe ao microscópio, cada uma das preparações. Faça um esquema e legende-o, quando estiver a utilizar a objectiva de maior ampliação.
4. Para cada preparação seleccione uma das células e conte o número de cloroplastos existente.
5. Ilumine fortemente, com um candeeiro ou uma lanterna, a preparação que contém a folha de elódea. Observe de 2 em 2 minutos o comportamento dos cloroplastos.
6. Não se esqueça de anotar outras particularidades, como por exemplo, o tamanho e a forma dos cloroplastos das duas preparações.

Tópicos de discussão:

1. Compare as observações efectuadas no musgo e na elódea.

Em ambas as células observam-se inúmeras estruturas, de forma ovóide e cor verde, os cloroplastos.

2. Refira porque se coloca o material biológico em solução de Ringer.

Utiliza-se solução de Ringer, solução salina semelhante ao meio interno das células, para manter as células num meio análogo ao do organismo permitindo, assim, mantê-las vivas durante mais tempo.

3. Indique o comportamento dos cloroplastos aquando da iluminação da preparação.

Os cloroplastos, localizados junto à superfície interna da membrana celular, movimentam-se (movimentos de ciclose).

- 3.1 Procure explicar esse comportamento.

Os movimentos de ciclose são conferidos pelas correntes citoplasmáticas e que arrastam passivamente os cloroplastos, cuja velocidade aumenta com o aumento da intensidade da luz e aumento da temperatura.

(Bibliografia de apoio:

Marques, E.; Soares, R.; Almeida, C. (1999). Técnicas Laboratoriais de Biologia – Bloco I.

Porto: Porto Editora, 162-163)

Biology and Geology

Practical activity:

Which characteristics of photoautotrophic beings enable them to convert the luminous energy into chemical energy?

Skills:

Conceptual domain:

- Knowledge and understanding of data and concepts, namely, chloroplasts.
- Interpretation of data provided by different mediums.
- Mobilization and use of data and concepts, related to getting matter by autotrophic beings.
- Explanation of contexts in analysis based on the provided criteria.
- Establishment of relationships between concepts.

Procedural Domain

- The role of observation in the context of scientific research.
- The development of plants: identification / definition of problems / explanatory hypotheses for plants' development.
- Identification of arguments for or against certain conclusions.
- Interpretation / modification of provided experimental procedures.
- Interpretation of the scientific research results.
- Preview of results / make conclusions.

Attitudinal Domain

Adoption of attitudes and values related to personal and social conscious and rational decisions, seeking education for citizenship, including:

- cooperation with their peers viewing the implementation of the proposed activities.
- autonomy to carry out the activities independently and using structured way
- responsibility on handling materials.
- showing curiosity by asking questions related to the subject
- critical reflection to reformulate their work.

Introduction:

In all eukaryotic cells in green plants we can see the presence of cellular organelles responsible for the photosynthetic process. These organelles are called chloroplasts.

The chloroplasts can have various shapes: discoid or lenticular in higher plants and star-shaped spiral in lower plants. In higher plants they are fairly numerous, especially at the top of the page on the leaves. They are green because of a pigment that is essential to photosynthesis, the chlorophyll.

Material:

Optical microscope

Blades and thin

Lancet

Clamp

Tweezers

Ringer's solution

Funaria sp (Moss)

Elodea canadensis

Procedure:

1. With a lancet cut the plant tissues and with the help of a tweezers remove a thin film of tissue.
2. For each plant make a microscopic preparation, using the Ringer's solution as a means of assembly.
3. Look under the microscope at each of the preparations. Make a plan and a key when you use the lens under high power.
4. For each preparation select a cell and count the number of chloroplasts.
5. Illuminate the preparation that contains a leaf by *Elodea* strongly with a lamp or torch (flashlight). Note the behavior of chloroplasts every 2 minutes.
6. Do not forget to write down other details, such as the size and shape of chloroplasts in both preparations.

Topics for discussion:

1. Describe the structures you observed in the moss (*Funaria*) and *Elodea* in your own words.

In both cells there are numerous green oval structures, the chloroplasts.

2. Why do you put biological material in Ringer's solution?

Ringer's solution, a saline solution similar to the internal cells' environment, is used to keep them in a similar environment thereby keeping them alive longer.

3. Specify the behavior of chloroplasts when you shine the strong light on the preparation.

The chloroplasts near the inner surface cell membrane move in a circular fashion: cytoplasmic streaming.

3.1. Try to explain this behavior.

The cytoplasmic streaming is conferred by the cytoplasm current and that passively drag the chloroplasts. Chloroplast relocation depends on the intensity of the light and the temperature exposure. The relocation speed increases with increasing intensity of light and temperature.

ANEXO VII

Actividade 4:

- Versão do aluno em português
- Versão do professor em português
- Versão do professor em inglês



Direcção Regional de Educação do Centro
Centro de Área Educativa de Viseu

ESCOLA SECUNDÁRIA DE VIRIATO - 402977



10º ano

Ano lectivo - 2008/2009

Biologia e Geologia

Nome: _____ No. ____ Turma B

Actividade prática:

Que pigmentos fotossintéticos existirão nas plantas?

Introdução:

A fotossíntese é um processo fotoquímico que ocorre nas folhas verdes, em que a luz é captada por moléculas orgânicas - os pigmentos - existentes nas membranas dos tilacóides dos cloroplastos.

A separação dos pigmentos contidos nos cloroplastos é de grande interesse, pois permite estudar as propriedades químicas e físicas.

A cromatografia baseia-se no princípio da absorção. Os pigmentos que se encontram no cloroplasto, quando na presença de um solvente, são diferentemente absorvidos pelo papel de cromatografia. O solvente sobe por capilaridade e arrasta os diferentes pigmentos que se distribuem, da parte inferior do papel para a superior, na ordem seguinte: clorofila a (verde amarelado), clorofila b (verde intenso), xantofila (amarelo) e caroteno (cor de laranja).

Separação por cromatografia sobre papel

Material que deve utilizar:

- Almofariz
- Areia fina
- Funil
- Gobelés (50ml)
- Tubos de ensaio e respectivo suporte
- Vareta
- Pipetas e propipetas
- Caixa de Petri
- Papel de filtro
- Papel de limpeza
- Papel de cromatografia
- Álcool a 90º ou acetona
- Folhas verdes (espinafres, agriões, gerânio (*Pelargonium*))

Como deve proceder:

1. Coloque num almofariz 20 g de folhas frescas da planta seleccionada e adicione uma pequena quantidade de areia fina.
2. Macere as folhas com a ajuda do pilão, adicionando progressivamente 50 ml de álcool. Misture. Registe a coloração da solução.

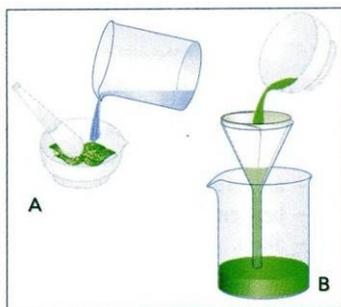


Figura 1

3. Filtre a mistura para um gobelé, deitando fora os resíduos sólidos, de forma a obter a "clorofila bruta".
4. Coloque o filtrado do gobelé numa caixa de Petri. Introduza um rectângulo de papel de cromatografia dobrado, como indica a figura 2.

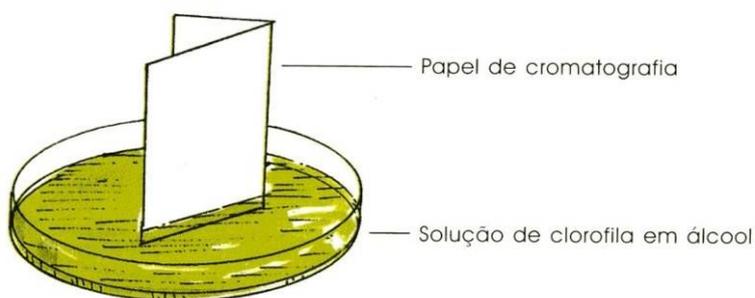


Figura 2

5. Aguarde 15 minutos e observe.
6. Usando lápis de cor, faça um esquema que traduza rigorosamente o que se observa no papel.

Tópicos de discussão:

1. Procure explicar a razão de:
 - 1.1. ter triturado as folhas;
 - 1.2. ter adicionado álcool.

2. O que significa uma solução de "clorofila bruta".
3. Observe com atenção o papel de filtro utilizado na filtração da solução.
 - 3.1. Indique o número de manchas que se formaram.
 - 3.2. Estabeleça a relação entre as manchas coloridas e os pigmentos fotossintéticos.
4. Tente explicar porque mudam as folhas de cor no Outono.
5. Qual é a função da clorofila na fotossíntese?
6. Qual é a função dos restantes pigmentos?
7. Elabore o relatório do trabalho realizado (V de Gowin).

(Bibliografia de apoio:

Pinto, A.M.; Fialho, E.; Mascarenhas, M.A.; Inácio, M.J. (1999). *Técnicas Laboratoriais de Biologia I*. Lisboa: Texto Editora, 112-113)

Actividade prática:**Que pigmentos fotossintéticos existirão nas plantas?****Competências:****Domínio conceptual**

- Conhecimento e compreensão de dados e conceitos, nomeadamente, cloroplasto e pigmentos fotossintéticos.
- Interpretação de dados fornecidos em diversos suportes.
- Mobilização e utilização de dados e conceitos, relativos à obtenção de matéria pelos seres autotróficos.
- Explicação de contextos em análise, com base em critérios fornecidos.
- Estabelecimento de relações entre conceitos.

Domínio procedimental

- Reconhecimento da função da observação na investigação científica.
- Identificação/formulação de problemas/hipóteses explicativas da constituição das plantas.
- Identificação de argumentos a favor ou contra determinadas conclusões.
- Interpretação/alteração de procedimentos experimentais fornecidos.
- Interpretação dos resultados de uma investigação científica.
- Previsão de resultados/ estabelecimento de conclusões.
- Execução de procedimentos experimentais fornecidos.

Domínio atitudinal

Adopção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentadas, visando uma educação para a cidadania, nomeadamente:

- Cooperação com os seus pares na realização das actividades propostas.
- Autonomia ao realizar as actividades de forma autónoma e estruturada.
- Responsabilidade ao manusear o material.
- Curiosidade ao fazer questões relacionadas com o tema em estudo.
- Reflexão crítica ao reformular o seu trabalho.

Introdução:

A fotossíntese é um processo fotoquímico que ocorre nas folhas verdes, em que a luz é captada por moléculas orgânicas - os pigmentos – existentes nas membranas dos tilacóides dos cloroplastos.

A separação dos pigmentos contidos nos cloroplastos é de grande interesse, pois permite estudar as propriedades químicas e físicas.

A cromatografia baseia-se no princípio da absorção. Os pigmentos que se encontram no cloroplasto, quando na presença de um solvente, são diferentemente absorvidos pelo papel de cromatografia. O solvente sobe por capilaridade e arrasta os diferentes pigmentos que se distribuem, da parte inferior do papel para a superior, na ordem seguinte: clorofila a (verde amarelado), clorofila b (verde intenso), xantofila (amarelo) e caroteno (cor de laranja).

Separação por cromatografia sobre papel

Material que deve utilizar:

- Almofariz
- Areia fina
- Funil
- Gobelés (50ml)
- Tubos de ensaio e respectivo suporte
- Vareta
- Pipetas e propipetas
- Caixa de Petri
- Papel de filtro
- Papel de limpeza
- Papel de cromatografia
- Álcool a 90° ou acetona
- Água destilada
- Folhas verdes (espinafres, agriões, gerânio (*Pelargonium*))

Como deve proceder:

1. Coloque num almofariz 20 g de folhas frescas da planta seleccionada e adicione uma pequena quantidade de areia fina.
2. Macere as folhas com a ajuda do pilão, adicionando progressivamente 50 ml de álcool. Misture. Registe a coloração da solução.

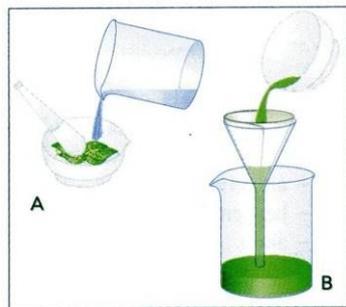


Figura 1

3. Filtre a mistura para um gobelé, deitando fora os resíduos sólidos, de forma a obter a “clorofila bruta”.
4. Coloque o filtrado do gobelé numa caixa de Petri. Introduza um rectângulo de papel de cromatografia dobrado, como indica a figura 2.

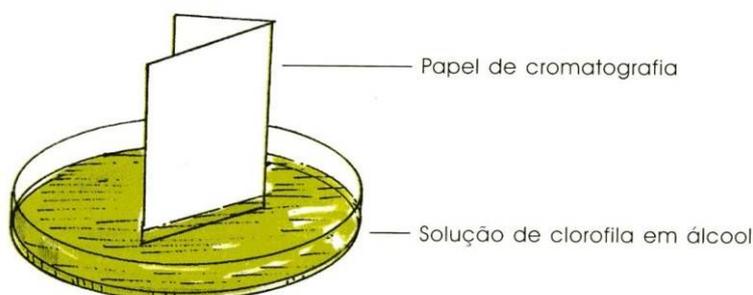


Figura 2

5. Aguarde 15 minutos e observe.
6. Usando lápis de cor, faça um esquema que traduza rigorosamente o que se observa no papel.

Tópicos de discussão:

1. Procure explicar a razão de:

- 1.1 ter triturado as folhas;

Para extrair os pigmentos que se encontram nas membranas dos tilacóides, nos cloroplastos.

- 1.2 ter adicionado álcool.

O álcool é o solvente orgânico que permite extrair os pigmentos.

2. O que significa uma solução de “clorofila bruta”.

É uma mistura de álcool e vários pigmentos fotossintéticos, bem como os restantes materiais constituintes das folhas (fibras, ...)

3. Observe com atenção o papel de filtro utilizado na filtração da solução.

- 3.1 Indique o número de manchas que se formaram.

Com um bocado de sorte 4: verde-amarelado; verde-escuro ou verde-azulado; amarelo; laranja.

3.2 Estabeleça a relação entre as manchas coloridas e os pigmentos fotossintéticos.

Os pigmentos são separados em função da solubilidade das moléculas e da aderência destes ao papel cromatográfico. As moléculas com maior solubilidade e/ou menor peso molecular percorrem uma maior distância no papel do que as moléculas com menor solubilidade e/ou maior peso molecular. Assim a mancha verde amarelado corresponde à clorofila a, a verde-escuro à clorofila b, a amarela às xantofilas e a laranja aos carotenos (carotenóides).

4. Tente explicar porque mudam as folhas de cor no Outono.

As folhas apresentam a vulgar cor verde devido à clorofila. As mudanças de cor no Outono significam que estão a ocorrer transformações químicas nas folhas, algo está a acontecer à clorofila. À medida que o Verão vai cedendo o lugar ao Outono, cada árvore começa a preparar-se para o Inverno. Os nutrientes vão saindo lentamente das folhas para os ramos da árvore, tronco e raízes, onde são armazenados e protegidos de forma segura do severo frio que se seguirá. Quando chega a Primavera, a árvore serve-se desses nutrientes para formar novas folhas.

À medida que os nutrientes se afastam, as folhas param de fabricar clorofila. A clorofila ainda existente nas folhas vai-se desintegrando gradualmente, o que permite a outros pigmentos fazerem-se notar. Em algumas árvores emergem pigmentos amarelados e alaranjados. Assim, as folhas do videiro e da noqueira americana tornam-se de um amarelo – amanteigado à medida que a clorofila se desvanece. As folhas de outras árvores adquirem umas lindíssimas sombras avermelhadas.

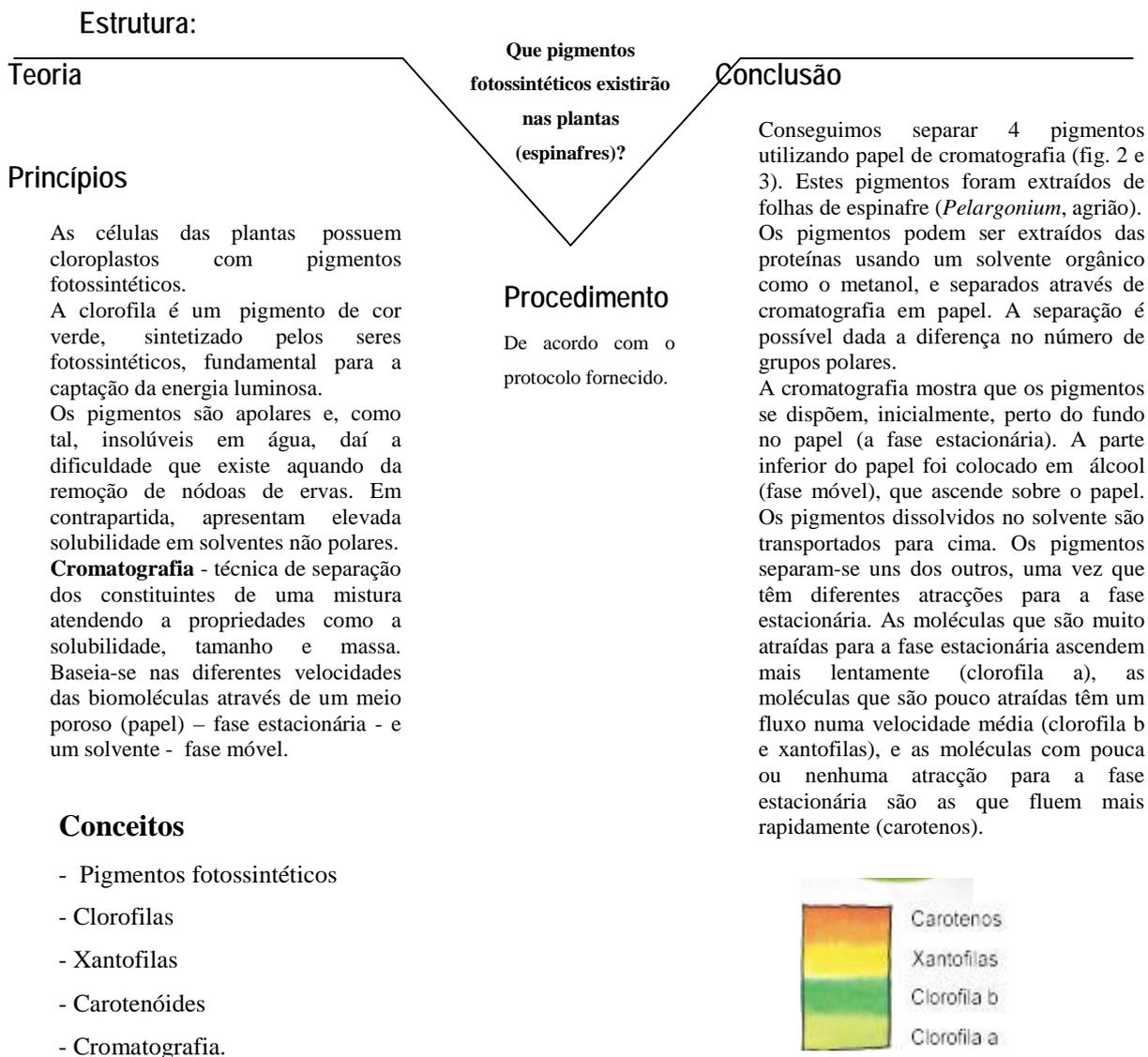
5. Qual é a função da clorofila na fotossíntese?

É responsável por captar energia luminosa; absorvem principalmente radiações de comprimento de onda correspondente ao azul e ao vermelho. As clorofilas dão a cor verde às plantas devido à baixa absorção de luz na região do espectro electromagnético correspondente a esta cor

6. Qual é a função dos restantes pigmentos?

A clorofila a é o principal pigmento da fotossíntese, todos os outros são considerados acessórios: a energia absorvida por estes últimos é transferida para a clorofila a. Os carotenóides além de permitirem ampliar a faixa do espectro luminoso utilizável na fotossíntese, têm um efeito antioxidante, impedindo danos fotooxidativos sobre as moléculas de clorofila e as membranas dos tilacóides.

7. Elabore o relatório do trabalho realizado (V de Gowin).



(Bibliografia de apoio:

Pinto, A.M.; Fialho, E.; Mascarenhas, M.A.; Inácio, M.J. (1999). *Técnicas Laboratoriais de Biologia I*. Lisboa: Texto Editora, 112-113)

Practical activity:

What photosynthetic pigments exist in plants?

Skills / Objectives:

Conceptual domain:

- Knowledge and understanding of data and concepts, namely, photosynthetic pigments: Carotenoids Xanthophyll, Chlorophyll a, Chlorophyll b.
- Interpretation of data provided by different mediums.
- Mobilization and use of data and concepts, related to getting matter by autotrophic beings.
- Explanation of contexts in analysis based on the provided criteria.
- Establishment of relationships between concepts.

Procedural Domain

- The role of observation in the context of scientific research.
- The photosynthetic pigments: identification / definition of problems / explanatory hypotheses for photosynthetic pigments.
- Identification of arguments for or against certain conclusions.
- Interpretation / modification of provided experimental procedures: To find out what color the following pigments are and to attempt to identify them using chromatography.
- Interpretation of the scientific research results: To see that the green color in plants is not due to a single pigment but three or more.
- Preview of results / make conclusions

Attitudinal Domain

Adoption of attitudes and values related to personal and social conscious and rational decisions, seeking education for citizenship, including:

- cooperation with their peers viewing the implementation of the proposed activities.
- autonomy to carry out the activities independently and using structured way
- responsibility on handling materials.
- showing curiosity by asking questions related to the subject.
- critical reflection to reformulate their work.

Introduction:

The photosynthesis is a photochemical process that occurs in green leaves, where the light is captured by organic molecules - the pigments - found in thylakoid membranes of chloroplasts.

The separation of pigments contained in chloroplasts is of great interest because it allows studying the chemical and physical properties.

The chromatography is based on the principle of absorption. The pigments found in chloroplast, when in the presence of a solvent, are absorbed differently by chromatography paper. The solvent rises by capillary and drag the different pigments that are distributed from the bottom to the top of the paper, in the following order: chlorophyll a (green / yellow), chlorophyll b (deep green), xanthophylls (yellow) and carotene (color orange).

Material:

Pestle and mortar

Fine Sand

Funnel

Beaker (50ml) (glasses cup or a glasses tube)

Test tubes and their support

Glass rod

Pipettes

Small Petri dishes

Filter paper

The role of cleanliness

Chromatography paper

Alcohol (90°) or acetone

Benzene

Distilled water

Green leaves (spinach, water cress, geranium (*Pelargonium*))

Procedure:

1. Put in a pestle 20 grams of fresh leaves of the plant selected and add a small amount of fine sand.
2. Crush the leaves with the aid of mortar, gradually adding 50 ml of alcohol. Mix. Record the color of the solution.

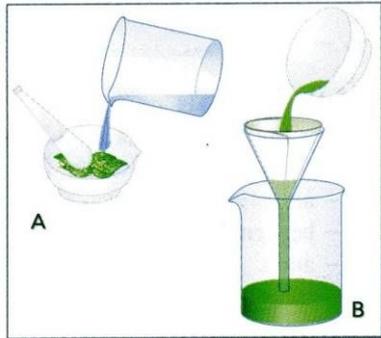


Figure 1

3. Filter the mixture to a beaker, throwing away solid waste in order to obtain "crude chlorophyll."
4. Place the filtrate of a Petri dish. Introduce a rectangular piece of folded chromatography paper, as shown in Figure 1.

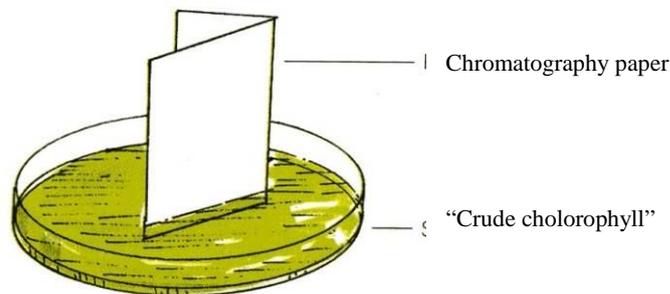


Figure 2

5. Wait 15 minutes and observe.
6. Using colored pencils, make a diagram that depicts (describes) exactly what is shown on the paper.

Topics for discussion:

1. Try to explain the reason for the following:
 - 1.1 Why you crushed the leaves;

To extract the pigments found in the thylakoid membranes of the chloroplasts.

- 1.2 Why you have added alcohol.

Alcohol is used to extracting the pigments from the leaves.

2. Why is it called "crude chlorophyll?"

Because in reality it's a mixture of pigments, in which there are different types of chlorophyll.

3. Please observe carefully the filter paper used in the filtration of the solution.

3.1 Indicate the number of spots that are formed.

With a bit of luck four pigments can be identified: chlorophyll b (blue-green), chlorophyll a (yellow-green), xanthophylls (yellow), carotene (orange).

3.2 Establish the relationship between the colored spots and the photosynthetic pigments.

Absorbent paper with a concentrated spot of leaf extract is used in this experiment. When dipping in a suitable solvent, the pigments go up the absorbent paper at different rates because they have different solubility's in the solvent. In this way they become separated from one another and can be identified by their different colors and positions.

4. Why do leaves change colors in autumn?

During winter, there is not enough light or water for photosynthesis. The trees will rest, and live off the food they stored during the summer. They begin to shut down. The green chlorophyll disappears from the leaves. As the bright green fades away, we begin to see yellow and orange colors. Small amounts of these colors have been in the leaves all along. We just can't see them in the summer, because they are covered up by the green chlorophyll. The bright reds and purples we see in leaves predominate to see thesaurus mostly in the fall. In some trees, like maples, glucose is trapped in the leaves after photosynthesis stops. Sunlight and the cool nights of autumn turn this glucose into a red color. The brown color of leave on trees like oaks is made from wastes left in the leaves.

5. What is the function of the chlorophylls in photosynthesis?

Energy for the process is provided by light, which is absorbed by pigments (primarily chlorophylls and carotenoids). Chlorophylls absorb blue and red light, but green and yellow light are not effectively absorbed by photosynthetic pigments in plants; therefore, the light of these colors is either reflected by leaves or passes through the leaves, making the plant green.

6. What are accessory pigments and what are their functions?

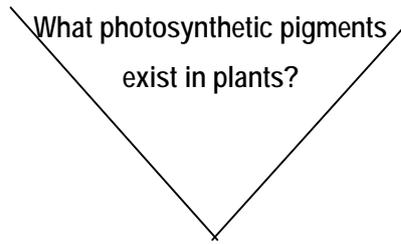
Carotene and xanthophylls both absorb different wavelengths of light from chlorophyll does.

7. Make the report on your work (V Gowin).

Structure:

Theory:

Photosynthetic pigments



Conclusion:

In this experiment, we separated the 4 pigments using paper chromatography (fig 2 and 3). These pigments have been extracted from *Pelargonium* (spinach, water cress) leaves.

Principles:

Photosynthetic pigments are responsible for absorbing and trapping light energy in the early steps of photosynthesis.

The major pigments of photosynthesis are the chlorophylls. The two chlorophylls found in green plants are chlorophyll a (chl a) and chlorophyll b (chl b). Certain other chlorophylls (chlorophyll c and bacteriochlorophylls) are found in non-green algae, protista, and photosynthetic bacteria. Other pigments include carotenoids and xanthophylls sometimes referred to as the accessory pigments.

Chromatography is a technique used to separate the components of a mixture.

Procedure:

1. We put 20 grams of fresh leaves of the plant selected in a pestle and we added a small amount of fine sand.
2. We crushed the leaves with the aid of a mortar, gradually adding 50 ml of alcohol. Mix. We recorded the color of the solution.
3. We filtered the mixture to a beaker, throwing away solid waste in order to obtain "crude chlorophyll."
4. We placed the filtrate in a Petri dish. A rectangular piece of folded chromatography paper was introduced, as shown in Fig. 2 and 3.
5. We waited 15 minutes and observed.
6. Using colored pencils, we made a diagram that depicts (describes) exactly what is shown on the paper (fig 4).

Paper chromatography shows that the pigments are spotted on a strip on paper (the stationary phase) near the bottom. The very bottom of the paper was placed in a solvent (the mobile phase) that wicks upward on the paper. As the solvent front passed the pigment spot, the pigments dissolved in the solvent and got carried upward with it. The pigments become separated from each other as they climbed upward because they have different attractions to the stationary phase. The molecules that are greatly attracted to the stationary phase flow the slowest, the molecules that are somewhat attracted to it flow at a medium speed, and the molecules with little or no attraction to the stationary phase flow the fastest.

Concepts:

- photosynthetic pigments
- chlorophylls (a and b)
- carotenoids
- xanthophylls
- chromatography

Results:



Fig 3



Carotenos
Xantofilas
Clorofila b
Clorofila a Fig 4

ANEXO VIII

Actividade 5:

- Versão do aluno em português
- Versão do professor em português
- Versão do professor em inglês

10º ano

Ano lectivo - 2008/2009

Biologia e Geologia

Nome: _____ No. ____ Turma B

Actividade prática:

Qual a importância das diferentes radiações da luz visível na fotossíntese?

Introdução:

Os pigmentos fotossintéticos são extremamente importantes para a planta e para todos os seres vivos, pois são as substâncias que absorvem a energia luminosa, o que permite iniciar todas as reacções da fotossíntese. É este fenómeno que permite a entrada da energia solar no mundo vivo.

Em 1883, Engelmann utilizou *Spirogyra* (alga verde filamentosa) e bactérias aeróbias (consomem oxigénio na respiração) para tentar relacionar os comprimentos de onda da luz com a eficácia da fotossíntese.

Colocou a alga numa lâmina, espalhou uniformemente as bactérias e cobriu com uma lamela. Depois adaptou um prisma óptico ao microscópio, de modo a obter a decomposição da luz a incidir sobre a preparação.

Ao fim de algum tempo, observou a preparação e verificou que as bactérias se tinham deslocado e se encontravam aglomeradas.

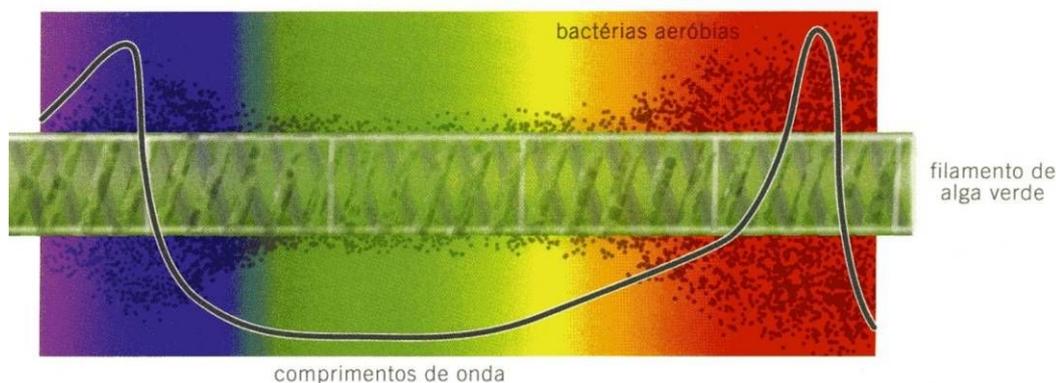
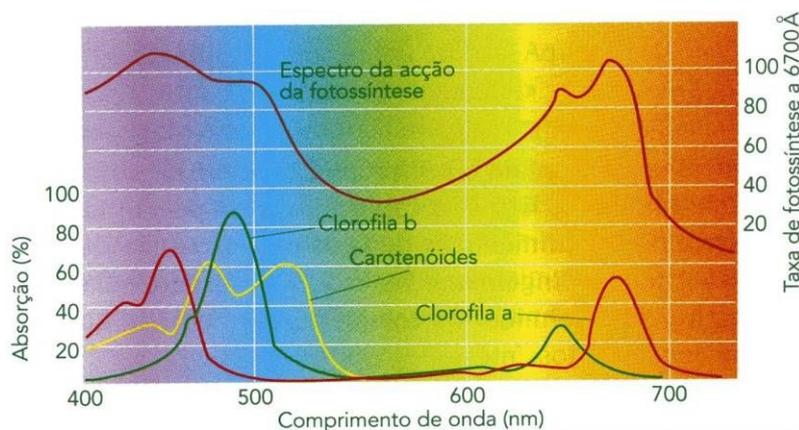


Figura 1. Experiência de Engelmann. Lâmina com distribuição das bactérias no fim da experiência. As bactérias acumulam-se sobre a alga de modo desigual. A curva representa a variação da fotossíntese com a variação do comprimento de onda.

Analise os resultados da experiência e responda às questões.

1. Identifique as regiões do espectro onde ocorreu maior acumulação de bactérias.
2. Procure apresentar uma razão para a distribuição desigual das bactérias ao longo do espectro visível.
3. Observe o gráfico da figura 2 que representa o espectro de absorção de vários pigmentos e o espectro de acção da fotossíntese.



- 3.1 Sabendo que a curva da figura 1 representa a variação da fotossíntese com a variação de comprimento de onda, relacione a taxa fotossintética com a capacidade de absorção de radiações dos pigmentos.
4. Apresente uma conclusão sobre a função dos pigmentos no processo fotossintético.
5. Conclua sobre uma das formas de fazer a avaliação da taxa de fotossíntese.

(Bibliografia de apoio:

Carrajola, C.; Castro, M.J.; Hilário, T. (2007). *Planeta com Vida, Biologia, volume 2*. Carnaxide: Santillana Constância, 90

Marques, E.; Soares, R.; Almeida, C. (1999). *Técnicas Laboratoriais de Biologia – Bloco I*. Porto: Porto Editora, 172

Silva, A. Mesquita, A.F.; Gramaxo, F.; Santos, M. E.; Baldaia, L.; Félix, J. M. (2007).) *Terra, Universo de Vida, Biologia, 2ª parte*. Porto: Porto Editora, 75)



Actividade prática:

Qual a importância das diferentes radiações da luz visível na fotossíntese?

Competências:

Domínio conceptual

- Conhecimento e compreensão de dados e conceitos, nomeadamente, pigmentos fotossintéticos e variação da taxa fotossintética em função de diferentes comprimentos de onda.
- Interpretação de dados fornecidos em diversos suportes.
- Mobilização e utilização de dados e conceitos, relativos à obtenção de matéria pelos seres autotróficos.
- Explicação de contextos em análise, com base em critérios fornecidos.
- Estabelecimento de relações entre conceitos.

Domínio procedimental

- Reconhecimento da função da observação na investigação científica.
- Identificação/formulação de problemas/hipóteses explicativas da constituição das plantas.
- Identificação de argumentos a favor ou contra determinadas conclusões.
- Interpretação/alteração de procedimentos experimentais fornecidos.
- Interpretação dos resultados de uma investigação científica.
- Previsão de resultados/ estabelecimento de conclusões.
- Execução de procedimentos experimentais fornecidos.

Domínio atitudinal

Adopção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentadas, visando uma educação para a cidadania, nomeadamente:

- Cooperação com os seus pares na realização das actividades propostas.
- Autonomia ao realizar as actividades de forma autónoma e estruturada.
- Responsabilidade ao manusear o material.
- Curiosidade ao fazer questões relacionadas com o tema em estudo.
- Reflexão crítica ao reformular o seu trabalho.

Introdução:

Os pigmentos fotossintéticos são extremamente importantes para a planta e para todos os seres vivos, pois são as substâncias que absorvem a energia luminosa, o que permite iniciar todas as reações da fotossíntese. É este fenômeno que permite a entrada da energia solar no mundo vivo.

Em 1883, Engelmann utilizou *Spirogyra* (alga verde filamentosa) e bactérias aeróbias (consomem oxigênio na respiração) para tentar relacionar os comprimentos de onda da luz com a eficácia da fotossíntese.

Colocou a alga numa lâmina, espalhou uniformemente as bactérias e cobriu com uma lamela. Depois adaptou um prisma óptico ao microscópio, de modo a obter a decomposição da luz a incidir sobre a preparação.

Ao fim de algum tempo, observou a preparação e verificou que as bactérias se tinham deslocado e se encontravam aglomeradas.

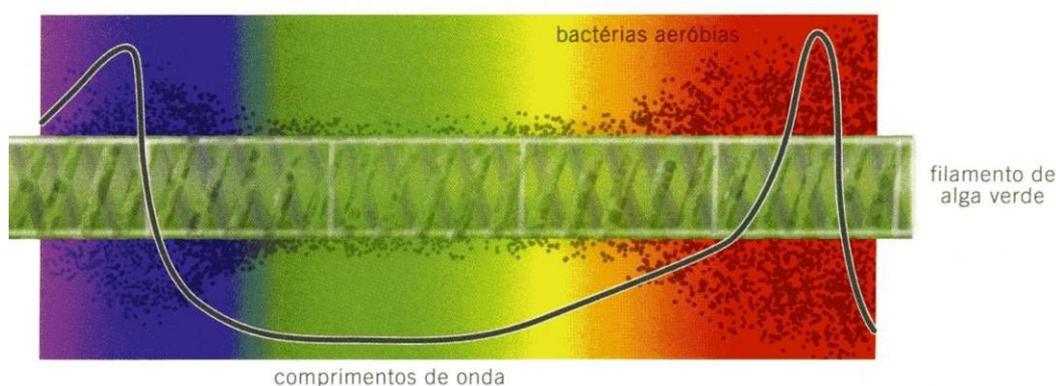


Figura 1. Experiência de Engelmann. Lâmina com distribuição das bactérias no fim da experiência. As bactérias acumulam-se sobre a alga de modo desigual. A curva representa a variação da fotossíntese com a variação do comprimento de onda.

Analise os resultados da experiência e responda às questões.

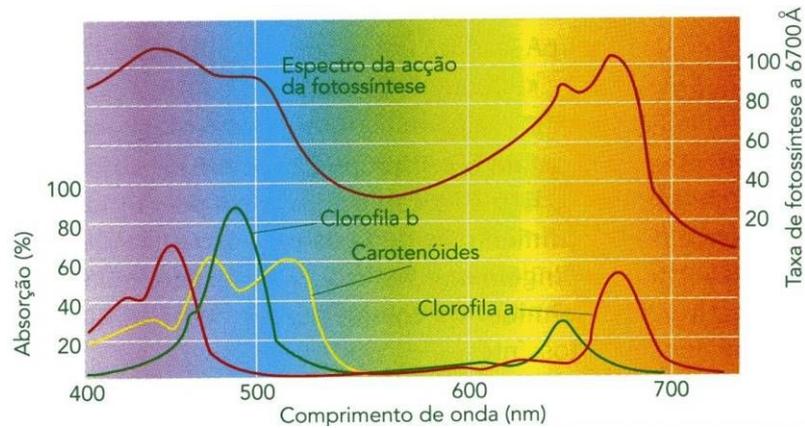
1. Identifique as regiões do espectro onde ocorreu maior acumulação de bactérias.

Nas zonas correspondentes às radiações azul-violeta e laranja-vermelho.

2. Procure apresentar uma razão para a distribuição desigual das bactérias ao longo do espectro visível.

São essas zonas que induzem a fotossíntese nas células da alga filamentosa, havendo aí maior libertação de oxigênio, deslocando-se as bactérias aeróbias para essas zonas.

3. Observe o gráfico da figura 2 que representa o espectro de absorção de vários pigmentos e o espectro de acção da fotossíntese.



- 3.1 Sabendo que a curva da figura 1 representa a variação da fotossíntese com a variação de comprimento de onda, relacione a taxa fotossintética com a capacidade de absorção de radiações dos pigmentos.

Quanto maior é a intensidade fotossintética maior é a libertação de oxigénio, as zonas onde há maior libertação deste gás correspondem às radiações azul-violeta e laranja-vermelho, ou seja, os pigmentos fotossintéticos absorvem radiações especialmente nas faixas do azul e do vermelho, como mostram as bactérias utilizadas por Engelmann. As radiações luminosas das faixas do azul são as mais eficazes na fotossíntese.

4. Apresente uma conclusão sobre a função dos pigmentos no processo fotossintético.

Os pigmentos fotossintéticos são os responsáveis pela captação de luz. A luz que incide sobre as folhas pode seguir diferentes percursos devido ao comportamento dos pigmentos fotossintéticos face às diferentes radiações.

5. Conclua sobre uma das formas de fazer a avaliação da taxa de fotossíntese.

Relacionando a taxa fotossintética e a quantidade de oxigénio libertado.

(Bibliografia de apoio:

Carrajola, C.; Castro, M.J.; Hilário, T. (2007). *Planeta com Vida, Biologia, volume 2*. Carnaxide: Santillana Constância, 90

Marques, E.; Soares, R.; Almeida, C. (1999). *Técnicas Laboratoriais de Biologia – Bloco I*. Porto: Porto Editora, 172

Silva, A. Mesquita, A.F.; Gramaxo, F.; Santos, M. E.; Baldaia, L.; Félix, J. M. (2007).) *Terra, Universo de Vida, Biologia, 2ª parte*. Porto: Porto Editora, 75)

Practical activity:

What is the significance of different visible light radiation on photosynthesis?

Skills / Objectives:

Conceptual domain:

- Knowledge and understanding of data and concepts, namely, photosynthetic pigments and variation of photosynthesis with the change in the wavelength.
- Interpretation of data provided by different mediums.
- Mobilization and use of data and concepts, related to getting matter by autotrophic beings.
- Explanation of contexts in analysis based on the provided criteria.
- Establishment of relationships between concepts.

Procedural Domain

- The role of observation in the context of scientific research.
- The photosynthetic pigments: identification / definition of problems / explanatory hypotheses for photosynthetic pigments.
- Identification of arguments for or against certain conclusions.
- Interpretation of provided experimental procedures to determine the absorption of differing wavelengths of light by individual pigments in *Spirogyra*.
- Interpretation of the scientific research results.
- Make conclusions.

Attitudinal Domain

Adoption of attitudes and values related to personal and social conscious and rational decisions, seeking education for citizenship, including:

- cooperation with their peers viewing the implementation of the proposed activities.
- autonomy to carry out the activities independently and using structured way
- responsibility on handling materials.
- showing curiosity by asking questions related to the subject
- critical reflection to reformulate their work.

Introduction:

Photosynthetic pigments are extremely important to the plant and to all living beings, because they are substances that absorb light energy, and this allows all the reactions of photosynthesis to start. It is this phenomenon that allows the entry of solar energy in living world.

In 1883, Thomas Engelmann devised an experiment to learn which wavelengths (colors) of light were the most effective in carrying out photosynthesis in the filamentous green alga *Spirogyra* and aerobic bacteria (consuming oxygen in breathing).

He put seaweed on a slide, and spread the bacteria evenly covered them with a lamella. After that, he adapted a prism to the optical microscope in order to obtain the decomposition of light to focus on the preparation.

After a while, he noted the preparation and found that the bacteria had been displaced and were lumped.

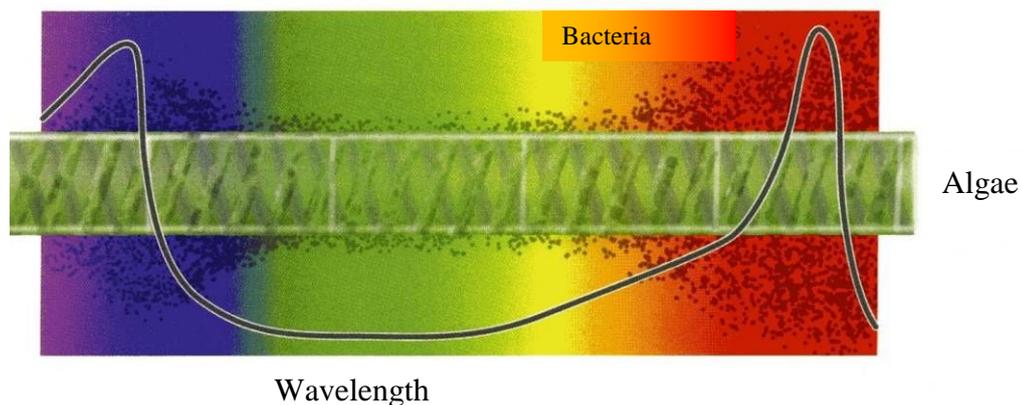


Figure 1. Engelmann's experiment. Blade with distribution of bacteria at the end of the experiment. The bacteria accumulate on the algae unevenly. The curve represents the variation of photosynthesis with the change in the wavelength.

Consider the results of the experiment and answer the questions.

1. Identify the regions of the spectrum where there was greater accumulation of bacteria.

They accumulate near the parts of the algae that are illuminated with orange-red and blue-violet light.

2. Try to present a reason for the uneven distribution of bacteria throughout the visible spectrum.

Those are the wavelengths that work best for photosynthesis, which is why the algae released more oxygen in the red and blue light.

3. Look at the chart in Figure 2, which shows the absorption spectrum of various pigments and the action spectrum of photosynthesis.

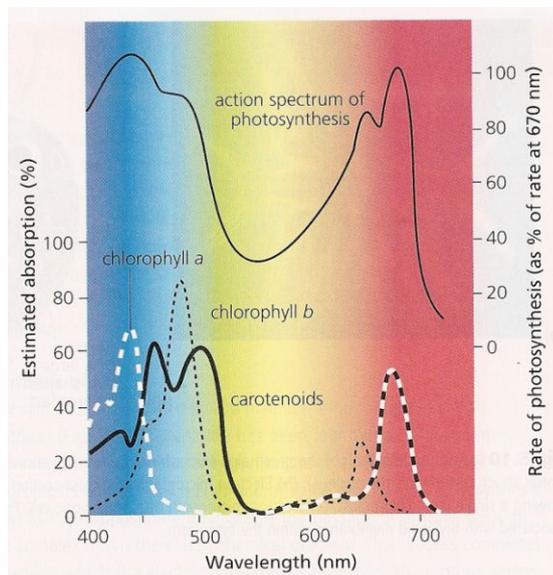


Figure 2

- 3.1 Knowing that the curve in Figure 1 represents the photosynthesis variation with the wavelength change, correlate the photosynthetic rate with the pigments capacity to absorb radiation.

The greater the photosynthetic intensity the greater the release of oxygen; the areas where there is greater release of gas match the blue-violet radiation and orange-red, i.e. the photosynthetic pigments absorb radiation especially in blue and red bands, as the bacteria used by Engelmann show. Light radiation from the blue bands is more efficient in photosynthesis.

4. Draw a conclusion about pigments function in the photosynthetic process.
The photosynthetic pigments are responsible for capturing light. The light that focuses on the leaves can follow different routes due to the behavior of photosynthetic pigments depending on the face of various types of radiation.
5. Draw a conclusion about one of the ways to assess the photosynthesis rate.
Linking the photosynthetic rate and oxygen released.

ANEXO IX

Actividade 6:

- Versão do aluno em português
- Versão do professor em português
- Versão do professor em inglês



Direcção Regional de Educação do Centro
Centro de Área Educativa de Viseu

ESCOLA SECUNDÁRIA DE VIRIATO - 402977



10º ano

Ano lectivo - 2008/2009

Biologia e Geologia

Nome: _____ No. ____ Turma B

Actividade prática:

Formação de amido e fotossíntese - que relação?

Introdução:

Quando tiramos uma fotografia com a “velhinhas” máquinas de filme, a película existente no interior da máquina é iluminada, ficando impressa uma imagem negativa (os tons claros ficam registados como tons escuros e vice-versa) do objecto fotografado.

Curiosamente, usando como “película fotográfica” as folhas verdes de uma planta, podemos obter a “impressão” de uma dada imagem. Essa “impressão” deve-se à produção de amido, uma substância química que cora de azul-arroxeadado ao reagir com uma solução iodada (por exemplo soluto de Lugol). O papel da solução iodada é semelhante ao das soluções alcalinas, ácidas e de tiosulfato de sódio usadas na revelação de fotografias.

A fotossíntese é um processo metabólico que permite às plantas sintetizar matéria orgânica, produzindo glicose, hidrato de carbono que pode ser de imediato mobilizado na produção de energia (através da respiração celular) ou ser armazenado sob a forma de sacarose ou amido.

Material que deve utilizar:

- Tina
- Gobelés
- Caixas de Petri
- Placa de aquecimento
- Tesoura
- Pinça
- Folha de alumínio
- Papel de limpeza
- Álcool

- Água
- Água iodada ou Lugol
- Planta envasada (Geranium (*Pelargonium*))

Como deve proceder:

1. Coloque uma planta envasada num armário escuro durante 3 dias.
2. Após retirar a planta do armário cubra a totalidade de uma folha com papel de alumínio e tape outra folha parcialmente (Fig 1 A).
3. Exponha a planta envasada à luz solar durante um dia.
4. Decorrido este tempo, ferva 200 ml de água.
5. Corte 3 folhas: a que esteve coberta com a folha de alumínio, a que esteve parcialmente coberta e outra destapada.
6. Coloque as folhas, individualmente, na água a ferver durante 1 minuto (fig 1 B) ou até estarem macias e flácidas.



Figura 1- Dispositivo experimental

7. Prepare um banho-maria e coloque-lhe dentro um gobelé com álcool, aquecendo-o cuidadosamente até à ebulição.
8. Introduza as folhas, uma de cada vez, no álcool até que elas fiquem com uma cor esbranquiçada, de seguida passe-as por água a ferver.
9. Coloque um pouco de água iodada em três caixas de Petri e introduza em cada uma delas uma das folhas.
10. Observe e registre os resultados.

Tópicos de discussão:

1. Explique a razão pela qual se colocou a planta envasada 3 dias no escuro e de seguida se transferiu para um local iluminado.
2. Explique a razão do uso da água a ferver.
3. Indique o “reagente” e o “produto” da fotossíntese em destaque nesta experiência.
4. Qual é o papel do álcool no processo de revelação da “imagem” de amido?
5. Apresente uma explicação para os resultados obtidos em cada situação (folha coberta, folha parcialmente coberta e folha descoberta)

(Bibliografia de apoio:

Marques, E.; Soares, R.; Almeida, C. (1999). *Técnicas Laboratoriais de Biologia – Bloco I*. Porto: Porto Editora, 174-175

Marques, M. (2004). *14 Atividades Laboratoriais para o Ensino da Biologia*. Porto: Porto Editora, 55-59

Oliveira, Ó.; Ribeiro, E.; Silva, J.C. (2008). *Desafios. Biologia e Geologia, volume 2*. Porto: Edições ASA, 106)



10º ano

Ano lectivo - 2008/2009

Biologia e Geologia

Nome: _____ No. ____ Turma B

Actividade prática:

Formação de amido e fotossíntese - que relação?

Competências:

➤ **Domínio conceptual:**

- Conhecimento e compreensão do significado biológico da fotossíntese.
- Estabelecimento de relações entre conceitos: fotossíntese / produção de amido nas plantas.
- Interpretação de dados fornecidos em diversos suportes.
- Mobilização e utilização de dados e conceitos, relativos à obtenção de matéria pelos seres autótrofos.
- Explicação de contextos em análise, com base em critérios fornecidos.
- Estabelecimento de relações entre conceitos.

➤ **Domínio procedimental**

- Reconhecimento da função da observação na investigação científica.
- Identificação/formulação de problemas/hipóteses explicativas do desenvolvimento das plantas.
- Identificação de argumentos a favor ou contra determinadas conclusões.
- Interpretação/alteração de procedimentos experimentais fornecidos.
- Interpretação dos resultados de uma investigação científica.
- Previsão de resultados/ estabelecimento de conclusões.

➤ **Domínio atitudinal**

Adopção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentadas, visando uma educação para a cidadania, nomeadamente:

- Cooperação com os seus pares na realização das actividades propostas.
- Autonomia ao realizar as actividades de forma autónoma e estruturada.
- Responsabilidade ao manusear o material.
- Curiosidade ao fazer questões relacionadas com o tema em estudo.
- Reflexão crítica ao reformular o seu trabalho.

Introdução:

Quando tiramos uma fotografia com as “velhinhas” máquinas de filme, a película existente no interior da máquina é iluminada, ficando impressa uma imagem negativa (os tons claros ficam registados como tons escuros e vice-versa) do objecto fotografado.

Curiosamente, usando como “película fotográfica” as folhas verdes de uma planta, podemos obter a “impressão” de uma dada imagem. Essa “impressão” deve-se à produção de amido, uma substância química que cora de azul-arroxeadado ao reagir com uma solução iodada (por exemplo soluto de Lugol). O papel da solução iodada é semelhante ao das soluções alcalinas, ácidas e de tiosulfato de sódio usadas na revelação de fotografias.

A fotossíntese é um processo metabólico que permite às plantas sintetizar matéria orgânica, produzindo glicose, hidrato de carbono que pode ser de imediato mobilizado na produção de energia (através da respiração celular) ou ser armazenado sob a forma de sacarose ou amido.

Material que deve utilizar:

- Tina
- Gobelés
- Caixas de Petri
- Placa de aquecimento
- Tesoura
- Pinça
- Folha de alumínio
- Papel de limpeza
- Álcool
- Água
- Água iodada ou Lugol
- Planta envasada (Geranium (*Pelargonium*))

Como deve proceder:

1. Coloque uma planta envasada num armário escuro durante 3 dias.
2. Após retirar a planta do armário cubra a totalidade de uma folha com papel de alumínio e tape outra folha parcialmente (Fig 1 A).
3. Exponha a planta envasada à luz solar durante um dia.
4. Decorrido este tempo, ferva 200 ml de água.
5. Corte 3 folhas: a que esteve coberta com a folha de alumínio, a que esteve parcialmente coberta e outra destapada.
6. Coloque as folhas, individualmente, na água a ferver durante 1 minuto (fig 1 B) ou até estarem macias e flácidas.

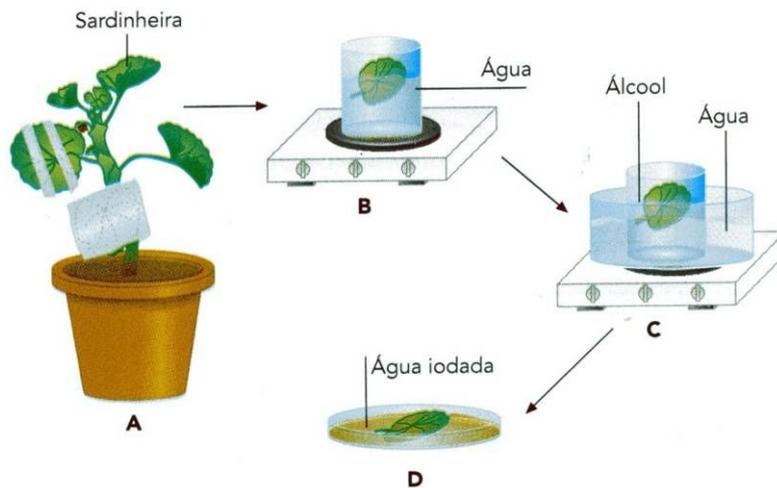


Figura 1- Dispositivo experimental

7. Prepare um banho-maria e coloque-lhe dentro um gobelé com álcool, aquecendo-o cuidadosamente até à ebulição.
8. Introduza as folhas, uma de cada vez, no álcool até que elas fiquem com uma cor esbranquiçada, de seguida passe-as por água a ferver.
9. Coloque um pouco de água iodada em três caixas de Petri e introduza em cada uma delas uma das folhas.
10. Observe e registre os resultados.

Tópicos de discussão:

1. Explique a razão pela qual se colocou a planta envasada 3 dias no escuro e de seguida se transferiu para um local iluminado.

Para evitar que haja amido antes de iniciar a actividade experimental, garantindo assim que os resultados se devem à acção da luz.

2. Explique a razão do uso da água a ferver.

Esta operação evita que as folhas fiquem quebradiças e aumenta a permeabilidade das células à solução de iodo.

3. Indique o “reagente” e o “produto” da fotossíntese em destaque nesta experiência.

Reagente – luz solar

Produto – amido

4. Qual é o papel do álcool no processo de revelação da “imagem” de amido?

O álcool é utilizado para remover todos os pigmentos que conferem cor à folha e facilitar a detecção do amido com a água iodada (ou Lugol)

5. Apresente uma explicação para os resultados obtidos em cada situação (folha coberta, folha parcialmente coberta e folha descoberta)

Nas zonas que se encontram tapadas, não deverá ocorrer a detecção de amido, enquanto nas zonas expostas à luz solar, o amido deverá ser detectado. Pode concluir-se que o amido apenas é produzido nas folhas da planta que tenham estado expostas à luz solar, ou seja, naquelas em que ocorreu a fotossíntese.

(Bibliografia de apoio:

Marques, E.; Soares, R.; Almeida, C. (1999). *Técnicas Laboratoriais de Biologia – Bloco I*. Porto: Porto Editora, 174-175

Marques, M. (2004). *14 Actividades Laboratoriais para o Ensino da Biologia*. Porto: Porto Editora, 55-59

Oliveira, Ó.; Ribeiro, E.; Silva, J.C. (2008). *Desafios. Biologia e Geologia, volume 2*. Porto: Edições ASA, 106)

Practical activity:

Starch formation and photosynthesis - what is the relationship?

Skills:

Conceptual domain:

- Knowledge and understanding of data and concepts, namely, the presence of starch in leaves.
- Interpretation of data provided by different mediums.
- Mobilization and use of data and concepts, related to getting matter by autotrophic beings.
- Explanation of contexts in analysis based on the provided criteria.
- Establishment of relationships between concepts.

Procedural Domain

- The role of observation in the context of scientific research.
- The photosynthetic process: identification / definition of problems / explanatory hypotheses for photosynthetic process.
- Identification of arguments for or against certain conclusions.
- Interpretation / modification of provided experimental procedures: this activity will demonstrate the need for light and chlorophyll by detecting starch using iodine.
- Interpretation of the scientific research results.
- Preview of results / make conclusions

Attitudinal Domain

Adoption of attitudes and values related to personal and social conscious and rational decisions, seeking education for citizenship, including:

- cooperation with their peers viewing the implementation of the proposed activities.
- autonomy to carry out the activities independently and using structured way
- responsibility on handling materials.
- showing curiosity by asking questions related to the subject
- critical reflection to reformulate their work.

Introduction:

When you take a photo with an "old-fashioned camera", the film is inside the machine. It is lit a negative image is imprinted (the light tones are recorded as dark tones and vice versa) of the photographed object.

Interestingly, using the green leaves of a plant as a "film", we can get the "impression" of a given image. This "impression" is due to the production of starch, a chemical that turns blue-violet to react with an iodine solution (for example Lugol solute). The role of the iodine solution is similar to that of alkalines, acids and sodium thiosulfate used in developing photographs.

Photosynthesis is a metabolic process that allows plants to synthesize organic matter, producing glucose, a carbohydrate that can be immediately mobilized to produce energy (through cellular respiration) or be stored in sucrose or starch form.

Material:

Glass bowl

Beakers

Small Petri dishes

Hot-plate

Scissors

Clamp

Aluminum foil

The role of cleanliness

Alcohol

Water

Water iodine or Lugol

Potted plants (Geranium (*Pelargonium*))

Procedure:

1. The plant is placed somewhere dark, e.g. a cupboard, for 3 days. It's essential that the plant is watered beforehand.
2. After removing the plant from the cupboard, covering a leaf with dark paper or aluminum foil and another part of a leaf - possibly with perforations - and hold it in place with paper clips (Fig 1A). Alternatively, an aluminum foil envelope (with a distinctively shaped hole in the centre) may be placed over both sides of the leaf, and the edges of the hole pinched in a little so that light only reaches the exposed part of the leaf.
3. Expose the potted plants to sunlight for a day.
4. After wards, boil 200 ml of water.
5. Cut 3 leaves: one that was covered with aluminum foil, one which was partially covered and another which was uncovered.
6. Place each leaf in the boiling water for 1-2 minutes or until soft and limp.(Figure 1 B)

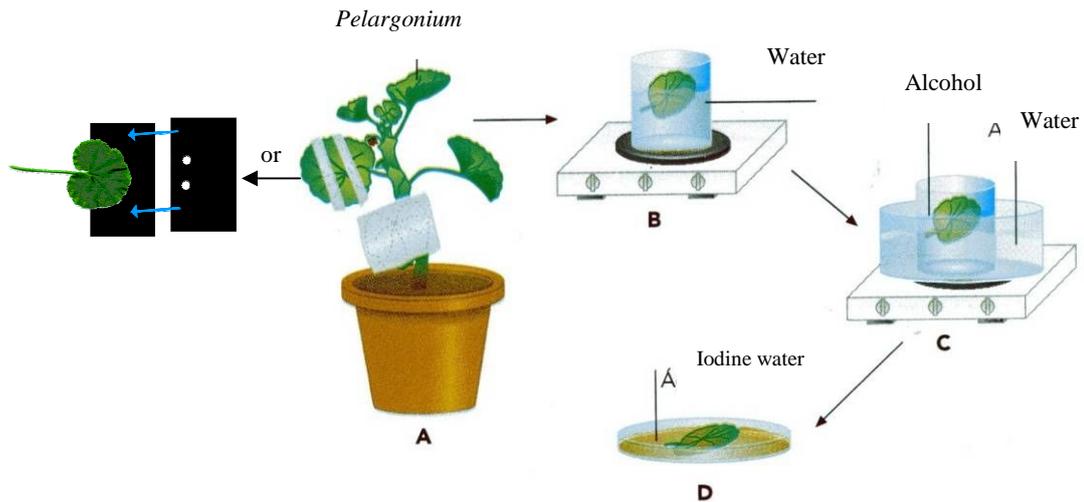


Figure 1 - Experimental device

7. Prepare a water bath and put it inside a beaker with alcohol and heat it gently until boiling.
8. Introduce the leaves one by one in alcohol until they become whitish in color, then immerse them in cold water
9. Put a little iodine water in three glass (Petri) dish. Spread out the leaf. Wait a few minutes for color to develop.
10. Look at and record the results.

Discussion:

1. Explain why the plant was placed in the dark for 3 days and then he moved it to an illuminated place.
To ensure that there isn't starch before starting the experiment, thereby ensuring that the results are due to the action of the light.
2. Explain the reason for using boiling water.
This operation prevents the leaves from becoming brittle and increases the permeability of cells to the iodine solution.
3. Identify the photosynthesis "reagent" and "product" focused on this experiment.
Reagent - sunlight
Product – starch
4. What is the role of alcohol in the starch "image" which appears?
Alcohol is used to remove all the pigments that give color to the leaf and to facilitate detection of starch with iodine water (or Lugol).
5. Provide an explanation for the results obtained in each situation (covered leaf, partially covered leaf and discovery leaf)
In the areas that are covered starch should not be detected, while in areas exposed to sunlight, starch must be detected. It can be concluded that the starch is only produced in the leaves that have been exposed to sunlight, namely those in which photosynthesis occurred.

ANEXO X

Actividade 7:

- Versão do aluno em português
- Versão do professor em português
- Versão do professor em inglês

10º ano

Ano lectivo - 2008/2009

Biologia e Geologia

Nome: _____ No. ____ Turma B

Actividade prática:

Qual a relação entre os materiais utilizados na fotossíntese e os produtos resultantes?

1. Analise atentamente os dados fornecidos no texto que se segue:

Em 1930, um investigador chamado Van Niel, trabalhando com bactérias sulfurosas, verificou que:

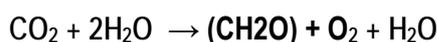
- são anaeróbias;
- em vez de utilizarem água, estas bactérias utilizam sulfureto de hidrogénio (H₂S);
- na presença da luz, sintetizam compostos orgânicos e libertam enxofre (S).

Van Niel comparou os dois processos:

Bactérias sulfurosas



Plantas



Na década de 40 do século XX, Samuel Ruben e Martin Kamen realizaram experiências, recorrendo à utilização de isótopos radioactivos. Estes cientistas colocaram algas verdes unicelulares do género *Chlorella* em água marcada com o isótopo ¹⁸O, e iluminaram-nas. Recolhendo o O₂ libertado na fotossíntese, verificaram que se tratava de ¹⁸O₂. Constataram, ainda, que o isótopo ¹⁸O não foi encontrado nos compostos orgânicos sintetizados.

Em 1951 Gaffron e colaboradores introduziram numa suspensão de algas, submetida a uma forte iluminação, dióxido de carbono radioactivo (¹⁴CO₂). Deixaram permanecer a suspensão de algas à luz, durante 10 minutos, submetendo-a depois à obscuridade. Estes cientistas verificaram que, mesmo na obscuridade, o dióxido de carbono continuava a ser absorvido durante 15 a 20 segundos. Também apuraram que, se a iluminação prévia não tivesse ocorrido, ou tivesse ocorrido durante menos de 10 minutos, cessava a fixação de dióxido de carbono.

Na década de 50 do século XX Calvin e colaboradores colocaram suspensões de algas verdes unicelulares (*Chlorella*) num reservatório iluminado, onde borbulhava ar enriquecido em CO_2 . Daí as algas passavam para uma tubagem transparente, por acção de uma bomba, até um banho de álcool em ebulição.

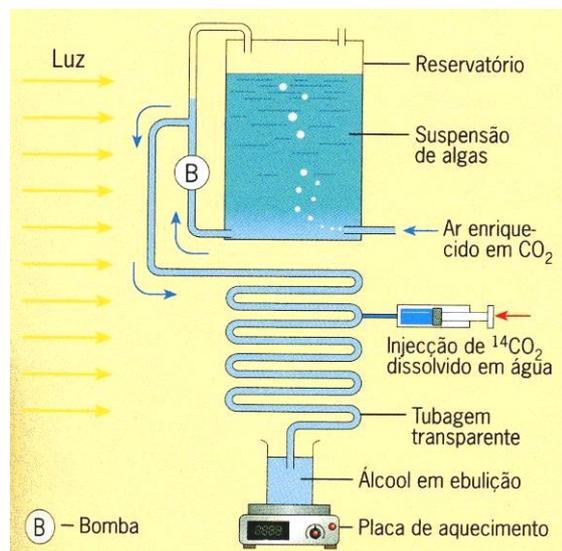


Figura 1. Experiências de Calvin

Injectaram $^{14}\text{CO}_2$ em diferentes pontos da tubagem, de modo a fazer variar a exposição das algas ao carbono radioactivo. Os produtos formados, após diferentes momentos e que possuem carbono, são extraídos e identificados. Por comparação dos resultados foi possível reconstituir a ordem de aparecimento das diferentes substâncias orgânicas identificadas após a fixação de $^{14}\text{CO}_2$.

- 1.1 Refira as semelhanças e as diferenças existentes nos processos fotossintéticos das plantas e das bactérias sulfurosas.
- 1.2 Tendo em conta as experiências mencionadas no texto, proponha uma origem para o oxigénio libertado na fotossíntese.
- 1.3 Como interpreta os resultados da experiência de Gaffron e da experiência de Calvin?

(Bibliografia:

Carrajola, C.; Castro, M.J.; Hilário, T. (2007). *Planeta com Vida, Biologia, volume 2*. Carnaxide: Santillana Constância, 95

Oliveira, Ó.; Ribeiro, E.; Silva, J.C. (2008). *Desafios. Biologia e Geologia, volume 2*. Porto: Edições ASA, 94

Silva, A. Mesquita, A.F.; Gramaxo, F.; Santos, M. E.; Baldaia, L.; Félix, J. M. (2007.) *Terra, Universo de Vida, Biologia, 2ª parte*. Porto: Porto Editora, 77)



Actividade prática:

Qual a relação entre os materiais utilizados na fotossíntese e os produtos resultantes?

Competências:

Domínio conceptual

- Conhecimento e compreensão de dados e conceitos, nomeadamente, produtos e reagentes da fotossíntese.
- Interpretação de dados fornecidos em diversos suportes.
- Mobilização e utilização de dados e conceitos, relativos à obtenção de matéria pelos seres autotróficos.
- Explicação de contextos em análise, com base em critérios fornecidos.
- Estabelecimento de relações entre conceitos.

Domínio procedimental

- Reconhecimento da função da observação na investigação científica.
- Identificação/formulação de problemas/hipóteses explicativas do desenvolvimento das plantas.
- Identificação de argumentos a favor ou contra determinadas conclusões.
- Interpretação/alteração de procedimentos experimentais fornecidos.
- Interpretação dos resultados de uma investigação científica.
- Previsão de resultados/ estabelecimento de conclusões.

Domínio atitudinal

Adopção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentadas, visando uma educação para a cidadania, nomeadamente:

- Cooperação com os seus pares na realização das actividades propostas.
- Autonomia ao realizar as actividades de forma autónoma e estruturada.
- Responsabilidade ao manusear o material.
- Curiosidade ao fazer questões relacionadas com o tema em estudo.
- Reflexão crítica ao reformular o seu trabalho.

1. Analise atentamente os dados fornecidos no texto que se segue:

Em 1930, um investigador chamado Van Niel, trabalhando com bactérias sulfurosas, verificou que:

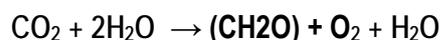
- são anaeróbias;
- em vez de utilizarem água, estas bactérias utilizam sulfureto de hidrogénio (H_2S);
- na presença da luz, sintetizam compostos orgânicos e libertam enxofre (S).

Van Niel comparou os dois processos:

Bactérias sulfurosas



Plantas



Na década de 40 do século XX, Samuel Ruben e Martin Kamen realizaram experiências, recorrendo à utilização de isótopos radioactivos. Estes cientistas colocaram algas verdes unicelulares do género *Chlorella* em água marcada com o isótopo ^{18}O , e iluminaram-nas. Recolhendo o O_2 libertado na fotossíntese, verificaram que se tratava de $^{18}\text{O}_2$. Constaram, ainda, que o isótopo ^{18}O não foi encontrado nos compostos orgânicos sintetizados.

Em 1951 Gaffron e colaboradores introduziram numa suspensão de algas, submetida a uma forte iluminação, dióxido de carbono radioactivo ($^{14}\text{CO}_2$). Deixaram permanecer a suspensão de algas à luz, durante 10 minutos, submetendo-a depois à obscuridade. Estes cientistas verificaram que, mesmo na obscuridade, o dióxido de carbono continuava a ser absorvido durante 15 a 20 segundos. Também apuraram que, se a iluminação prévia não tivesse ocorrido, ou tivesse ocorrido durante menos de 10 minutos, cessava a fixação de dióxido de carbono.

Na década de 50 do século XX Calvin e colaboradores colocaram suspensões de algas verdes unicelulares (*Chlorella*) num reservatório iluminado, onde borbulhava ar enriquecido em CO_2 . Daí as algas passavam para uma tubagem transparente, por acção de uma bomba, até um banho de álcool em ebulição.

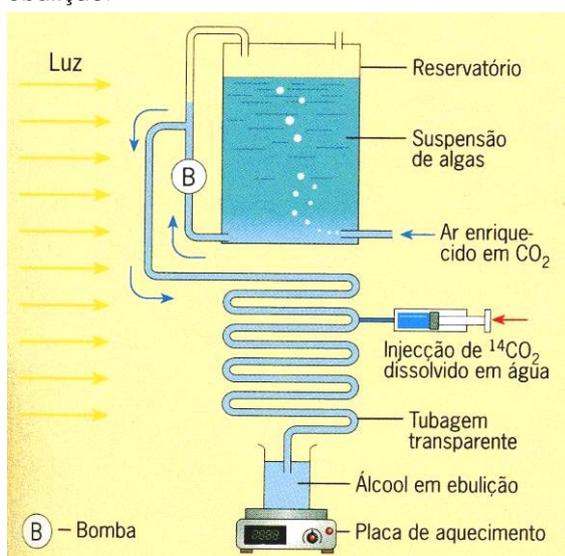


Figura 1. Experiências de Calvin

Injectaram $^{14}\text{CO}_2$ em diferentes pontos da tubagem, de modo a fazer variar a exposição das algas ao carbono radioactivo. Os produtos formados, após diferentes momentos e que possuem carbono, são extraídos e identificados. Por comparação dos resultados foi possível reconstituir a ordem de aparecimento das diferentes substâncias orgânicas identificadas após a fixação de $^{14}\text{CO}_2$.

1.1 Refira as semelhanças e as diferenças existentes nos processos fotossintéticos das plantas e das bactérias sulfurosas.

Ambos os processos utilizam CO_2 e em ambos são produzidos compostos orgânicos (CH_2O) e água, mas as bactérias sulfurosas utilizam sulfureto de hidrogénio e não água.

1.2 Tendo em conta as experiências mencionadas no texto, proponha uma origem para o oxigénio libertado na fotossíntese.

O oxigénio produzido na fotossíntese tem origem na água, pois quando se marcou radioactivamente os átomos da água (experiência de Ruben e Kamen) verificou-se o oxigénio libertado continha isótopos ^{18}O ; tal não ocorria se se marcasse radioactivamente os átomos de oxigénio do dióxido de carbono. Van Niel verificou igualmente que nas bactérias sulfurosas ocorria a decomposição de H_2S e se produzia enxofre, o que lhe permitiu concluir que o O_2 libertado provinha da água.

1.3 Como interpreta os resultados da experiência de Gaffron e da experiência de Calvin?

Os resultados da experiência de Gaffron evidenciam que não é a energia luminosa que directamente intervém na fixação de CO_2 .

A experiência de Calvin mostra que o CO_2 fixado se vai encontrando em sucessivas e diferentes moléculas orgânicas.

(Bibliografia:

Carrajola, C.; Castro, M.J.; Hilário, T. (2007). *Planeta com Vida, Biologia, volume 2*. Carnaxide: Santillana Constância, 95

Oliveira, Ó.; Ribeiro, E.; Silva, J.C. (2008). *Desafios. Biologia e Geologia, volume 2*. Porto: Edições ASA, 94

Silva, A. Mesquita, A.F.; Gramaxo, F.; Santos, M. E.; Baldaia, L.; Félix, J. M. (2007.) *Terra, Universo de Vida, Biologia, 2ª parte*. Porto: Porto Editora, 77)

Practical activity:

What is the relationship between the materials used in photosynthesis and the resulting products?

Skills:

Conceptual domain:

- Knowledge and understanding of data and concepts, namely, photosynthetic products and reagents.
- Interpretation of data provided by different mediums.
- Mobilization and use of data and concepts, related to getting matter by autotrophic beings.
- Explanation of contexts in analysis based on the provided criteria.
- Establishment of relationships between concepts.

Procedural Domain

- The role of observation in the context of scientific research.
- The photosynthetic process: identification / definition of problems / explanatory hypotheses for photosynthetic process.
- Identification of arguments for or against certain conclusions.
- Interpretation of provided experimental procedures.
- Interpretation of the scientific research results.
- Make conclusions

Attitudinal Domain

Adoption of attitudes and values related to personal and social conscious and rational decisions, seeking education for citizenship, including:

- cooperation with their peers viewing the implementation of the proposed activities.
- autonomy to carry out the activities independently and using structured way
- responsibility on handling materials.
- showing curiosity by asking questions related to the subject
- critical reflection to reformulate their work.

Introduction:

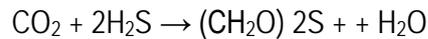
Carefully consider the data provided in the following text:

In 1930 a researcher named Van Niel, working with sulfur bacteria, found that:

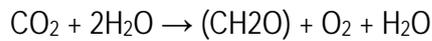
- They are anaerobic;
- Instead of using water, these bacteria use hydrogen sulfide (H₂S);
- In the presence of light, they synthesize organic compounds and release sulfur (S).

Van Niel compared the two processes:

Sulfur bacteria



Plants



In the 1940's, Martin Kamen and Samuel Ruben performed experiments, using radioactive isotopes. These scientists put unicellular green algae (Chlorella) in water labeled with the isotope ¹⁸O, and they shone light on them. The O₂ released in photosynthesis was collected, and they saw it is ¹⁸O₂. They found also that ¹⁸O isotope isn't found in synthesized organic compounds.

Gaffron and his co-workers in 1951 introduced radioactive carbon dioxide (¹⁴CO₂) in an algae suspension, and exposed it to a strong light. The algae suspension remained exposed to the light for 10 minutes, and then returned to darkness.

These scientists found that even in the dark, carbon dioxide continued to be absorbed (for 15 to 20 seconds). They also found that if the lighting had not taken place, or had occurred during less than 10 minutes, carbon dioxide fixing stopped.

These and other experiments showed that the photosynthetic process occurs in two stages:

- One in which the reactions are directly dependent on the presence of light;
- One in which the reactions occur without any direct intervention of light, even though this may be present.

In the 1950's Calvin and his co-workers raised suspensions of unicellular green algae (Chlorella) in an illuminated tank where CO₂-enriched air was bubbling. From the tank algae was pumped through a transparent pipe, to a bath of boiling alcohol.

They injected ¹⁴CO₂ into different points of the pipe in order to vary the algae exposure to radioactive carbon. At different times the carbon products that have formed, are extracted and identified. Comparing results it was possible to reconstruct the order in which various organic substances appeared. These organic substances are identified after the establishment of ¹⁴CO₂.

1. Mention the similarities and the differences in the photosynthetic processes of plants and bacteria sulfur.

Both processes use CO₂, organic compounds (CH₂O) and water are produced in both, but the sulfur bacteria use hydrogen sulfide and no water.

2. Taking into account the experiments mentioned in the text, say where the oxygen produced in photosynthesis comes from.

The oxygen produced in photosynthesis comes from the water, because when the atoms in radioactively tagged water (Kamen and Ruben's experiment), the oxygen release contained ^{18}O isotopes; this wouldn't happened if the oxygen atoms of carbon dioxide were radioactively. Van Niel found that in sulfur bacteria H_2S decomposition occurred and sulfur was produced, which enabled him to conclude that the O_2 released came from the water.

3. How to interpret the results of the Gaffron and Calvin experiments?

The results of the Gaffron experiment show that luminous energy isn't directly involved in fixing CO_2 .

The Calvin experiment shows that CO_2 will be found in successive and different organic molecules.

Note: At the end of the activity Eva's ppt, which summarizes the key points from the photosynthesis study, may be presented.

ANEXO XI

Actividade 8:

- Versão do aluno em português
- Versão do professor em português
- Versão do professor em inglês



10º ano

Ano lectivo - 2008/2009

Biologia e Geologia

Nome: _____ No. ____ Turma B

Actividade prática de natureza investigativa:

Quais os factores que influenciam a taxa fotossintética?

Introdução:

Foram estudados vários factores que influenciam a actividade fotossintética, nomeadamente internos (ex. anatomia das folhas) e externos (por ex. CO₂, luz, temperatura, etc.)

Qualquer variação nos intervenientes do processo fotossintético influencia a sua taxa. A intensidade fotossintética pode ser avaliada pela quantidade de oxigénio libertada ou pela quantidade de CO₂ absorvida por unidade de tempo. Qualquer factor, que pelo facto de variar pode aumentar ou diminuir a taxa fotossintética, denomina-se factor limitante.

Objecto de estudo: Factores que influenciam a fotossíntese.

Problema(s): Formulem um ou mais problemas/questões capazes de orientar a investigação.

Hipóteses/Previsões: Com base nos conhecimentos que possuem apresentem as vossas hipóteses de trabalho e respectiva fundamentação.

Pesquisa de informação: Identifiquem os aspectos que consideram necessário conhecer, estudar e/ou pesquisar para realizar a investigação.

Procedimentos: Elaborem um documento síntese no qual devem descrever como pensam concretizar a vossa investigação:

- a sequência de passos/procedimentos;
- os dispositivos experimentais (material, instrumentos/aparelhos necessários)
- as variáveis a estudar e a controlar;
- os dados que pensam recolher e porquê.



Actividade prática de natureza investigativa:

Quais os factores que influenciam a taxa fotossintética?

Competências:

Domínio conceptual

- Conhecimento e compreensão de dados e conceitos, nomeadamente, os factores que influenciam a fotossíntese.
- Interpretação de dados fornecidos em diversos suportes.
- Mobilização e utilização de dados e conceitos, relativos à obtenção de matéria pelos seres autotróficos.
- Explicação de contextos em análise, com base em critérios fornecidos.
- Estabelecimento de relações entre conceitos.

Domínio procedimental

- Reconhecimento da função da observação na investigação científica.
- Identificação/formulação de problemas/hipóteses explicativas dos factores que influenciam a fotossíntese.
- Identificação de argumentos a favor ou contra determinadas conclusões.
- Interpretação/alteração de procedimentos experimentais fornecidos.
- Interpretação dos resultados de uma investigação científica.
- Previsão de resultados/ estabelecimento de conclusões.

Domínio atitudinal

Adopção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentadas, visando uma educação para a cidadania, nomeadamente:

- Cooperação com os seus pares na realização das actividades propostas.
- Autonomia ao realizar as actividades de forma autónoma e estruturada.
- Responsabilidade ao manusear o material.
- Curiosidade ao fazer questões relacionadas com o tema em estudo.
- Reflexão crítica ao reformular o seu trabalho.

Introdução:

Foram estudados vários factores que influenciam a actividade fotossintética, nomeadamente internos (ex. anatomia das folhas) e externos (por ex. CO₂, luz, temperatura, etc.)

Qualquer variação nos intervenientes do processo fotossintético influencia a sua taxa. A intensidade fotossintética pode ser avaliada pela quantidade de oxigénio libertada ou pela quantidade de CO₂ absorvida por unidade de tempo. Qualquer factor, que pelo facto de variar pode aumentar ou diminuir a taxa fotossintética, denomina-se factor limitante.

Objecto de estudo: Factores que influenciam a fotossíntese.

Problema(s): Formulem um ou mais problemas/questões capazes de orientar a investigação.

Hipóteses/Previsões: Com base nos conhecimentos que possuem apresentem as vossas hipóteses de trabalho e respectiva fundamentação.

Pesquisa de informação: Identifiquem os aspectos que consideram necessário conhecer, estudar e/ou pesquisar para realizar a investigação.

Procedimentos: Elaborem um documento síntese no qual devem descrever como pensam concretizar a vossa investigação:

- a sequência de passos/procedimentos;
- os dispositivos experimentais (material, instrumentos/aparelhos necessários)
- as variáveis a estudar e a controlar;
- os dados que pensam recolher e porquê.

Practical exercise: Investigative path

Which factors influence the rate of photosynthesis?

Skills:

Conceptual domain:

- Knowledge and understanding of data and concepts, namely, photosynthesis process and factors that influence the rate of photosynthesis.
- Interpretation of data provided by different mediums.
- Mobilization and use of data and concepts, related to getting matter by autotrophic beings.
- Explanation of contexts in analysis based on the provided criteria.
- Establishment of relationships between concepts.

Procedural Domain

- The role of observation in the context of scientific research.
- The rate of photosynthesis: definition of problems/ explanatory hypotheses for factors that influence the rate of photosynthesis.
- Identification of arguments for or against certain conclusions.
- Planning experimental procedures.
- Interpretation of the scientific research results
- Preview of results / make conclusions

Attitudinal

Domain

Adoption of attitudes and values related to personal and social conscious and rational decisions, seeking education for citizenship, including:

- cooperation with their peers viewing the implementation of the proposed activities.
- autonomy to carry out the activities independently and using structured way
- responsibility on handling materials.
- showing curiosity by asking questions related to the subject
- critical reflection to reformulate their work.

Introduction:

Different factors that influence the photosynthetic activity were studied, including internal factors (e.g. anatomy of the leaves) and external factors (e.g. CO₂, light, temperature, etc.).

Any change in the photosynthetic process "reagents" influences its rate. We can be measuring photosynthetic intensity by the quantity of oxygen released or the amount of CO₂ absorbed per unit of time. Any factor which may vary by increasing or decreasing the rate of photosynthesis is called a limiting factor.

Subject of study: Factors that influence photosynthesis.

Issue (s): Formulate one or more problems / issues to guide your investigation.

Assumptions / Forecast: Based on your knowledge, develop hypotheses for the problem you have formulated and explain them.

Information research: Identify the issues that you consider necessary to know study and / or research in order to conduct the investigation.

Procedures: compile a summary document in which you must describe how you achieve your research:

- The sequence of steps/procedures;
- The experimental apparatus (hardware, tools / equipment needed)
- Variables to study and control;
- The data you intend to collect and why.

ANEXO XII

Actividade 9:

- Versão do aluno em português
- Versão do professor em português
- Versão do professor em inglês

10º ano

Ano lectivo - 2008/2009

Biologia e Geologia

Nome: _____ No. ____ Turma B

Actividades práticas:

Como ocorre a quimiossíntese?

Quimiossíntese vs Fotossíntese - Quais as semelhanças e diferenças?

Introdução:

As águas emitidas por fontes hidrotermais, localizadas em fundos oceânicos a profundidades de mais de 2500 m e onde não chega a luz solar, são ricas em H_2S e em bactérias termófilas, como bactérias sulfurosas. Estas bactérias são capazes de incorporar o dióxido de carbono para a síntese de moléculas orgânicas, utilizando a energia química resultante da oxidação do sulfureto de hidrogénio proveniente dessas fontes hidrotermais. As bactérias sulfurosas multiplicam-se muito rapidamente e constituem os produtores de ecossistemas ricos em variados consumidores, como bactérias heterotróficas e animais como vermes tubícolas, caranguejos e mexilhões, entre outros.

Apesar de o processo quimiossintético representar uma pequena fracção na produção de compostos orgânicos a partir de substâncias minerais, as bactérias quimiossintéticas desempenham actividades importantes na biosfera. Os seres quimiossintéticos produzem os compostos orgânicos tendo, como fonte de carbono, tal como os seres fotossintéticos, o CO_2 . Porém, a fonte de electrões não é a água mas sim substâncias, como o sulfureto de hidrogénio e amoníaco, entre outras.

Analise atentamente o esquema da figura 1.

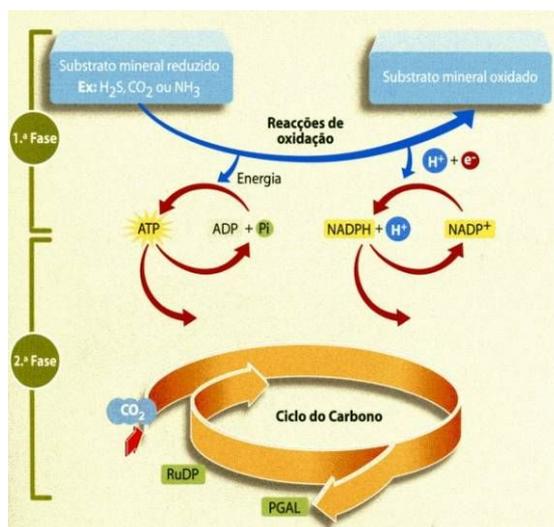


Figura 1 Processo quimiossintético

1. Indique que tipo de reacção experimental o substrato inicial.
2. Indique a função dos compostos minerais que sofrem oxidação.
3. Que produtos se formam a partir das reacções de oxidação?
4. Mencione a intervenção dos produtos constituídos na primeira fase da quimiossíntese.
5. Compare o processo quimiossintético com o processo fotossintético, indicando semelhanças e diferenças.

(Bibliografia de apoio:

Oliveira, Ó.; Ribeiro, E.; Silva, J.C. (2008). *Desafios. Biologia e Geologia, volume 2*. Porto: Edições ASA, 106

Silva, A. Mesquita, A.F.; Gramaxo, F.; Santos, M. E.; Baldaia, L.; Félix, J. M. (2007.) *Terra, Universo de Vida, Biologia, 2ª parte*. Porto: Porto Editora, 75)



Actividades práticas:

Como ocorre a quimiossíntese?

Quimiossíntese vs Fotossíntese - Quais as semelhanças e diferenças?

Competências:

Domínio conceptual

- Conhecimento e compreensão de dados e conceitos, nomeadamente, fotossíntese e quimiossíntese.
- Interpretação de dados fornecidos em diversos suportes.
- Mobilização e utilização de dados e conceitos, relativos à obtenção de matéria pelos seres autotróficos.
- Explicação de contextos em análise, com base em critérios fornecidos.
- Estabelecimento de relações entre conceitos.

Domínio procedimental

- Reconhecimento da função da observação na investigação científica.
- Identificação/formulação de problemas/hipóteses explicativas das semelhanças e diferenças entre a fotossíntese e a quimiossíntese.
- Identificação de argumentos a favor ou contra determinadas conclusões.
- Interpretação/alteração de procedimentos experimentais fornecidos.
- Interpretação dos resultados de uma investigação científica.
- Previsão de resultados/ estabelecimento de conclusões.

Domínio atitudinal

Adopção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentadas, visando uma educação para a cidadania, nomeadamente:

- Cooperação com os seus pares na realização das actividades propostas.
- Autonomia ao realizar as actividades de forma autónoma e estruturada.
- Responsabilidade ao manusear o material.
- Curiosidade ao fazer questões relacionadas com o tema em estudo.

– Reflexão crítica ao reformular o seu trabalho.

Introdução:

As águas emitidas por fontes hidrotermais, localizadas em fundos oceânicos a profundidades de mais de 2500 m e onde não chega a luz solar, são ricas em H_2S e em bactérias termófilas¹, como bactérias sulfurosas. Estas bactérias são capazes de incorporar o dióxido de carbono para a síntese de moléculas orgânicas, utilizando a energia química resultante da oxidação do sulfureto de hidrogénio proveniente dessas fontes hidrotermais. As bactérias sulfurosas multiplicam-se muito rapidamente e constituem os produtores de ecossistemas ricos em variados consumidores, como bactérias heterotróficas e animais como vermes tubícolas, caranguejos e mexilhões, entre outros.

Apesar de o processo quimiossintético representar uma pequena fracção na produção de compostos orgânicos a partir de substâncias minerais, as bactérias quimiossintéticas desempenham actividades importantes na biosfera. Os seres quimiossintéticos produzem os compostos orgânicos tendo, como fonte de carbono, tal como os seres fotossintéticos, o CO_2 . Porém, a fonte de electrões não é a água mas sim substâncias, como o sulfureto de hidrogénio e amoníaco, entre outras.

Analise atentamente o esquema da figura 1.

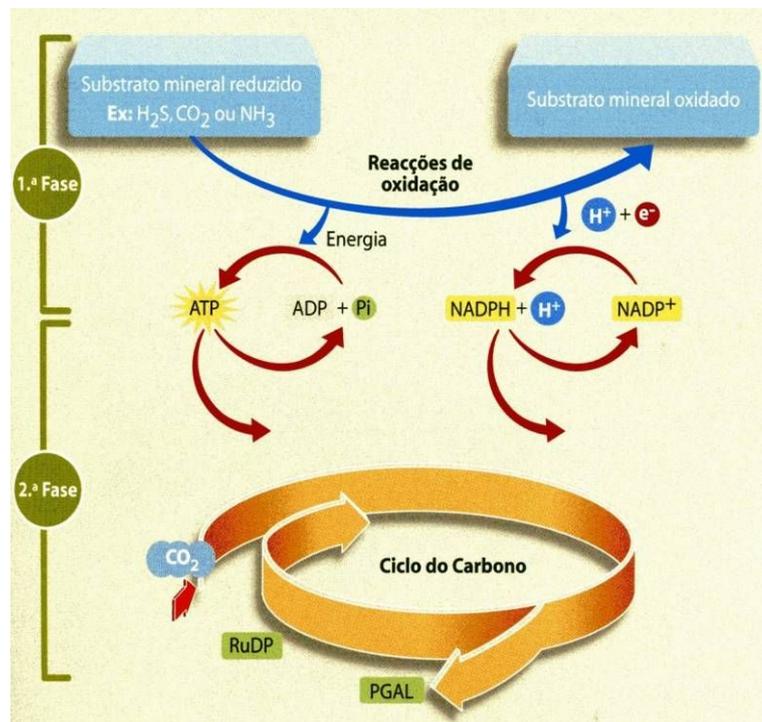


Figura 1 Processo quimiossintético

1. Indique que tipo de reacção experimenta o substrato inicial.

¹ **Bactéria termófila:** bactéria activa a temperaturas acima da temperatura ambiente (cerca de 50°C).

Sofre uma oxidação.

2. Indique a função dos compostos minerais que sofrem oxidação.

Fornecer energia para a formação de ATP, prótons (H⁺) e electrões para a formação de NADPH.

3. Que produtos se formam a partir das reacções de oxidação?

Formam-se produtos minerais oxidados, ATP e NADPH+H⁺

4. Mencione a intervenção dos produtos constituídos na primeira fase da quimiossíntese.

São utilizados para produzir compostos orgânicos (NADPH fornece hidrogénios que intervêm na formação de compostos orgânicos após a fixação de CO₂; o ATP fornece a energia necessária para a formação desses compostos orgânicos).

5. Compare o processo quimiossintético com o processo fotossintético, indicando semelhanças e diferenças.

Semelhanças:

- em ambas há duas fases: a primeira na qual se formam **compostos de alto poder redutor** e em que a mobilização de energia que ocorre permite a formação de moléculas de **ATP**; a segunda, um processo cíclico em que participa o **CO₂** absorvido e as moléculas de **ATP** e **NADPH** formadas na 1ª fase. Desse processo resulta a formação de compostos orgânicos a partir de compostos inorgânicos.

Diferenças:

- na fotossíntese é a **energia luminosa** absorvida pelos pigmentos fotossintéticos que desencadeia o processo e na quimiossíntese o desencadear do processo resulta da **oxidação de compostos minerais**.

(Bibliografia de apoio:

Oliveira, Ó.; Ribeiro, E.; Silva, J.C. (2008). *Desafios. Biologia e Geologia, volume 2*. Porto: Edições ASA, 106

Silva, A. Mesquita, A.F.; Gramaxo, F.; Santos, M. E.; Baldaia, L.; Félix, J. M. (2007.) *Terra, Universo de Vida, Biologia, 2ª parte*. Porto: Porto Editora, 75)

Practical exercise:
How does chemosynthesis occur?

Chemosynthesis vs. Photosynthesis - What are the similarities and differences?

Skills:

Conceptual domain:

- Knowledge and understanding of data and concepts, namely, photosynthesis and chemosynthesis.
- Interpretation of data provided by different mediums.
- Mobilization and use of data and concepts, related to getting matter by autotrophic beings.
- Explanation of contexts in analysis based on the provided criteria.
- Establishment of relationships between concepts.

Procedural Domain

- The role of observation in the context of scientific research.
- The photosynthetic and chemosynthesis process: identification / definition of problems / explanatory hypotheses for both process.
- Identification of arguments for or against certain conclusions.
- Interpretation of provided experimental procedures.
- Interpretation of the scientific research results.
- Make conclusions

Attitudinal Domain

Adoption of attitudes and values related to personal and social conscious and rational decisions, seeking education for citizenship, including:

- cooperation with their peers viewing the implementation of the proposed activities.
- autonomy to carry out the activities independently and using structured way
- responsibility on handling materials.
- showing curiosity by asking questions related to the subject
- critical reflection to reformulate their work.

Introduction:

The water that comes from hydrothermal sources, located in the oceans at depths of over 2,500m where no sunlight reaches, are rich in H_2S , thermophilic bacteria and sulfur bacteria. These bacteria are able to incorporate carbon dioxide to synthesize organic molecules, using chemical energy from the hydrogen sulfide oxidation, from these hydrothermal sources. The sulfur bacteria reproduce very rapidly and they are the producers in ecosystems rich in a wide range of consumers such as heterotrophic bacteria and animals such as worms (e.g. *Alvinella pompejana* e *A. caudata*), crabs and mussels, among others.

Although chemosynthesis represents a small fraction in the formation of organic compounds from mineral compounds, chemosynthetic bacteria perform important activities in the biosphere. Chemosynthetic beings have CO_2 as a carbon source to produce organic compounds, somewhat like photosynthetic beings do. However, the source of electrons isn't water but substances such as hydrogen sulfide and ammonia, among others.

Carefully consider the diagram in Figure 1.

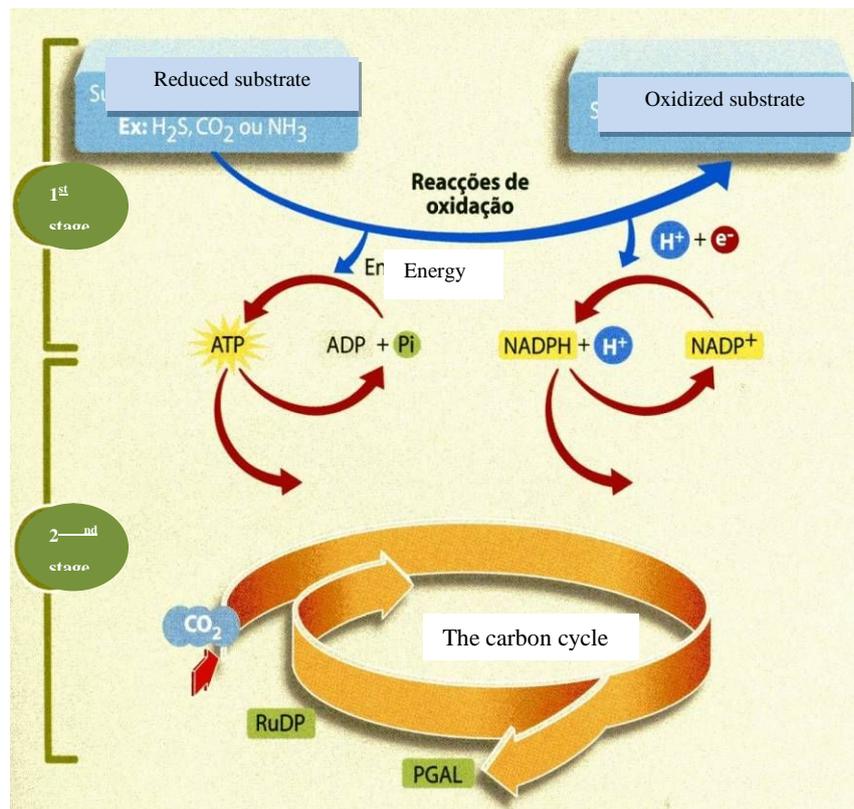


Figure 1 Chemosynthetic procedure

1. Please indicate what kind of reaction the original substrate undergoes.

It undergoes an oxidation reaction.

2. Indicate the function of mineral that are oxidized.

To provide energy to format ATP, protons (H^+) and electrons to produce NADPH.

3. What products are formed from the oxidation reactions?

Oxidized minerals products, ATP and NADPH + H^+

4. What are the products of the 1st stage of chemosynthesis for?

They are used to produce organic compounds (NADPH provides hydrogen involved in the formation of organic compounds after CO_2 fixation, ATP provides the energy required for the formation of organic compounds).

5. Compare the chemosynthetic process with the photosynthetic process, suggesting similarities and differences.

Similarities:

- There are two stages in both:

- ✓ the first in which compounds are formed with high reducing power; the ATP molecules are formed due to the mobilization of energy;
- ✓ the second is a cyclical process in which the absorbed CO_2 , the ATP and NADPH molecules that were formed in the 1st phase participate. The formation of organic compounds from inorganic compounds is the result of this process.

Differences:

- In photosynthesis the light energy absorbed by photosynthetic pigments triggers the process and in chemosynthesis the process is triggered by the oxidation of mineral compounds.

ANEXO XIII

Actividade diagnóstica final:

- Versão do aluno em português
- Versão do professor em português
- Versão do professor em inglês
- Análise comparativa de resultados da actividade diagnóstica inicial e final

10º ano

Ano lectivo - 2008/2009

Biologia e Geologia

Nome: _____ No. ____ Turma B

Actividade prática:

Preencha o quadro seguinte relativo à temática da “fotossíntese”, indicando se considera que a afirmação é verdadeira ou falsa e a respectiva justificação. Esta actividade diagnóstica tem como finalidade ajudar o seu professor a conhecê-lo um pouco melhor, relativamente ao que sabe, às competências gerais e específicas que desenvolveu e às dificuldades acerca da temática que agora termina, para assim poder mais eficazmente ajudá-lo a superar essas dificuldades.

Afirmação	Verdadeiro/Falso	Justificação:
As plantas obtêm energia através da fotossíntese.		
A fotossíntese prossegue durante a noite.		
A energia solar é absorvida pelas clorofilas e convertida em energia química.		
Todos os animais dependem das plantas para se alimentarem.		
As plantas verdes são extremamente importantes para a cadeia alimentar.		
Nas equações da fotossíntese e da respiração aeróbia intervêm as mesmas substâncias.		
A clorofila é utilizada na fotossíntese.		
As folhas mudam a cor devido à descida de temperatura no Outono.		
Os factores limitantes da fotossíntese são apenas a intensidade luminosa e a temperatura.		
A planta armazena glicose para posterior utilização em sementes, raízes e frutos.		

Actividade prática:

Preencha o quadro seguinte relativo à temática da “fotossíntese”, indicando se considera que a afirmação é verdadeira ou falsa e a respectiva justificação. Esta actividade diagnóstica tem como finalidade ajudar o seu professor a conhecê-lo um pouco melhor, relativamente ao que sabe, às competências gerais e específicas que desenvolveu e às dificuldades acerca da temática que agora termina, para assim poder mais eficazmente ajudá-lo a superar essas dificuldades.

Afirmação	Verdadeiro/Falso	Justificação:
As plantas obtêm energia através da fotossíntese.	F	As plantas obtêm energia recorrendo à respiração; na Fotossíntese utilizam a energia solar para produzir matéria orgânica, convertendo-a em energia química.
A fotossíntese prossegue durante a noite.	F	A fotossíntese necessita de luz solar.
A energia solar é absorvida pelas clorofilas e convertida em energia química.	V	A energia química é armazenada na estrutura da glicose e outros compostos derivados.
Todos os animais dependem das plantas para se alimentarem.	V	Todos os principais componentes da dieta alimentar são sintetizados, em primeiro lugar, pelas plantas.
As plantas verdes são extremamente importantes para a cadeia alimentar.	V	As plantas verdes são dos únicos organismos com a capacidade de produzir compostos orgânicos a partir de compostos inorgânicos.
Nas equações da fotossíntese e da respiração aeróbia intervêm as mesmas substâncias.	V	As equações são semelhantes, embora as substâncias intervenientes se localizem em diferentes termos da equação (reagente/produto). Mas não são necessárias a luz e a clorofila na respiração.
A clorofila é utilizada na fotossíntese.	F	A clorofila não é reagente nem produto . É importante na absorção da luz solar.
As folhas mudam a cor devido à descida de temperatura no Outono.	F	A clorofila que confere a cor verde desaparece das folhas e estas tornam-se amarelas e, em seguida, tomam tons de vermelho ou castanho de acordo com os pigmentos que predominam.
Os factores limitantes da fotossíntese são apenas a intensidade luminosa e a temperatura.	F	A concentração de dióxido de carbono, entre outros factores, também limita a taxa fotossintética.
A planta armazena glicose para posterior utilização em sementes, raízes e frutos.	V	A planta armazena glicose, sob a forma de amido, para uso posterior nestas partes/órgãos.

Sentence	True / False	Explanation
The plant obtains energy by process of photosynthesis.	F	The plant obtains energy by process of respiration.
Photosynthesis proceeds at night.	F	Photosynthesis needs sunlight.
Some of the sunlight energy is absorbed chlorophyll, and converted into chemical energy.	T	Chemical energy is stored in the molecular structure of the sugars and other compounds derived from them.
All animals depend on plants for their supply of food.	T	All the major components of diet are synthesised by plants in the first place
Green plants are extremely significant for food chain.	T	Green plants are the only organisms with the biochemical ability to <u>"make"</u> chemically complex organic food for themselves, starting with simple inorganic substances.
The equations for photosynthesis and aerobic respiration have got same substance.	T	The equations for photosynthesis and aerobic respiration have got the similarities and differences. They have got same substance but different direction and respiration needs no light or chlorophyll.
Chlorophyll is used up in the process of photosynthesis.	F	Chlorophyll is not reactant or product. It is important for absorption of sunlight.
The leaves discolour owing to temperature fall in the autumn.	F	The green chlorophyll disappears from the leaves and they become yellow, then shades of red, brown.
Limiting factors in photosynthesis are only light intensity and temperature.	F	Limiting factors in photosynthesis are not only light intensity and temperature but carbon dioxide concentration.
The plant stores glucose for later use in seeds, roots and fruits.	T	The plant stores glucose for later use in these parts in the form of starch.

Reflection on the results of the pre-test and post-test

Pre-test

Sentence (Statement)	Correct answers expressed with % Czech students	Correct answers expressed with % Portuguese students
Plants are our friends, so we can live with them every day and slept with them in the room.	69,6	100
A lot of the Czech students did not exactly understand question. They did not consider about the influence of CO ₂ . In discussion about this fault students reasoned against the amount of producing CO ₂ is not important. They preferred plant contribution to creation of oxygen and organic compounds.		
The plants receive the food of the soil.	20,6	22,2
Students very often forget to CO ₂ .		
Water is essential for food production for the plant.	100	100
The students perceive the essential importance of water. In our opinion it is result of experience of everyday life. The students are led to water the plants at home. But at the beginning or teaching of photosynthesis they did not know mechanism of transmission of electrons.		
To happen, photosynthesis requires very little, only water, carbon dioxide and sunlight.	60,4	55,6
After post-test I we feel the deficit of understanding because in post test the adequate item "Chlorophyll is used up in the process of photosynthesis."		
In photosynthesis process the most important substance produced by plants is the oxygen.	42,4	25,9
Oxygen is very common answer to this question. But influence of everyday life implicates students consider oxygen is the most important substance produced by plants in photosynthesis process. The Portuguese students' depth studies this subject only this year.		
All living beings need energy to survive	100	92,3
All students remembered this fact.		
In winter, most plants lives of the reserves that accumulated during the summer.	56,2	44,4
Almost the half of students thinks the plants do not need anything in the winter. It is connected with the statement that the winter is the vegetation period of the rest. But the responding item of post test the students answered better.		
Plants only perform photosynthesis, not cellular respiration.	72,4	100
The students do not understand the importance of CO ₂ in synthesis of organic compounds. It proofs the number of students 87,4% answering the item "Limiting factors in photosynthesis are only light intensity and temperature."		

Post- test Findings:

Sentence (Statement)	Correct answers expressed with % Czech students	Correct answers expressed with % Portuguese students
The plant obtains energy by process of photosynthesis.	96,2	100
Photosynthesis proceeds at night.	100	100
Some of the sunlight energy is absorbed chlorophyll, and converted into chemical energy.	80,2	81,5
All animals depend on plants for their supply of food.	98,1	92,3
Green plants are extremely significant for food chain.	100	100
The equations for photosynthesis and aerobic respiration have got same substance.	82,3	66,7
Chlorophyll is used up in the process of photosynthesis.	68,4	0*
The leaves discolour owing to temperature fall in the autumn.	81,8	88,9
Limiting factors in photosynthesis are only light intensity and temperature.	74,6	92,3
The plant stores glucose for later use in seeds, roots and fruits.	87,4	81,5

* It wasn't result; is only the result of T or F, because the explanation it was correct for 92, 3 % students.

ANEXO XIV

Documentos enviados aos Pais/ Encarregados de Educação:

- Autorizações

Exm^{o(a)} Sr^a Encarregado (a) de Educação:

No âmbito do Mestrado em Supervisão, do Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro, estou a desenvolver um estudo sobre o processo de supervisão de práticas lectivas de Ensino das Ciências. Deste projecto consta a concepção, em parceria com uma Professora da República Checa, de estratégias didácticas para a subunidade programática "Obtenção de matéria pelos seres autotróficos: Fotossíntese e Quimiossíntese". As actividades que se pretendem realizar vão ao encontro dos princípios emanados da "Estratégia de Lisboa", lançada em Março de 2000 e que atribui uma particular relevância à necessidade de se investir mais na formação de professores e nas estratégias de ensino que implementam procurando que a Europa evolua, até ao ano 2010, para uma referência mundial a nível da qualidade dos sistemas de formação e ensino.

Assim, ambiciona-se que as estratégias a implementar potenciem nos alunos o gosto para aprender Ciências, construam conhecimento, lhes despertem o interesse por tudo o que os rodeia e que, simultaneamente, compartilhem experiências que lhes permitam tomar consciência das diferenças entre os dois sistemas educativos envolvidos.

Para que os alunos possam criar um espaço de partilha de informação científica e tomar conhecimento da realidade dos países envolvidos, é de extrema importância que estes interajam com colegas da República Checa, por correio electrónico (*e-mail*) ou MSN, utilizando para o efeito a Língua Inglesa. Aquando da leccionação da unidade programática será criado um blogue, bilingue, no qual serão disponibilizados os conteúdos científicos e estratégias implementadas.

Posteriormente, para compreender os sentimentos dos alunos face às tarefas propostas e para clarificar alguns aspectos do trabalho desenvolvido, procederei à recolha de opiniões através da aplicação de um pequeno inquérito por questionário.

Como tal, solicito a sua autorização para proceder às actividades atrás descritas, comprometendo-me desde já a garantir o anonimato dos alunos e a confidencialidade dos dados obtidos, que apenas serão usados no âmbito da investigação.

Agradecendo a colaboração de V. Ex.^a, solicito que assine a declaração seguinte, devendo depois destacá-la e devolvê-la. Estou sempre disponível para esclarecer dúvidas que possam surgir.

Com os meus cumprimentos,

(Arminda Maria Malho Santos Sousa)

Viseu, 15 de Dezembro de 2008

✂-----Devolver por favor

Eu, _____ Encarregado de Educação do(a) aluno(a)
_____, N^o ____ Turma **B** do **10^o** Ano, declaro que

autorizo/não autorizo (riscar o que não interessa) o(a) meu (minha) educando(a), a participar nas actividades propostas e na recolha de dados conduzida pela professora Arminda Sousa, no âmbito da sua dissertação de Mestrado.

Data ___/12/2008

Assinatura _____

Exmo.(a) Sr.(a) Encarregado de Educação

Como é do seu conhecimento, durante os meses de Fevereiro, Março e Abril o(a) seu educando(a) e a professora de Biologia partilharam experiências de ensino e de aprendizagem no âmbito da disciplina, com alunos do mesmo ano e faixa etária, e respectiva professora, Eva Trnóva, da Gymnázium Boskovice, da cidade de Brno, na República Checa. Esta experiência tinha como finalidade identificar possíveis potencialidades do trabalho colaborativo em contexto europeu, recorrendo à criação de ambientes virtuais, com a facilitação da utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação.

Resultante desta intervenção entre os alunos e respectivas professoras, as entidades governamentais da República Checa e entidades locais do Ministério da Educação, vão proporcionar a vinda a Portugal de um grupo de alunos e respectivos professores, durante os dias 1 a 8 de Junho do corrente ano lectivo. A visita à nossa escola decorrerá nos dias 4 e 5 de Junho.

A chegada está prevista para o início da noite de 5ª feira, 4 de Junho. Os alunos e professoras acompanhantes serão recebidos na Escola Secundária de Viriato. Os alunos irão passar as noites em casa dos colegas que tão gentilmente se disponibilizaram acolhê-los.

Gostaria de dar a conhecer as actividades previstas para o dia 5 de Junho. Assim:

- ✓ No período da manhã será proporcionado aos alunos e professores checos o conhecimento da nossa escola e a partilha de opiniões relativamente aos trabalhos realizados.
- ✓ O almoço decorrerá na cantina da escola. O custo da refeição é de 1,46€.
- ✓ Durante a tarde está previsto um percurso pedestre pela Mata de Fontelo, proporcionando aos alunos um conhecimento mais aprofundado de aspectos relativos à nossa biodiversidade vegetal. A visita guiada contará com a participação do Professor Pedro Ribeiro, docente desta escola e da Escola Superior de Educação de Viseu. Será, ainda, visitado o Centro Histórico da nossa cidade.
- ✓ Para o final da tarde está prevista uma "Churrascada" que proporcionará a confraternização entre elementos da comunidade educativa. No que se refere a esta actividade, venho junto de V. Exa. solicitar a sua compreensão e ajuda para os aspectos que passo a mencionar:
 - se as condições atmosféricas permitirem, o churrasco decorrerá em Galifonge, localidade a uma distância aproximada de 8Km. O meio de transporte mais provável, dado o elevado número de alunos e as condições de segurança, será o autocarro.
 - todas as despesas inerentes à actividade terão que ser suportadas por mim, professora de Biologia, e pelos alunos, dados os constrangimentos financeiros da escola. Não há, por parte desta instituição, qualquer verba que possa ser canalizada para nos ajudar a proporcionar este intercâmbio entre todos.

- para a noite estão previstas actividades de animação a cargo dos presentes.
- toda a "mão-de-obra" para execução das tarefas será igualmente da nossa responsabilidade.
- o transporte de regresso a casa deve ser assegurado preferencialmente pelos pais ou em caso de impossibilidade, solicita-se autorização para que um dos professores presentes o possa fazer.

Assim, tendo em conta o exposto solicito:

- autorização de V. Exa. para a participação do seu educando nas actividades previstas;
- contribuição nas despesas;
- contribuição nos aperitivos ou nas sobremesas;
- possíveis sugestões para que este encontro funcione da melhor forma possível;
- que nos presenteie com a sua presença.

Agradeço que preencha o destacável e o devolva com a maior brevidade possível de forma a podermos contabilizar o número de participantes e proceder às aquisições necessárias para o churrasco.

A professora de Biologia e Geologia

✂-----Devolver por favor

Eu, _____ Encarregado de educação do aluno
 _____, nº__ do 10ºB, pretendo:

- | | | | | |
|---|-----|--------------------------|----------------------|---|
| - que o meu educando participe nas actividades previstas: | Sim | <input type="checkbox"/> | Não | <input type="checkbox"/> |
| - se desloque para Galifonge no transporte público: | Sim | <input type="checkbox"/> | Não | <input type="checkbox"/> |
| - assegurar as deslocações do meu educando em transporte próprio: | Sim | <input type="checkbox"/> | Não | <input type="checkbox"/> |
| - contribuir nas despesas: | Sim | <input type="checkbox"/> | Não | <input type="checkbox"/> |
| - contribuir com aperitivos | Sim | <input type="checkbox"/> | Não | <input type="checkbox"/> |
| | | | ou sobremesa: | Sim <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| - estar presente: | Sim | <input type="checkbox"/> | Não | <input type="checkbox"/> |
| | | | Nº de acompanhantes: | <input type="checkbox"/> |

Data: ___/05/09

Assinatura: _____

Sugestões/Observações:

ANEXO XV

Questionário

- Versão em português
- Versão em inglês

Questionário a aplicar aos alunos

1. Instruções

Este questionário tem como finalidade recolher informações no que respeita ao interesse, aprendizagens efectuadas, às actividades/tarefas desenvolvidas e às ferramentas utilizadas aquando da leccionação da temática "Obtenção de matéria pelos seres autotróficos: Fotossíntese e Quimiossíntese".

As respostas fornecerão indicadores que permitirão proceder a eventuais adaptações no sentido de melhorar a qualidade do ensino desta disciplina em futuras edições.

Este questionário é anónimo e não vai ter qualquer influência na sua avaliação, pelo que as respostas deverão traduzir aquilo que pensa.

Desde já agradeço a sua disponibilidade e colaboração.

Por favor responda a todas as questões.

Em cada questão, seleccione a sua situação ou opinião, ou complete a informação solicitada nos espaços apropriados.

Quando aplicável, utilize a opção "outra" para acrescentar a sua resposta.

Parte I - Análise do perfil do aluno

A - Dados pessoais

Ano de escolaridade: 10º

1. Indique, por favor, o seu sexo: *

- Masculino
- Feminino

2. Indique, por favor, a sua idade. *

B - Experiência dos alunos na utilização de ferramentas de comunicação a distância e suas expectativas relativamente à partilha *online* na aprendizagem da temática "Obtenção de matéria pelos seres autotróficos: Fotossíntese e Quimiossíntese".

3. Durante a leccionação da temática "Obtenção de matéria pelos seres autotróficos: Fotossíntese e Quimiossíntese" em parceria com os colegas da República Checa, em ambiente online, os sentimentos relativos ao desafio que lhe era proposto foram: *

	Não concordo	Concordo parcialmente	Concordo	Concordo plenamente	Sem opinião
Ansiedade	<input type="checkbox"/>				
Confusão	<input type="checkbox"/>				
Perplexidade	<input type="checkbox"/>				
Desafio	<input type="checkbox"/>				
Entusiasmo	<input type="checkbox"/>				
Indiferença	<input type="checkbox"/>				

Anexos

Outro (responda por favor à questão 4 "a")	<input type="checkbox"/>				
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

4. a) Qual?

5. Dos sentimentos que seleccionou, qual(is) o(s) que perdeu(aram), ou que mudou(aram) durante a realização das actividades *online*? Justifique a sua resposta. *

6. Nas afirmações abaixo indicadas, apresentam-se aspectos relativos à interacção estabelecida em ambiente *online*.

Alguns dos factores que podem ter dificultado a sua interacção com os seus colegas Checos foram: *

	Não concordo	Concordo parcialmente	Concordo	Concordo plenamente	Sem opinião
Condições de acesso à Internet em casa	<input type="checkbox"/>				
Condições de acesso à Internet na escola	<input type="checkbox"/>				
Dificuldades pessoais na utilização das TIC	<input type="checkbox"/>				
Desconhecimento das ferramentas WEB 2.0 (MSN, Skype, Facebook)	<input type="checkbox"/>				
Utilização da língua inglesa na comunicação	<input type="checkbox"/>				
Outro (responda por favor à questão 7 "a")	<input type="checkbox"/>				

7. a) Qual?

Parte II - Ambiente *online* e Processo Educativo

A - Importância das tecnologias de informação e comunicação na construção de percursos partilhados de ensino e aprendizagem

8. Nas afirmações abaixo indicadas estão referidos alguns dos aspectos relativos à partilha de actividades com os seus colegas checos.

Indique para cada afirmação a situação que melhor expressa a sua opinião. *

	Não concordo	Concordo parcialmente	Concordo	Concordo plenamente	sem opinião
--	--------------	-----------------------	----------	---------------------	-------------

O facto de ter realizado diferentes actividades, em parceria com os seus colegas checos, despertou o seu interesse pelo estudo da temática	<input type="checkbox"/>				
Esta parceria ajudou-o a perceber melhor alguns aspectos relacionados com o tema.	<input type="checkbox"/>				
Atingiria melhor os objectivos da temática em estudo recorrendo apenas à interacção com os seus colegas de turma.	<input type="checkbox"/>				
A partilha a distância permitiu-lhe desenvolver competências ao nível da utilização da língua inglesa.	<input type="checkbox"/>				

9. Justifique as respostas dadas na questão anterior (questão 8). *

10. Os diferentes tipos de actividades realizadas adequaram-se facilmente a esta abordagem *online*.

Indique para cada afirmação a situação que melhor expressa a sua opinião. *

	Não concordo	Concordo parcialmente	Concordo	Concordo plenamente	Sem opinião
Exercícios de papel e lápis (fichas de trabalho).	<input type="checkbox"/>				
Trabalho laboratorial: Extracção de pigmentos fotossintéticos.	<input type="checkbox"/>				
Trabalho experimental: Produção de amido.	<input type="checkbox"/>				

11. Justifique as respostas dadas na questão anterior (questão 10). *

12. Indique para cada afirmação que se segue a situação que melhor expressa a sua opinião. Relativamente aos materiais fornecidos e às estratégias utilizadas é sua opinião que... *

	Não concordo	Concordo parcialmente	Concordo	Concordo plenamente	Sem opinião
a parceria seria mais fácil (estimulante) recorrendo apenas a um tipo de actividade.	<input type="checkbox"/>				
o estudo da temática seria mais motivador recorrendo apenas a um tipo de actividade.	<input type="checkbox"/>				

13. A actuação da sua professora nos aspectos a seguir mencionados contribuiu para a aprendizagem da temática em ambiente *online*.

Indique para cada afirmação a situação que melhor expressa a sua opinião. *

	Não concordo	Concordo parcialmente	Concordo	Concordo plenamente	Sem opinião
Entusiasmo da professora pela partilha de experiências entre os alunos dos dois países.	<input type="checkbox"/>				
Capacidades para motivar os alunos, para os temas trabalhados.	<input type="checkbox"/>				
Dinamismo na condução das actividades presenciais.	<input type="checkbox"/>				
Interacção e acompanhamento feito pela professora ao desenvolvimento dos trabalhos a distância	<input type="checkbox"/>				
Encorajamento à interacção intra e inter-grupal.	<input type="checkbox"/>				
Outro (responda, por favor à questão 14 "a")	<input type="checkbox"/>				

14. a) Qual?

15. A forma como decorreram as actividades e as ferramentas exploradas permitiram compreender melhor os aspectos relativos à aprendizagem da temática "Obtenção de matéria pelos seres autótrofos: Fotossíntese e Quimiossíntese".

Indique para cada afirmação a situação que melhor expressa a sua opinião. *

	Não concordo	Concordo parcialmente	Concordo	Concordo plenamente	Sem opinião
A estrutura das actividades (material escrito fornecido) facilitou a aprendizagem	<input type="checkbox"/>				
A preparação/ organização das sessões <i>online</i> facilitou a partilha.	<input type="checkbox"/>				
As actividades e as tarefas propostas facilitaram a aprendizagem.	<input type="checkbox"/>				
A interacção no seio do seu grupo facilitou a aprendizagem.	<input type="checkbox"/>				
A interacção inter-grupal (com os colegas checos) promoveu a aprendizagem.	<input type="checkbox"/>				
A maneira como foi efectuada a discussão das actividades facilitou a aprendizagem.	<input type="checkbox"/>				
As ferramentas de comunicação (e-mail, MSN, Facebook, Skype) privilegiadas estimularam a partilha.	<input type="checkbox"/>				
A duração da partilha facilitou a aprendizagem.	<input type="checkbox"/>				

Outro (responda, por favor, à questão 16 "a")	<input type="checkbox"/>				
---	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

16. a) Qual?

B - Influência do ambiente *online* no desempenho de papéis pelo aluno e pela professora

17. Considera que o ambiente *online* influenciou o seu desempenho, isto é, a sua aprendizagem. *

- Sim
- Não

18. Justifique a resposta dada na questão anterior (questão 17) *

19. Considera que o ambiente *online* influenciou o desempenho da professora. *

- Sim
- Não

20. Justifique a resposta dada na questão anterior (questão 19). *

21. Apresente sugestões para a execução de futuros trabalhos realizados *online*.

Anexos

Completou o preenchimento deste questionário.

Obrigada pela sua colaboração.

--	--	--	--

Questionnaire for Students

1. Instructions

This questionnaire is to collect information about the interest of learning, the activities and the used tools about the topic "Obtaining matter by autotrophic beings: Photosynthesis and Chemosynthesis".

The answers will provide indicators that will help us to make adjustments to improve the quality of teaching this subject in future editions.

This questionnaire is anonymous and will not have any influence on your assessment, so the answers should reflect what you think.

Please answer all the questions.

For each question, choose the answer which better describes your situation or opinion, or complete the information request in the appropriate spaces. When applicable, choose the "other" option to add your own ideas.

Part I - Analysis of the students' profile

A - Personal data

1. Year of school: *

2. Please, indicate your sex *

- Male
- Female

3. Please, indicate your age: *

B - Students' experience in using distance communication tools and their expectations regarding the sharing of *online* learning on the following topic: "Obtaining matter by autotrophic beings: Photosynthesis and Chemosynthesis"

4. During the topic "Obtaining matter by autotrophic beings: Photosynthesis and Chemosynthesis" in partnership with Portuguese colleagues in an *online* environment, your feelings facing this challenge were: *

	Disagree	Partially Agree	Agree	Strongly Agree	No opinion
Anxiety	<input type="checkbox"/>				
Confusion	<input type="checkbox"/>				
Perplexity	<input type="checkbox"/>				
Challenge	<input type="checkbox"/>				
Enthusiasm	<input type="checkbox"/>				
Indifference	<input type="checkbox"/>				

Other (please answer question 5"a")	<input type="checkbox"/>				
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

5. a) Describe your feelings.

6. Of the feelings you have indicated above, indicate the ones which have persisted, or changed during the *online* activities? Justify your answer. *

7. Various aspects of the interaction established in *online* environment are expressed in the statements below.

Some of the factors that may have slowed down your interaction with Portuguese colleague were: *

	Disagree	Partially Agree	Agree	Strongly Agree	No opinion
Internet access at home	<input type="checkbox"/>				
Internet access at school	<input type="checkbox"/>				
Personal difficulties in the use of ICT	<input type="checkbox"/>				
Knowledge of WEB 2.0 tools (MSN, Skype, Facebook)	<input type="checkbox"/>				
Use of English in communication	<input type="checkbox"/>				
Other(please answer question 8 "a")	<input type="checkbox"/>				

8. a) Mention other aspects that you consider important and that are not mentioned in question 7.

Part II - *Online* Environment and Education Process

A - Importance of information and communication technologies in the construction of shared learning and teaching pathways

9. In the statements listed below are some of the aspects related to the activities shared with your Portuguese colleagues.

Choose the option which best expresses your opinion. *

	Disagree	Partially Agree	Agree	Strongly Agree	No opinion
The fact that various activities were undertaken in partnership with Portuguese colleagues, increased your	<input type="checkbox"/>				

interest in studying this topic					
This partnership helped you to better understand of certain aspects on this topic.	<input type="checkbox"/>				
You would have achieved the objectives of this topic better by interacting only with your classroom classmates.	<input type="checkbox"/>				
Distance sharing allowed you to develop skills in the use of English.	<input type="checkbox"/>				

10. Justify your answers from question 9 here: *

11. The different types of activities were easily adapted to this *online* approach. Choose the option that best expresses your opinion. *

	Disagree	Partially Agree	Agree	Strongly Agree	No opinion
Pencil and paper exercises (Worksheets).	<input type="checkbox"/>				
Laboratory work: Extraction of photosynthetic pigments.	<input type="checkbox"/>				
Experimental work: production of starch.	<input type="checkbox"/>				

12. Justify your answers from question 11 here: *

13. For each sentence below choose the option which best expresses your opinion. For materials and strategies used your opinion is that ... *

	Disagree	Partially Agree	Agree	Strongly Agree	No opinion
the partnership would be easier (stimulating) using only one type of activity.	<input type="checkbox"/>				
studying the topic would be more motivating if teachers used only one type of activity.	<input type="checkbox"/>				

14. Your teacher's performance (on the aspects listed below) contributed to learning the topic in an *online* environment. Choose the option that best expresses your opinion. *

	Disagree	Partially Agree	Agree	Strongly Agree	No opinion

Anexos

The teacher showed enthusiasm on sharing experiences between students from both countries.	<input type="checkbox"/>				
The teacher demonstrated a capacity to motivate students for this topic.	<input type="checkbox"/>				
The teacher demonstrated dynamism to conduct the physically present activities.	<input type="checkbox"/>				
The teacher's interaction and monitoring of <i>online</i> work was effective,	<input type="checkbox"/>				
The teacher encouraged interaction both within and between groups.	<input type="checkbox"/>				
Other (please answer question 15 "a")	<input type="checkbox"/>				

15. a) Please add your comments.

16. The way the activities occurred and the used tools improved your understanding about the topic "Obtaining matter by autotrophic beings: Photosynthesis and Chemosynthesis. Choose the option that best expresses your opinion. *

	Disagree	Partially Agree	Agree	Strongly Agree	No opinion
The structure of the activities (written material provided) facilitated your learning.	<input type="checkbox"/>				
The preparation/organization of the <i>online</i> sessions facilitated sharing.	<input type="checkbox"/>				
The activities and tasks proposed facilitated your learning.	<input type="checkbox"/>				
The interaction within the group facilitated your learning.	<input type="checkbox"/>				
The inter-group interaction (with Portuguese colleagues) promoted learning.	<input type="checkbox"/>				
The way activities were discussed facilitated your learning.	<input type="checkbox"/>				
The main used communication tools (e-mail, MSN, Facebook, Skype) stimulated sharing ideas and experiences.	<input type="checkbox"/>				
The amount of time spent sharing ideas and experiences facilitated your learning.	<input type="checkbox"/>				
Other (please answer question 17 "a")	<input type="checkbox"/>				

17. a) Please add your comments.



B - The influence of the *online* environment on both student and teacher performing their respective roles

18. Do you believe that the *online* environment influenced your performance and learning? *

- Yes
- No

19. Justify your answer from question 18 here: *



20. Do you believe that the *online* environment influenced your teacher's performance? *

- Yes
- No

21. Justify your answer from question 20 here: *



22. Please, add any suggestions to improve future *online* work. *



You have completed questionnaire.

Thank you for your cooperation.

--	--	--	--

ANEXO XVI

Documentos em PowerPoint:

- Apoio às aulas:

- ✓ Versão em português
- ✓ Versão em checo

- Actividades de partilha

Photosynthesis

Given problem:
What mechanisms ensure the obtained material
for living things?

How do autotrophic beings get the
matter responsible for their growth?

- As long ago as ancient Greece, it was known that fertilized soil allowed the growth of plants, believing that this **only depended on nutrients that they get from the soil.**
- In a posthumous publication (1648) Van Helmont describes an experiment which attempts to explain this hypothesis.

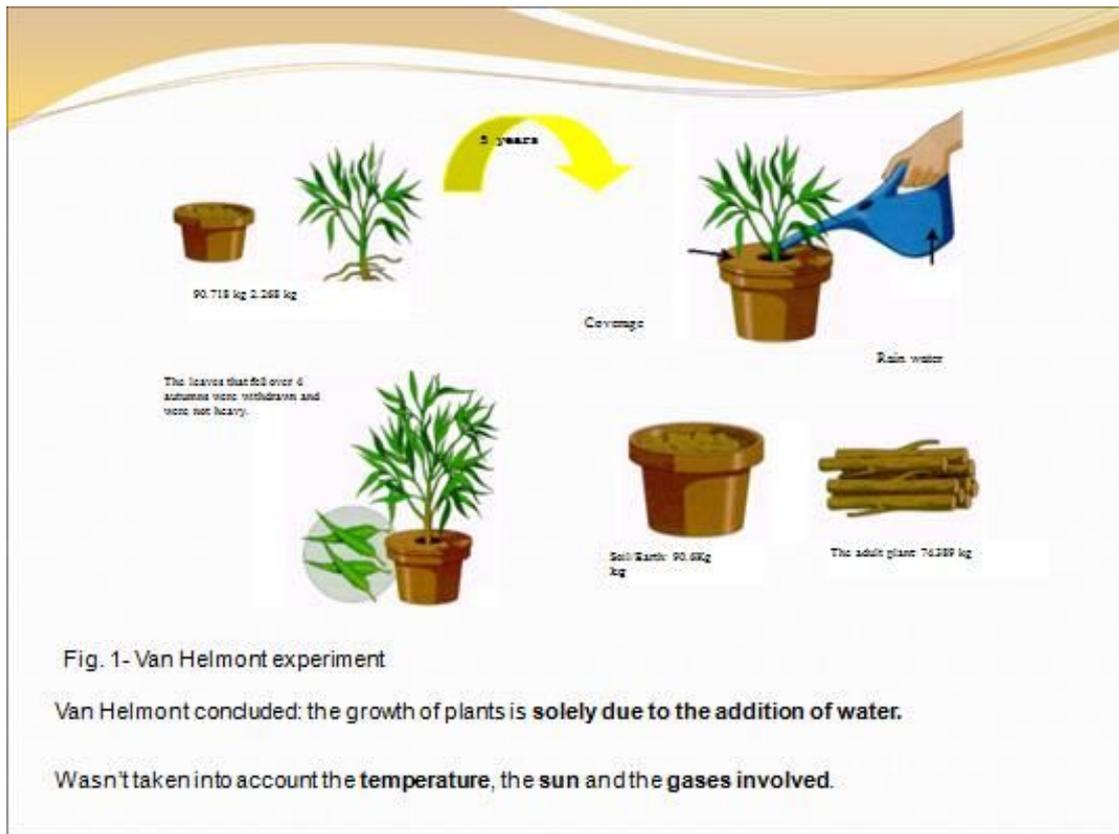


Fig. 1- Van Helmont experiment

Van Helmont concluded: the growth of plants is **solely due to the addition of water.**

Wasn't taken into account the **temperature, the sun and the gases involved.**

The general formula of photosynthesis is: $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

Global Photosynthesis (GPP) from MODIS: June 29 - July 6, 2000
Univ. of Montana (SCF/NTSG)

Gross Primary Production
0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0
gC/m²/day

Sunlight

chlorophyll

In the northern and center of Portugal it dominates the *Eucalyptus* spp and *Pinus pinaster*; Its leaves do not fall, but, here there are many deciduous species including other varieties of *Quercus*.

The southern forest is represented by other species, including the cork (*Quercus suber*).

The pasture can coexist with the cork, but not with the eucalyptus.

- **Primary Production** is the amount of organic matter that is produced by autotrophic beings from solar energy (photosynthetic organisms) or chemical energy .
- It's very important to preserve the biodiversity, if a species disappears, another may survive.

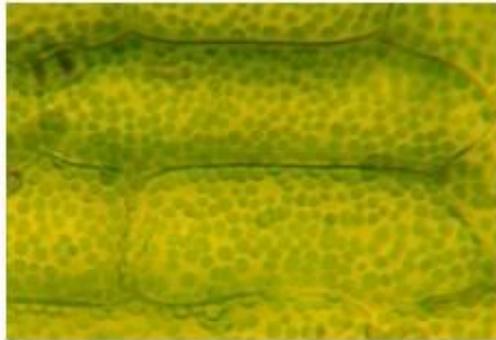


Eucalyptus spp



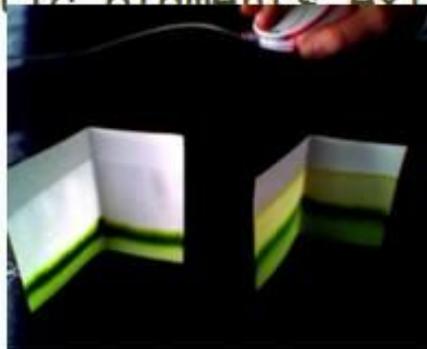
Quercus suber

Which characteristics of photoautotrophic beings enable them to convert the luminous energy into chemical energy?



In *Elodea* cells are numerous green oval structures, the **chloroplasts**, structure very important for photosynthesis. -
The chloroplasts near the inner surface cell membrane move in a circular fashion: cytoplasmic streaming, with the strong light .

What photosynthetic pigments exist in



carotene (orange)
xanthophylls (yellow)
chlorophyll b (blue-green)
chlorophyll a (yellow-green)

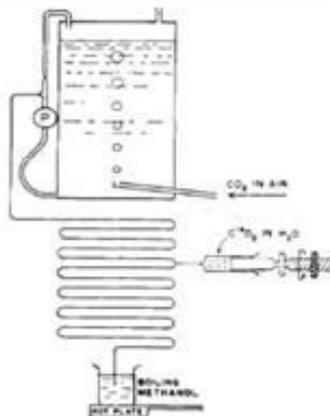
- Absorbent paper with a concentrated spot of leaf extract is used in this experiment. When dipping in a suitable solvent, the pigments go up the absorbent paper at different rates because they have different solubility's in the solvent. In this way they become separated from one another and can be identified by their different colors and positions.
- Carotene and xanthophylls both absorb different wavelengths of light from chlorophyll does.



Figure . Engelmann's experiment.

- The greater the photosynthetic intensity the greater the release of oxygen; the areas where there is greater release of gas match the blue-violet radiation and orange-red, i.e. the photosynthetic pigments absorb radiation especially in blue and red bands, as the bacteria used by Engelmann show. Light radiation from the blue bands is more efficient in photosynthesis.
- The photosynthetic pigments are responsible for capturing light. The light that focuses on the leaves can follow different routes due to the behavior of photosynthetic pigments depending on the face of various types of radiation.

What is the relationship between the materials used in photosynthesis and the resulting products?



The oxygen produced in photosynthesis comes from the water, because when the atoms in radioactively tagged water (Kamen and Ruben's experiment), the oxygen release contained ^{18}O isotopes; this wouldn't happen if the oxygen atoms of carbon dioxide were radioactively. Van Niel found that in sulfur bacteria H_2S decomposition occurred and sulfur was produced, which enabled him to conclude that the O_2 released came from the water.

- The results of the Gaffron experiment show that luminous energy isn't directly involved in fixing CO_2 .
- The Calvin experiment shows that CO_2 will be found in successive and different organic molecules.

Formação de amido e fotossíntese - que relação?



We are expecting:

In the areas that are covered starch should not be detected, while in areas exposed to sunlight, starch must be detected. It can be concluded that the starch is only produced in the leaves that have been exposed to sunlight, namely those in which photosynthesis occurred.

Starch formation and photosynthesis - what is the relationship?

Procedure:

- The plant is placed somewhere dark, e.g. a cupboard, for 3 days. It's essential that the plant is watered beforehand.



- After removing the plant from the cupboard, covering a leaf with dark paper or aluminum foil and another part of a leaf - possibly with perforations - and hold it in place with paper clips (Fig 1A). Alternatively, an aluminum foil envelope (with a distinctively shaped hole in the centre) may be placed over both sides of the leaf, and the edges of the hole pinched in a little so that light only reaches the exposed part of the leaf.



- Expose the potted plants to sunlight for a day.



- After wards, boil 200 ml of water.
- Cut 3 leaves: one that was covered with aluminum foil, one which was partially covered and another which was uncovered.



- Place each leaf in the boiling water for 1-2 minutes or until soft and limp.
- Prepare a water bath and put it inside a beaker with alcohol and heat it gently until boiling.
- Introduce the leaves one by one in alcohol until they become whitish in color, then immerse them in cold water.
- Put a little iodine water in three glass (Petri) dish. Spread out the leaf. Wait a few minutes for color to develop.
- Look at and record the results.

Starch formation and photosynthesis - what is the relationship?

Discussion:

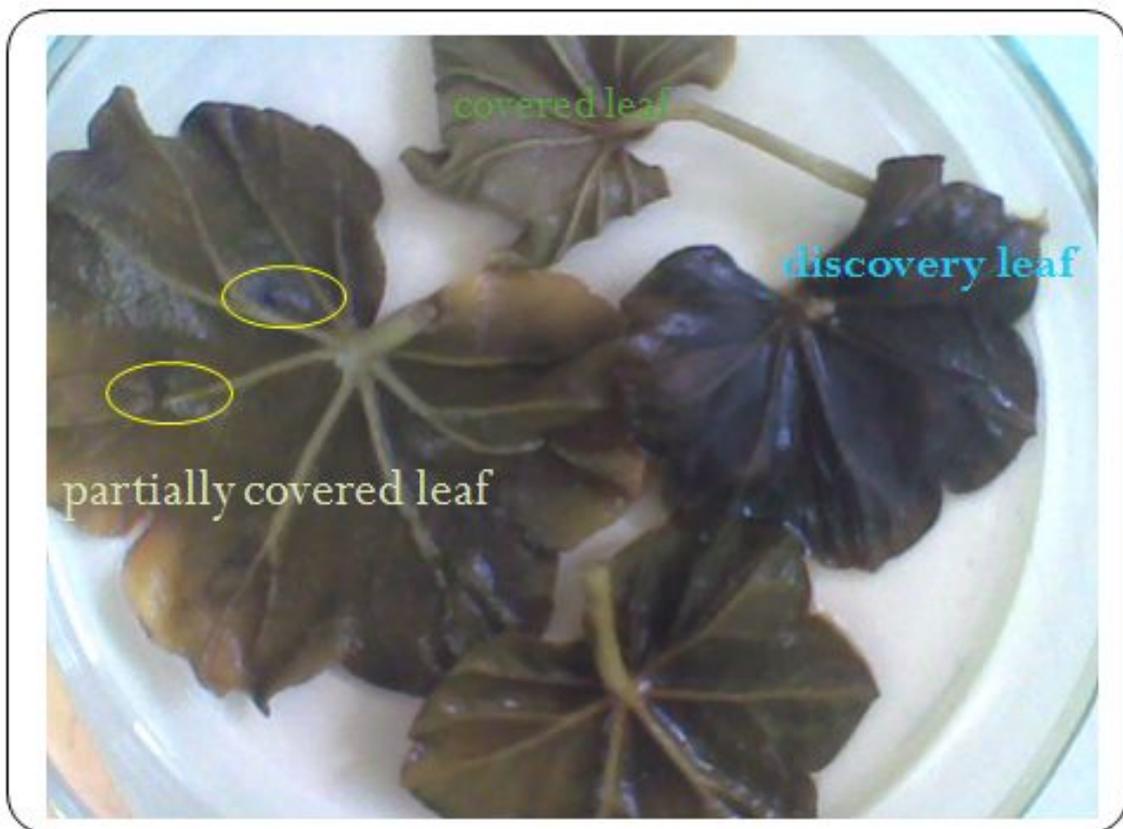
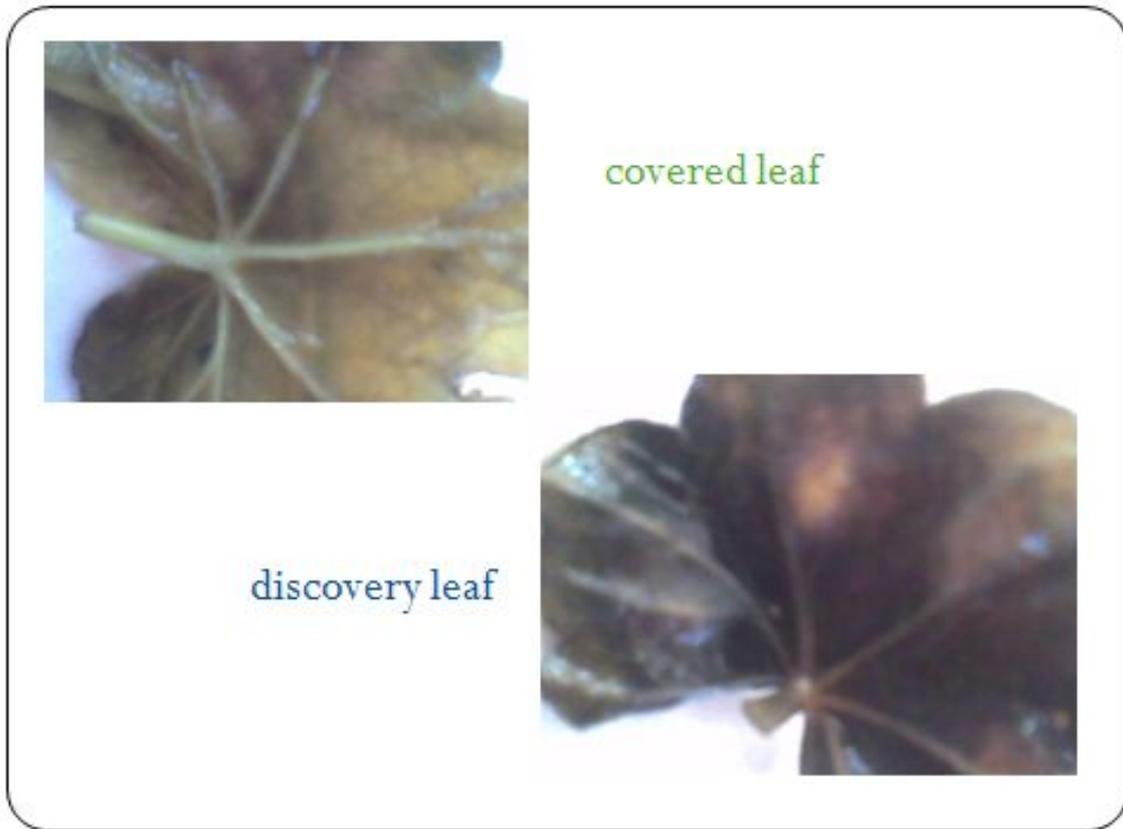
- Explain why the plant was placed in the dark for 3 days and then he moved it to an illuminated place.
- To ensure that there isn't starch before starting the experiment, thereby ensuring that the results are due to the action of the light.

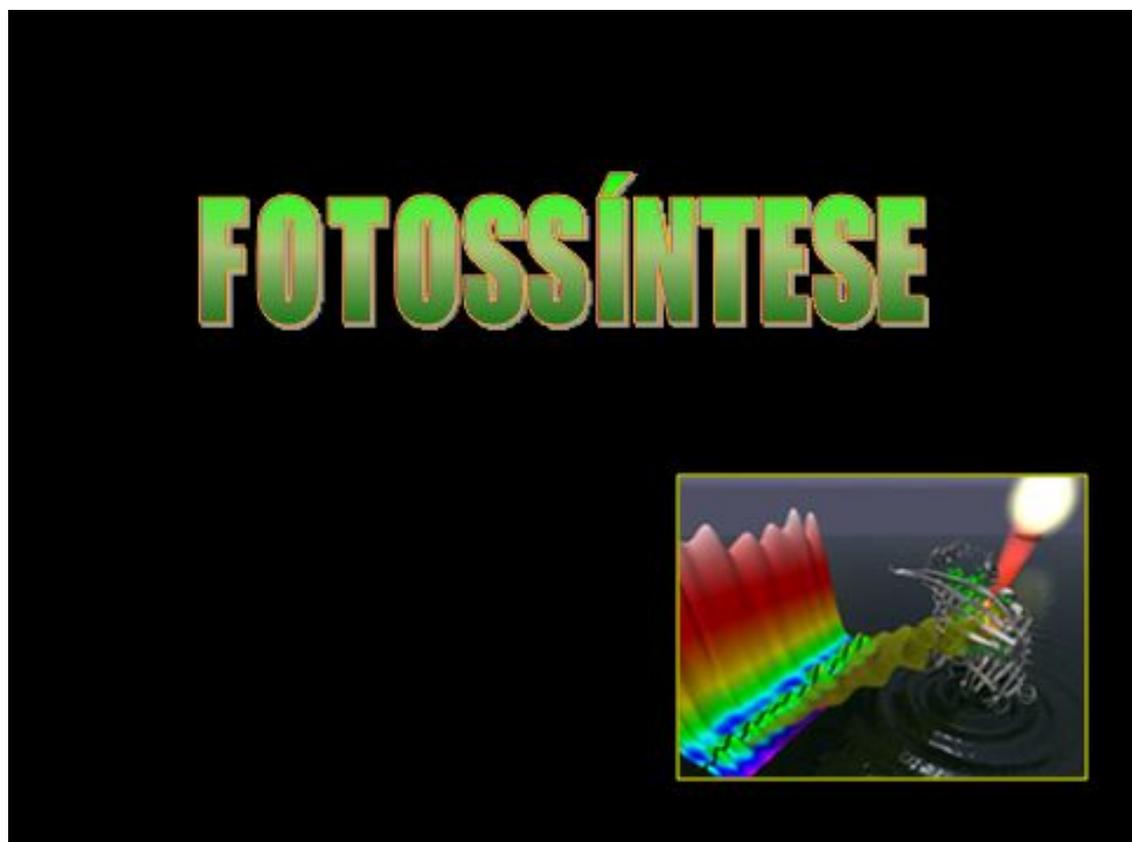
- Explain the reason for using boiling water.
- This operation prevents the leaves from becoming brittle and increases the permeability of cells to the iodine solution.

- Identify the photosynthesis "reagent" and "product" focused on this experiment.
- **Reagent - sunlight**
- **Product – starch**

- What is the role of alcohol in the starch "image" which appears ?
- Alcohol is used to remove all the pigments that give color to the leaf and to facilitate detection of starch with iodine water (or Lugol).

- Provide an explanation for the results obtained in each situation (covered leaf, partially covered leaf and discovery leaf)
- In the areas that are covered starch should not be detected, while in areas exposed to sunlight, starch must be detected. It can be concluded that the starch is only produced in the leaves that have been exposed to sunlight, namely those in which photosynthesis occurred.

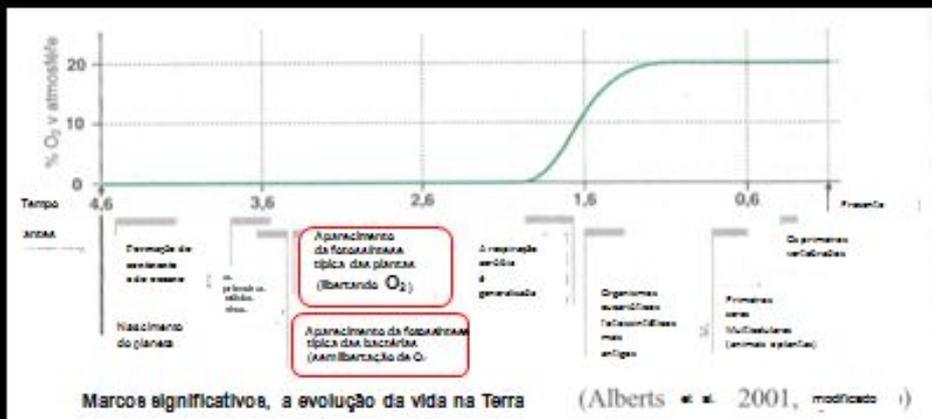




Fotossíntese

Processo extremamente importante, que utiliza a energia solar para a formação de compostos orgânicos, ricos em energia (**hidratos de carbono**) a partir de materiais inorgânicos simples - dióxido de carbono e água.

Pensa-se que a utilização da radiação solar começou nas bactérias fotossintéticas (há mais de 3,5 mil milhões de anos), mais tarde surgiu nas cianobactérias.



3

praticamente todos os grupos de organismos dependem, direta ou indirectamente, da FTS

é o único processo biológico exterior da Terra - a radiação solar conhecido.

os organismos heterotróficos, incluindo o homem, fazem uso das substâncias orgânicas ricas em energia produzidas pelas plantas

▪ O aparecimento da fotossíntese representa, sem dúvida, um dos mais importantes acontecimentos da história da vida na Terra.



▪ Cianobactérias e algas também realizam a fotossíntese.

▪ A fotossíntese é um processo complexo, envolvendo muitas reações enzimáticas, mas é traduzida de forma muito simples pela equação:

4

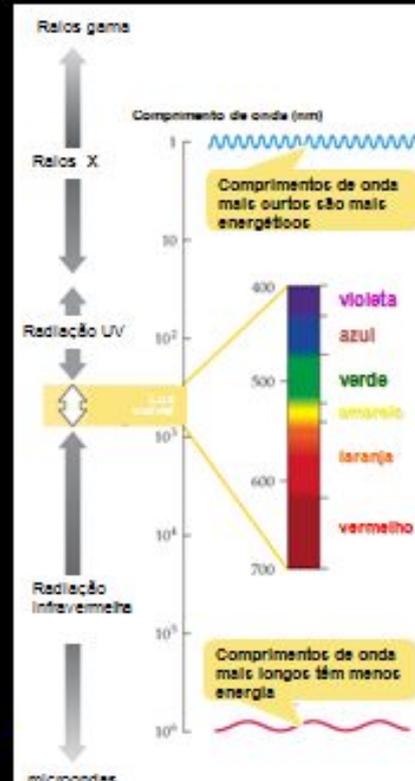
Espectro da Luz visível

Espectro de ação - representa graficamente a **eficácia** biológica de diferentes comprimentos de onda

Radiação electromagnética de diferentes comprimentos de onda, a partir de violeta escuro até vermelho - 380nm até 750nm

O verde corresponde ao espectro da radiação reflectida (ver os vegetais de cor verde)

http://www.phschool.com/science/biology_place/bioassays/photosynthesis/actio.html



5

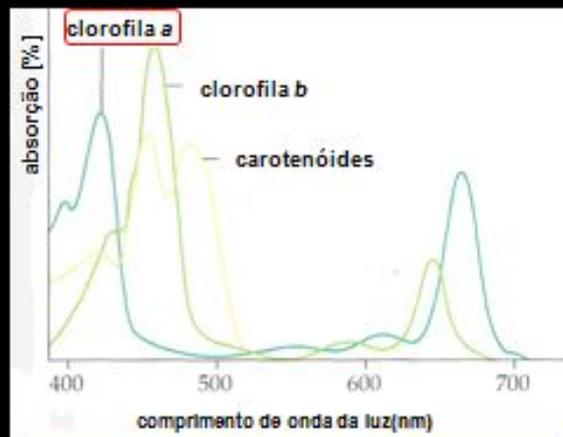
Espectro de absorção dos pigmentos fotossintéticos

É uma espécie de impressão digital do composto.

Clorofilas absorvem principalmente comprimentos de onda **azul** e **vermelho** (→ maior taxa de fotossíntese).

clorofila a

é, de longe, o pigmento mais abundante (cerca de três quartos de todos os pigmentos contidos nos cloroplastos).

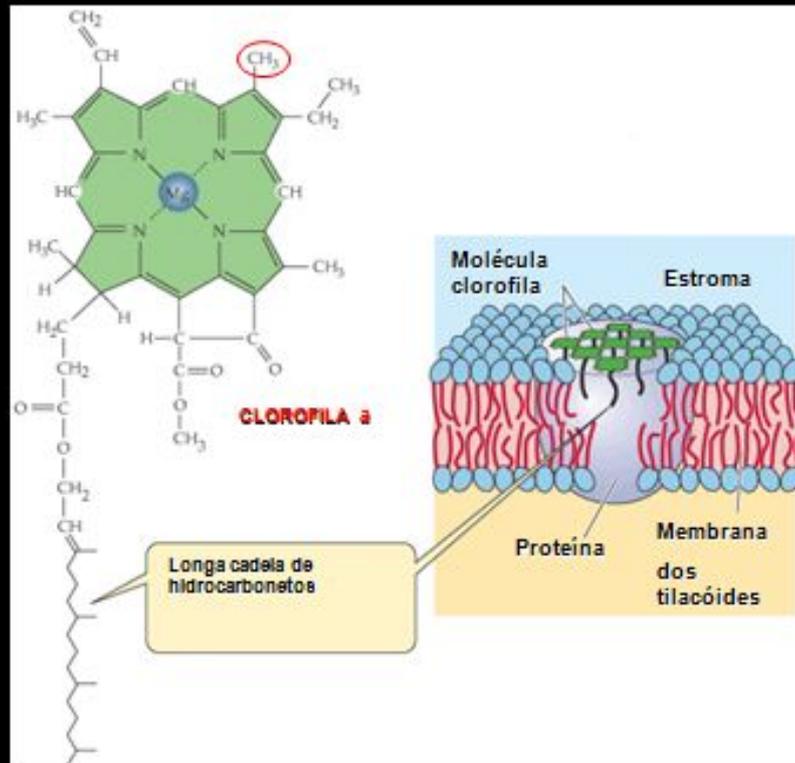


Espectro de absorção dos principais pigmentos fotossintéticos

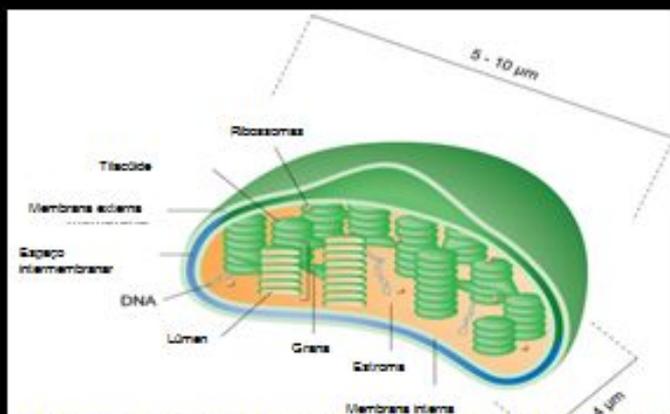
http://www.phschool.com/science/biology_place/bioassays/photosynthesis/actio.html

6

Clorofila *a*
e a sua ligação
à estrutura do
cloroplasto



7



http://www.phschool.com/science/biology_place/biocoach/photofsynth/chloroplast.html

A combinação perfeita de todas as reacções associadas à fotossíntese só é possível em estruturas especializadas **cloroplastos**

cloroplastos são organitos revestidos por uma membrana dupla. A membrana interna invagina-se e origina um conjunto de estruturas achatadas - **tilacóides**

O complexo conjunto de reacções que ocorre no contexto da fotossíntese pode ser dividido em:

Fase fotoquímica - totalmente dependente da luz; ocorre nos **tilacóides**; corresponde a uma série de etapas nas quais a energia luminosa é transformada em energia química (**síntese de ATP**); **liberta-se** O₂ e **forma-se** NADPH;

Fase química - não depende **directamente** da luz (activação das enzimas); ocorre no **estroma** ocorre a fixação do CO₂ e formam-se hidratos de carbono(glicose).

8

Como se processa a fotossíntese?

Fase fotoquímica

Depende da luz e nela ocorre:

Excitação das clorofilas que perdem um electrão (clorofila **oxidada**) para a cadeia transportadora de electrões - **fluxo de electrões** acompanhado de **transporte activo de H⁺**.

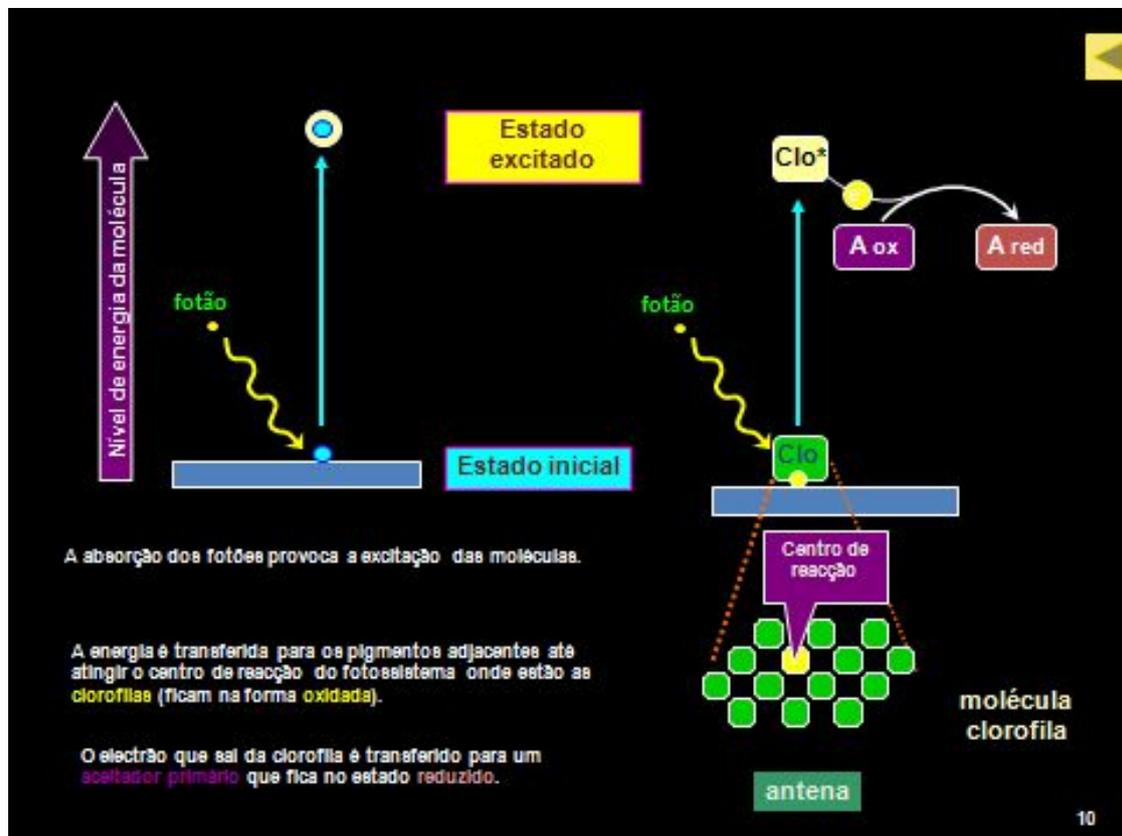
Fotólise da água, em que o **oxigénio** é libertado para a atmosfera, os **electrões** são cedidos à clorofila e os **protões** são libertados para o lúmen tilacoidal.

Redução do aceitador final de electrões, o NADP⁺, formando NADPH



Síntese de ATP por fosforilação do ADP, com a energia proveniente do fluxo de H⁺ para o estroma, através de ATP-sintetases

9



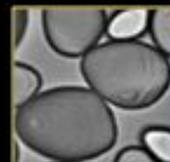
Fase química - ciclo de Calvin:

Não depende directamente da luz e divide-se em 3 fases:

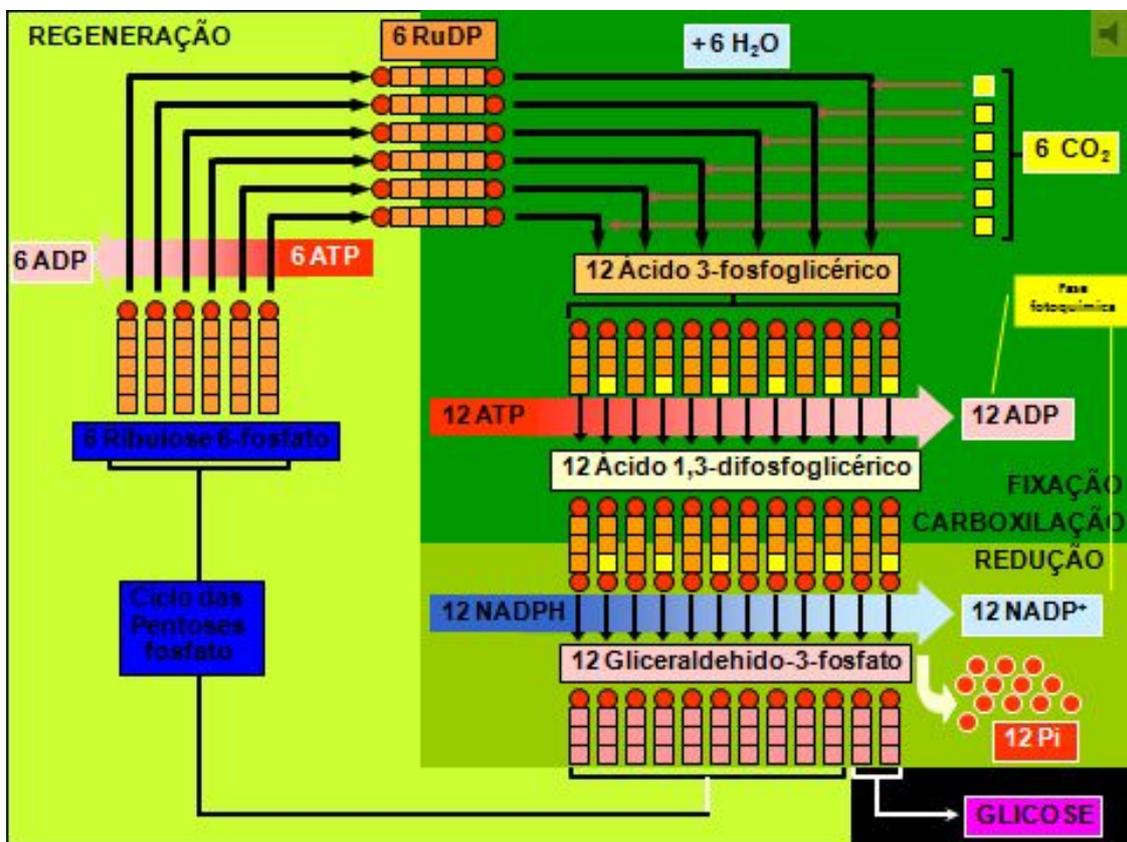
Fase de fixação do CO_2 - cada molécula de CO_2 é fixada pela RuDP (ribulose difosfato), numa reacção catalisada pela **Rubisco** (a proteína mais abundante na Terra), formando-se um composto instável que se divide imediatamente, originando duas moléculas de 3-fosfoglicerato (PGA);

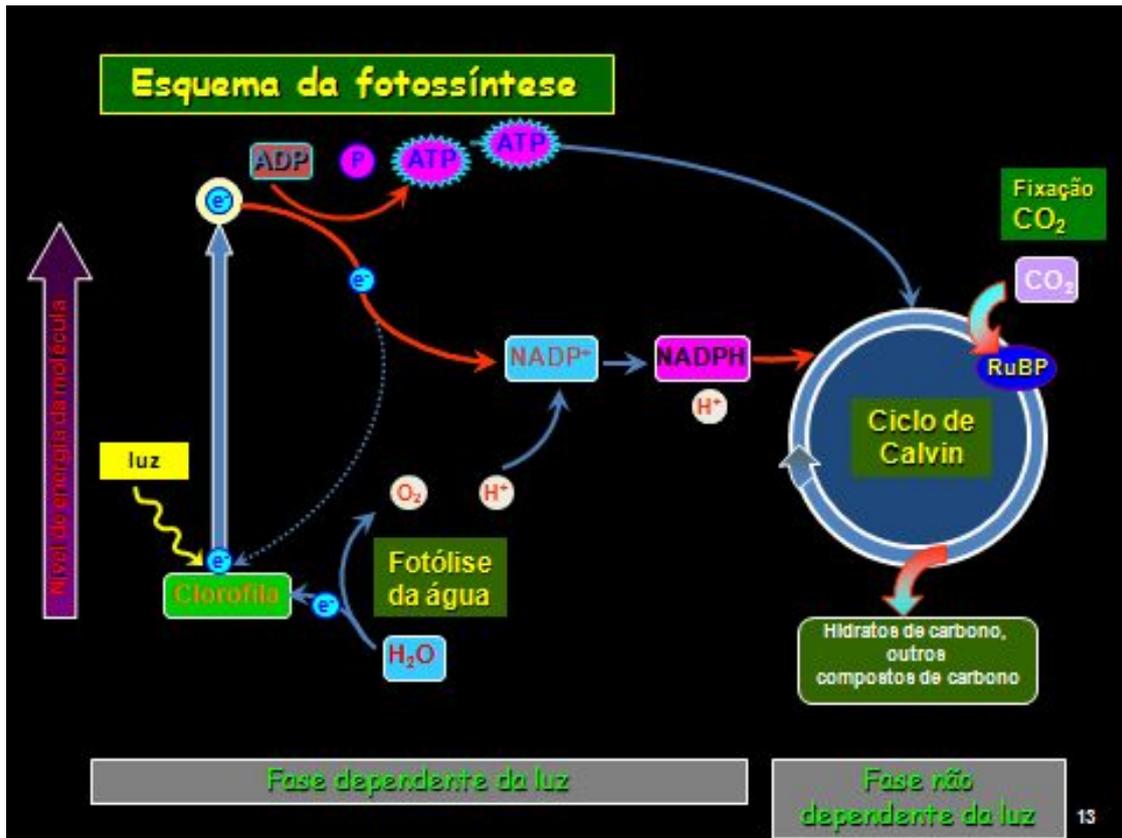
Fase de produção de compostos orgânicos - conjunto de reacções envolvendo uma fosforilação (através do ATP) e reduções (usando NADPH) de cada molécula de PGA. Gera-se gliceraldeído 3-fosfato (G3P); Por cada duas moléculas de G3P que abandona o ciclo forma-se um monossacarídeo com **6 carbonos**;

Regeneração da molécula de RuDP - algumas moléculas de G3P são usadas para regenerar a RuDP. Para tal gasta-se ATP, que converte RuMP (ribulose monofosfato) em RuDP.



11





A importância da fotossíntese

De acordo com as estimativas actuais, num ano, à escala global, são produzidas mais de 250 biliões de toneladas de matéria orgânica (hidratos de carbono). Essa matéria será usada pelos organismos autotróficos e heterotróficos para sintetizar novos compostos e extrair energia.

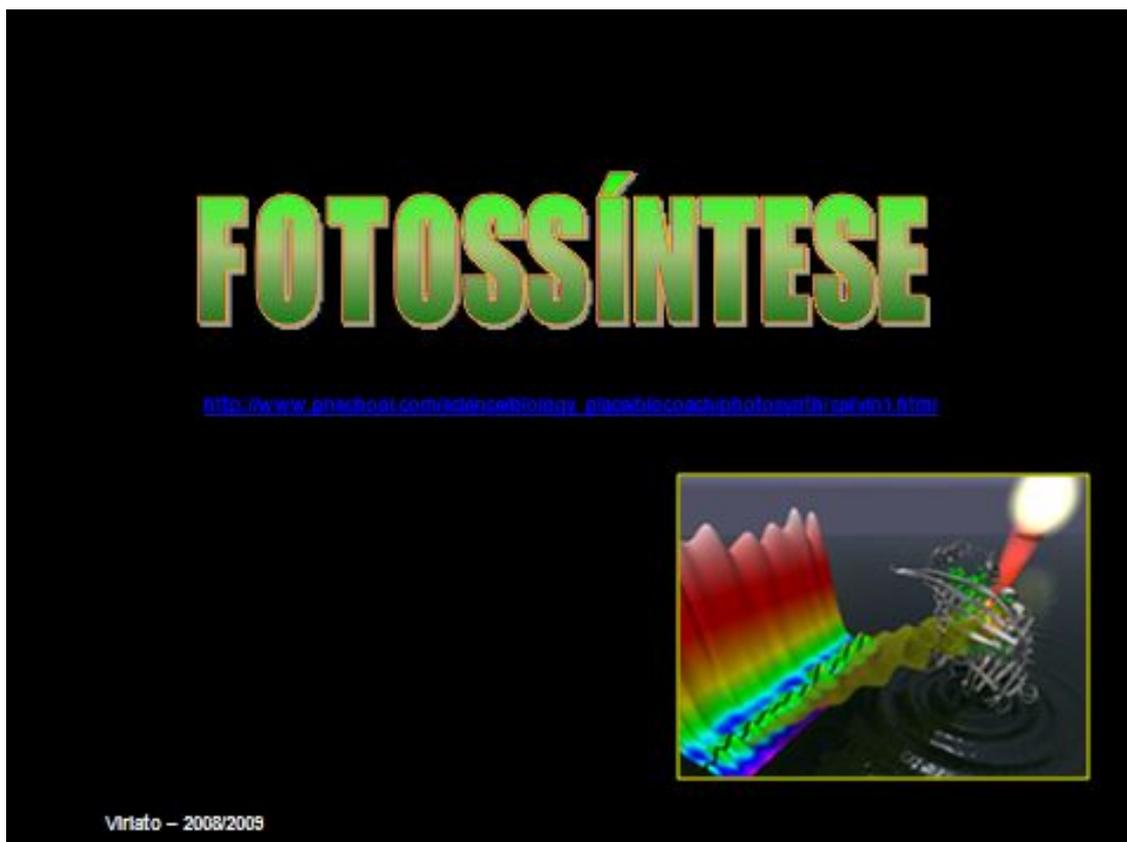
A energia que extraímos dos combustíveis fósseis e os materiais produzidos a partir deles provêm do processo fotossintético.

O consumo de CO_2 e a libertação de O_2 permitiu modificar a composição da atmosfera primitiva o que foi essencial para a evolução da vida na Terra.

Ao nível da agricultura, o estudo da fotossíntese tem permitido otimizar os processos de cultura, aumentando o rendimento na conversão da energia solar, originando mais matéria orgânica.

As trocas que ocorrem entre os organismos fotossintéticos e a atmosfera são importantes para prever a evolução química da atmosfera, com impactes ao nível do efeito de estufa.

Importa perceber se os organismos fotossintéticos serão capazes de absorver parte do CO_2 resultante da queima de combustíveis fósseis e quais os impactes ao nível do aquecimento global.



Projekt CZ.04.1.03/3.2.15.2/0270

„Aktivní začlenění SŠ pedagogů do tvorby a využití multimediálních výukových programů ve výuce biologie“

BIOLOGIE ROSTLIN A HUB

Multimediální výuková prezentace



<http://atraktivnibiologia.upol.cz/>



Fotosyntéza

- mimořádně významný proces, využívající energii slunečního záření k tvorbě energeticky bohatých organických sloučenin (sacharidů) z jednoduchých anorganických látek - oxidu uhličitého a vody
- předpokládá se, že nejprve začaly sluneční záření využívat fotosyntetické bakterie (před více než 3,5 mld. let), později se pak vyvinula fotosyntéza rostlinného typu u sinic



Významné mezníky v evoluci života na Zemi (Alberts a kol. 2001, upraveno)

- fotosyntéza je jediným biologickým dějem, který využívá energii mimozemského původu - sluneční záření
- vznik fotosyntézy patří bezesporu k nejdůležitějším mezníkům ve vývoji života na Zemi, přímo či nepřímo na ní závisí prakticky všechny skupiny organismů (ostatní, heterotrofní složky ekosystémů, včetně člověka, pouze využívají energii bohaté organické látky vytvořené rostlinami)
- naprostá většina rostlin (= zelené rostliny) získává veškerou energii z primárního energetického zdroje - slunečního záření, a veškerý uhlík z oxidu uhličitého; proto se nazývají **fotoautotrofní** organismy
- procesy vedoucí k vazbě oxidu uhličitého do organických sloučenin s využitím radiční energie označujeme jako **fotosyntetickou asimilaci CO₂**, zkráceně (i když ne zcela přesně) **fotosyntézu**
- složitý soubor enzymatických dějů velmi zjednodušeně vyjadřuje rovnice fotosyntézy:



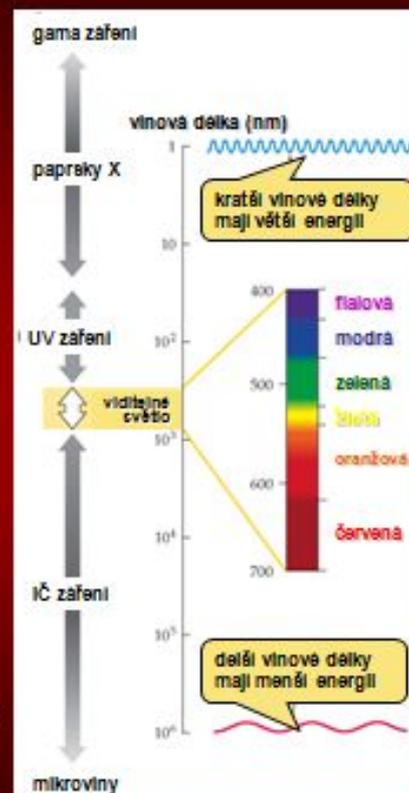
Existují dvě základní varianty fotosyntézy:

- **fotosyntéza bakteriálního typu** (neuvolňuje se O₂), u fotosyntetizujících bakterií
- **rostlinný typ fotosyntézy** (s uvolňováním O₂), v přírodě mnohem rozšířenější, uskutečňovaný zelenými rostlinami a sinicemi

4

Viditelné světlo

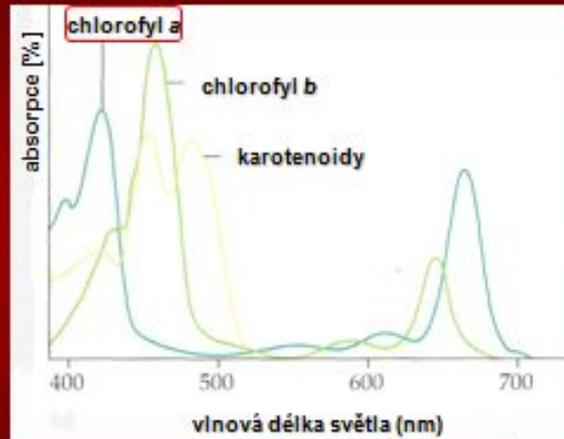
- je formou elektromagnetického záření různých vlnových délek, od fialové po tmavě červenou
- ze slunečního záření rostliny při fotosyntéze využívají jen energii vlnových délek zhruba mezi 400 až 700 nm (tzv. **fotosynteticky účinné záření, PHAR**)
- viditelné světlo výběrově zachycují **fotosyntetická barviva**, která díky uspořádání svých molekul (hlavně počtu a rozmístění dvojných vazeb) *pohlcují záření jen v určitém rozsahu vlnových délek*
- z denního světla zelené rostliny absorbují hlavně záření modré (modrofialové) a červené barvy, zatímco záření zelené části spektra odráží (→ proto vidíme rostliny zeleně zbarvené)



5

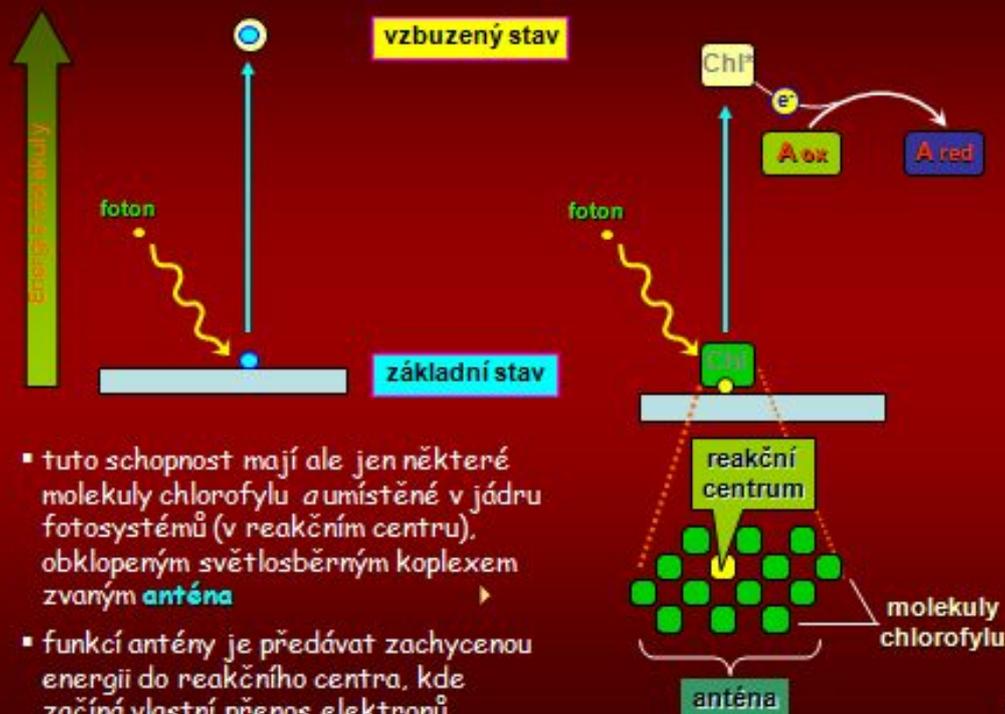
Fotosyntetická barviva

- nejdůležitějším barvivem schopným využít zachycenou energii slunečního záření je **chlorofyl a**, který absorbuje hlavně v modré a červené části spektra (→ nejvyšší rychlost fotosyntézy)
- **chlorofyl a** má zcela výjimečné postavení:
 - je ho daleko největší množství (asi tři čtvrtiny všech barviv obsažených v chloroplastech)
 - má schopnost přejít do ionizovaného stavu (tj. předat elektron) po příjmu energie fotonů



Absorpční spektra nejdůležitějších fotosyntetických barviv

6

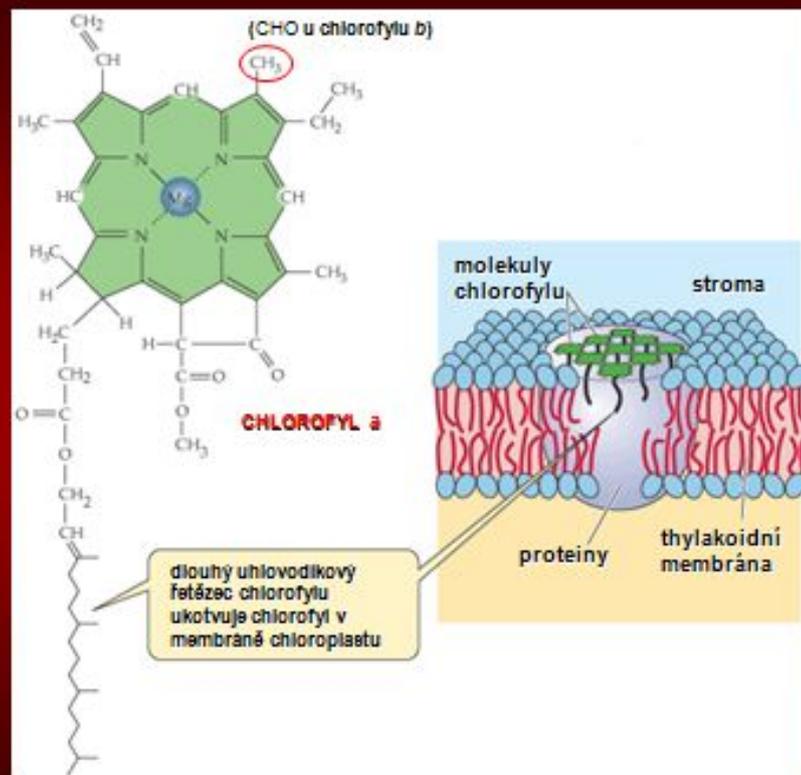


- tuto schopnost mají ale jen některé molekuly chlorofylu *a* umístěné v jádru fotosystémů (v reakčním centru), obklopeným světlosběrným komplexem zvaným **anténa**
- funkcí antény je předávat zachycenou energii do reakčního centra, kde začíná vlastní přenos elektronů

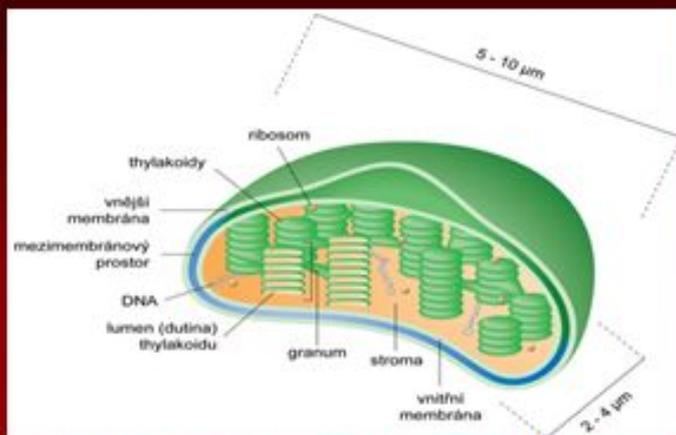
7

Chlorofyl *a* a jeho vazba na strukturu chloroplastu

- všechna ostatní barviva, hlavně chlorofyly *b*, *c* a karotenoidy předávají zachycenou energii molekulám chlorofylu *a*
- karotenoidy navíc chrání fotosyntetický aparát před poškozením v důsledku nadměrného ozáření



8



- dokonalá souhra všech reakcí spojených s fotosyntézou je možná pouze ve specializovaných strukturách **chloroplastů**
- chloroplasty** jsou orgány s dvojitou povrchovou membránou, uvnitř se nachází membránový systém, tvořený **thylakoidy**
- složitý soubor reakcí, k nimž dochází v rámci fotosyntézy lze rozdělit na
 - primární děje** (přeměna energií): jsou bezprostředně závislé na světle a probíhají v thylakoidních membránách chloroplastů; zahrnují příjem světla fotosyntetickými barvivy, redukci koenzymu (NADP) a syntézu ATP
 - sekundární děje** nejsou na světle bezprostředně závislé (tj. mohou probíhat na světle i ve tmě), jejich podstatou jsou procesy spojené s fixací CO_2 a vznikem šestiuhlíkatého sacharidu (glukózy); probíhají ve stromatu chloroplastů

9

Průběh fotosyntézy

Primární děje

- vazbou sluneční energie jsou elektrony s nízkým obsahem energie, pocházející z rozkladu vody (tzv. **fotolýzy vody**), vyneseny na vyšší energetickou hladinu; tyto elektrony s vysokým obsahem energie jsou pak spolu s protony (H^+), které rovněž pocházejí z fotolýzy vody, použity na redukci molekul přenašeče NADP (= *nikotinamidadenindinukleotidfosfát*)



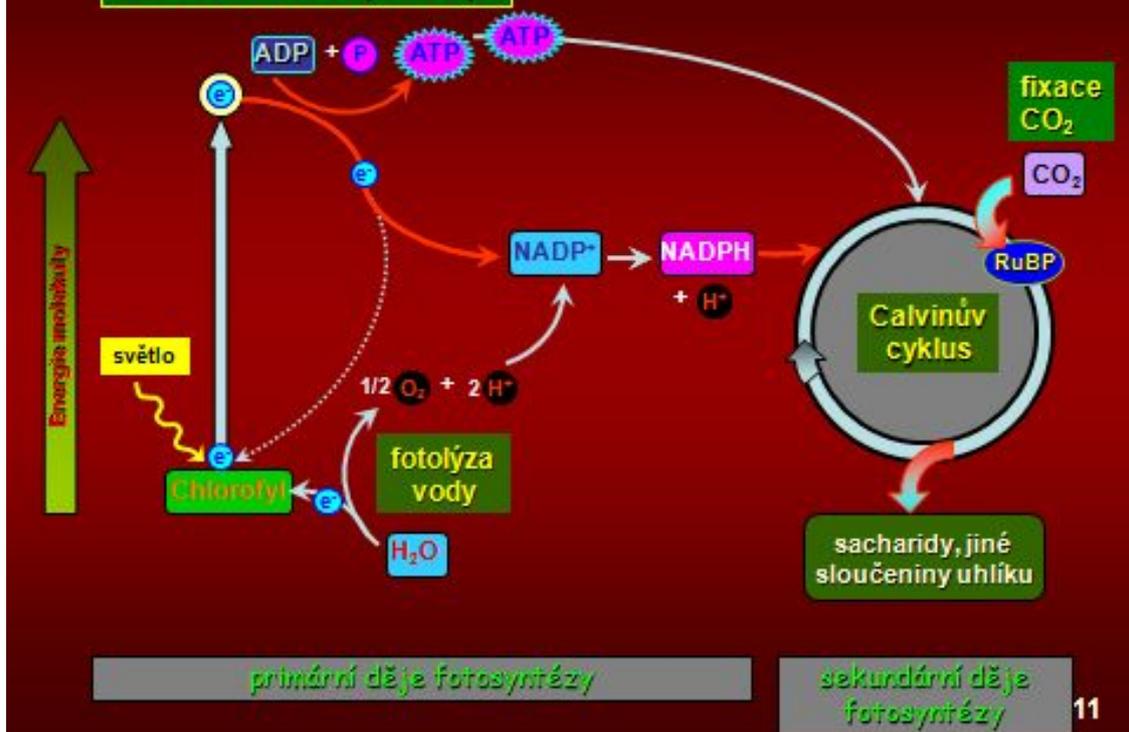
- výsledkem primárních procesů fotosyntézy je *uložení energie slunečního záření do ATP a redukované formy přenašeče (NADPH)*
- významným průvodním jevem je při tom *uvolnění molekulárního kyslíku z vody*

Sekundární děje

- sekundární děje začínají reakcí oxidu uhličitého s pětiuhlíkatým akceptorem, derivátem ribulózy; tuto klíčovou reakci katalyzuje enzym zvaný *Rubisco* (nejhojnější protein na Zemi)

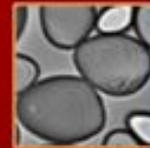
10

schéma fotosyntézy



11

- vazbou CO_2 na akceptor vstupuje uhlík do tzv. **Calvinova cyklu**
- energii potřebnou pro vazbu (fixaci) oxidu uhličitého na akceptor a jeho další přeměny v Calvinově cyklu dodávají ATP a NADPH, vytvořené primárními procesy
- většina zachycené sluneční energie je ukládána do molekul škrobu (polymer glukózy), který ve stromatu chloroplastů tvoří typická zrnka
- v noci je škrob odbouráván na jednodušší sacharidy (hlavně sacharózu), které jsou pak transportovány na místa spotřeby
- efektivita fotosyntézy se pohybuje zpravidla v rozmezí 1 až 2 %, vyšší využití sluneční energie je známo zejména u kukuřice (až 3,2 %) a cukrové třtiny (2,4 %): obě rostliny patří mezi tzv. **C_4 rostliny** (u nich prvním produktem fixace CO_2 je čtyřuhlíkatá sloučenina (oxalacetát), na rozdíl od majoritního typu **C_3 rostlin**, kde prvním produktem fixace oxidu uhličitého je tříuhlíkatá sloučenina (fosfoglycerát)



Škrobová zrnka
bramboru

12

Význam fotosyntézy

- podle současných odhadů vzniká každoročně v globálním měřítku přes **250 mld. tun** organických látek (sacharidů); asi **60 %** tohoto množství produkují suchozemské rostliny, zbytek připadá na vodní organismy, hlavně mořích a oceánů
- fotosyntéza představuje základ **rostlinné výroby**, na její rychlosti závisí výnosy jednotlivých plodin
- energii slunečního záření, uloženou ve svých tělech rostlinami v dávných dobách, využíváme v nerostných surovinách (zejména uhlí a ropě)
- *fotosyntéza se zásadním způsobem podílela na vytvoření a udržování dnešního složení atmosféry, včetně tvorby ochranné ozonové vrstvy; kyslík, původně vedlejší produkt fotosyntézy, výrazně ovlivnil i směr vývoje organismů k současné rozmanitosti životních forem*
- za velmi důležitou je považována schopnost vázat - prostřednictvím fotosyntézy - velké množství uhlíku v rostlinné biomase (zejména ve dřevě a často i dlouhodobě);
- fotosyntéza se tak podílí i na zpomalování růstu koncentrace CO_2 v atmosféře; rostoucí koncentraci oxidu uhličitého a dalších skleníkových plynů se přičítá prohlubování **skleníkového efektu** a zvýšené riziko **globálního oteplování**

13

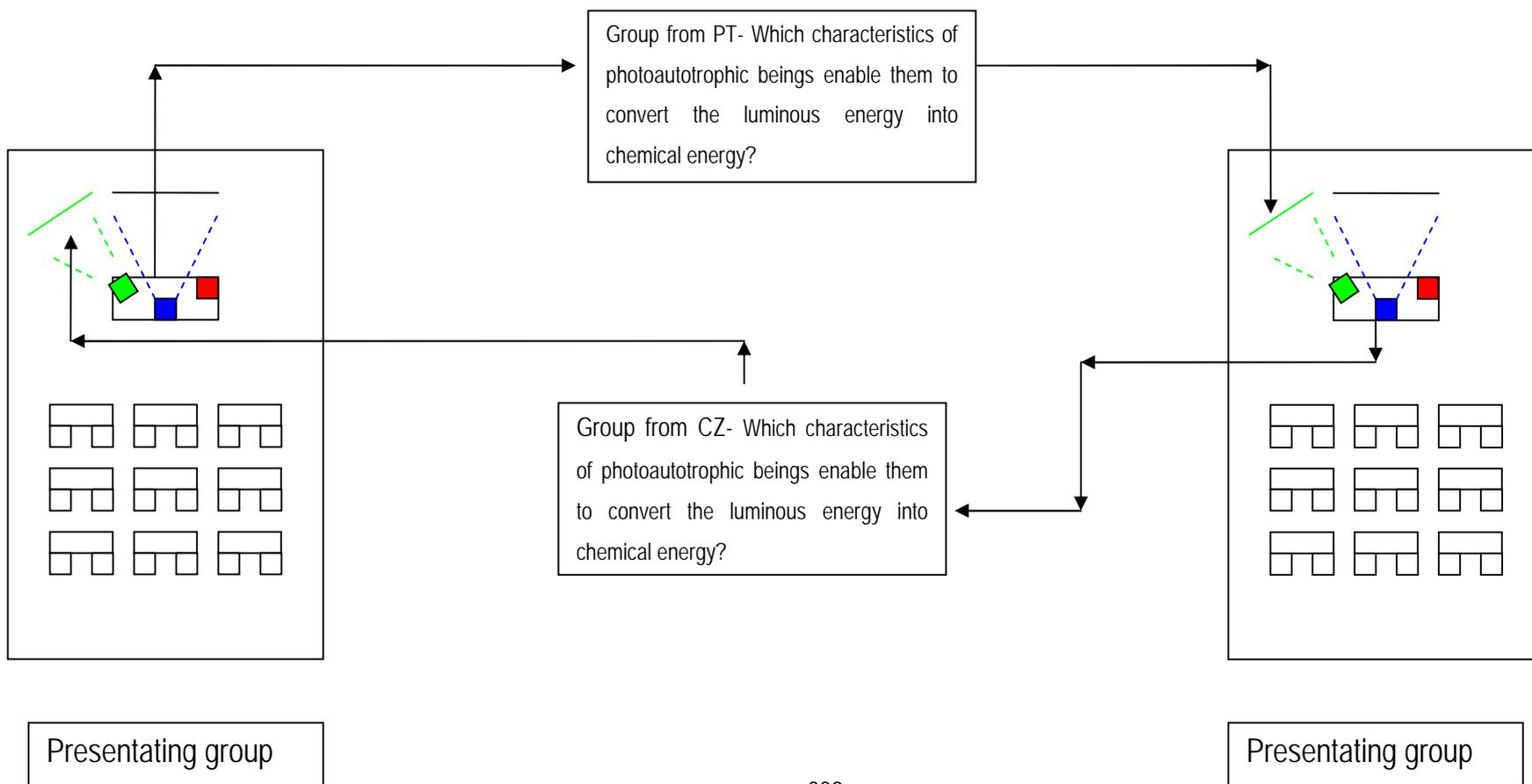
ANEXO XVII

Videoconferência:

- Exemplo de distribuição de actividades pelos grupos de partilha

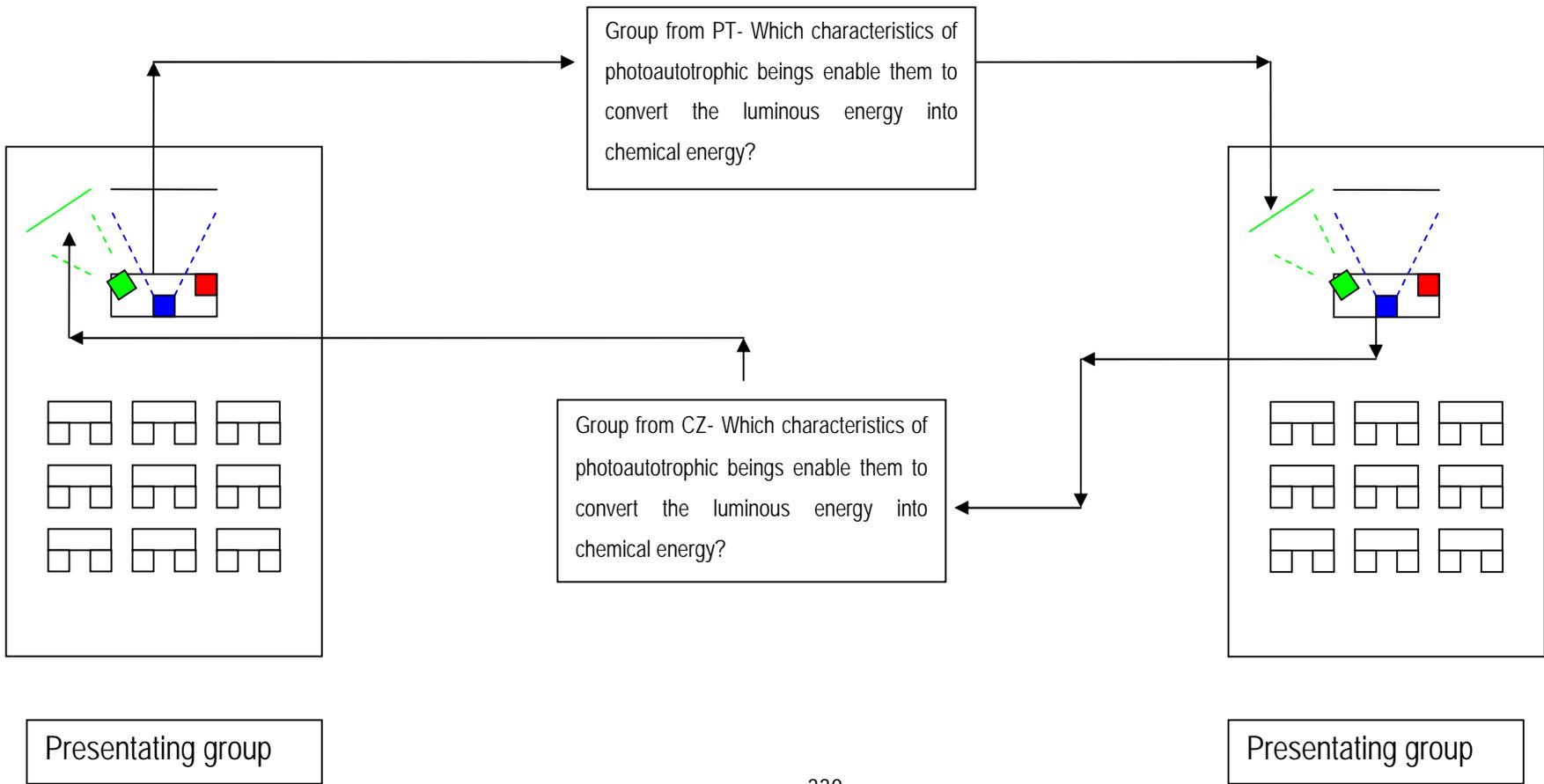
Webcam	■
Projektor	■
PC	■

Model 2
Cooperation of 2 groups during experiment-
presentation



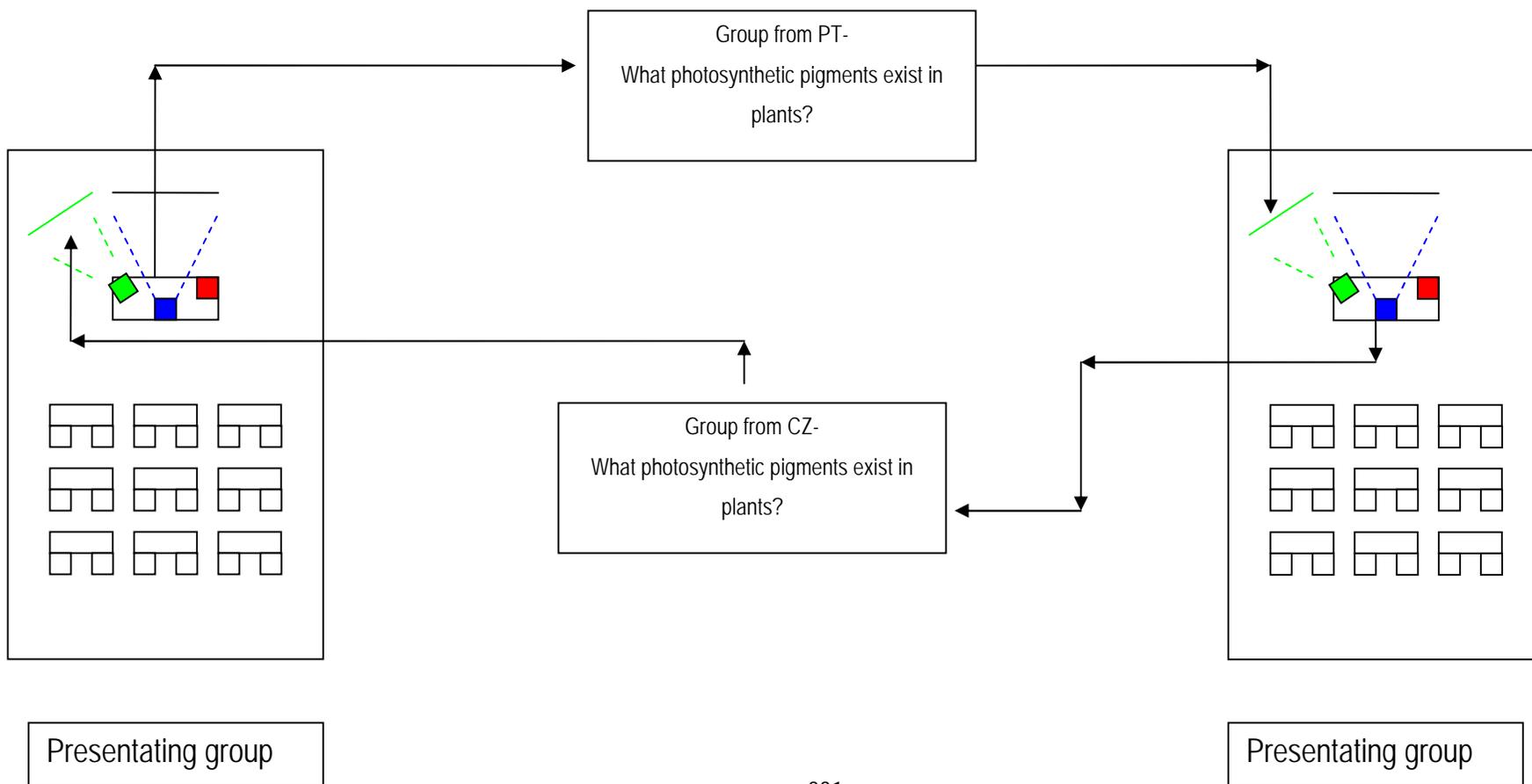
Webcam	■
Projektor	■
PC	■

Model 2
Cooperation of 2 groups during experiment-
presentation



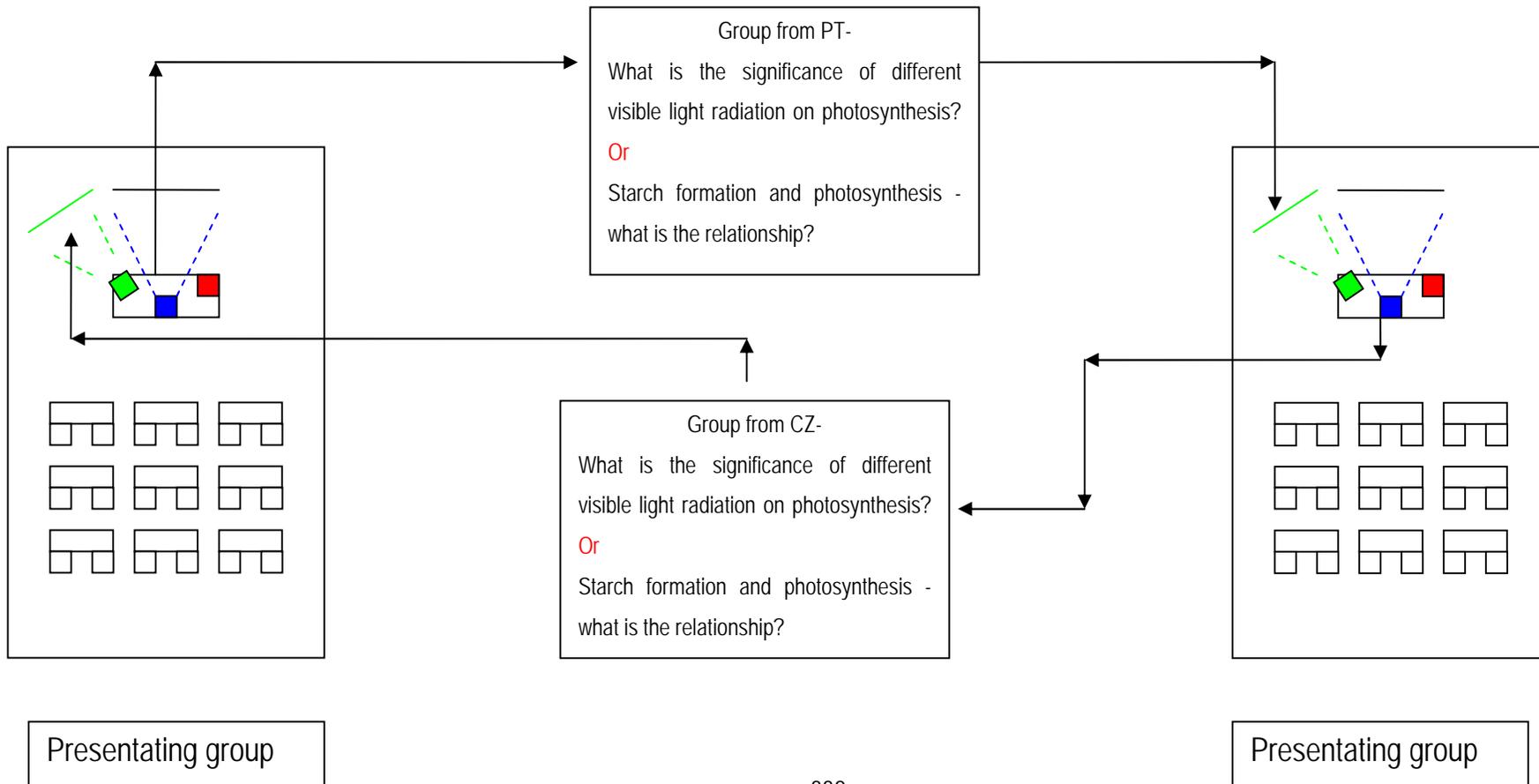
Webcam	■
Projektor	■
PC	■

Model 2
Cooperation of 2 groups during experiment-
presentation



Webcam	■
Projektor	■
PC	■

Model 2
Cooperation of 2 groups during experiment-
presentation



Webcam	■
Projektor	■
PC	■

Model 2 - B
Cooperation of 2 groups during experiment-
presentation

