

Relatório de Estágio e Aula Investigacional de Física Nuclear

VERSÃO FINAL APÓS DEFESA

Diogo Alexandre dos Santos Ferreira

Relatório de Estágio para obtenção do Grau de Mestre em
**Ensino de Física e Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e
no Ensino Secundário**
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Paulo André de Paiva Parada

julho de 2022

Agradecimentos

Até à realização deste trabalho, houve muitas pessoas pelas quais não posso deixar um agradecimento especial:

Aos meus pais, Gina Santos e Luís Ferreira, pelo apoio dado durante a minha formação académica e pelo incentivo dado quando lhes manifestei o meu interesse em prosseguir os meus estudos na área do ensino.

À minha namorada, Ana Guerra, que me falou deste mestrado de ensino e pelo apoio, incentivo e paciência dados nestes últimos anos, essenciais na minha formação académica e pessoal.

Ao professor Jesuíno Simões, pela orientação, disponibilidade, cooperação, competência e boa disposição demonstrados durante o estágio pedagógico. Agradecer também pelos conhecimentos adquiridos de física.

Aos docentes da Universidade da Beira Interior, em especial ao professor doutor Paulo Parada, pela orientação, disponibilidade e conhecimentos transmitidos durante a minha formação académica e durante o estágio pedagógico; e à professora doutora Sandra Soares, diretora do mestrado de Ensino de Física e Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, pela disponibilidade, amabilidade e pelos conhecimentos adquiridos durante o mestrado.

Resumo

Este trabalho tem como objetivo descrever o trabalho desenvolvido durante o estágio pedagógico, no âmbito do mestrado de Ensino de Física e Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Universidade da Beira Interior, durante o ano letivo de 2021/2022 e também desenvolver uma aula investigacional sobre física nuclear, no âmbito dos conteúdos programáticos de física de 12º ano. Para tal divide-se em 2 capítulos.

O primeiro capítulo apresenta uma breve contextualização da escola, do professor-cooperante e do grupo de estágio de físico-química. São também caracterizadas as turmas onde decorreram as aulas supervisionadas. Por fim, são explicadas as aulas supervisionadas e lecionadas ao longo do ano letivo e as atividades realizadas e preparadas pelo grupo de estágio.

No segundo capítulo é apresentada uma aula investigacional sobre física nuclear, inserida nos conteúdos programáticos de física do 12º ano. Começa por apresentar um breve resumo sobre os conteúdos teóricos de física nuclear. Também são expostos os materiais desenvolvidos para lecionar a aula, com uma apresentação *powerpoint*, uma ficha de trabalho e uma simulação digital.

Palavras-chave

Mestrado em ensino; Estágio pedagógico; Ensino de Físico-química; Física Nuclear

Abstract

This work aims to describe the work carried out during the pedagogical internship, within the Master's Degree in Teaching Physics and Chemistry in the 3rd Cycle of Basic Education and Secondary Education at the University of Beira Interior, during the academic year 2020/2021 and also develop an investigational class on nuclear physics, according to the 12th grade physics syllabus. To do so, it is divided in 2 chapters.

The first chapter presents a brief contextualization of the school, the teacher and the internship group. The classes were also characterized. Finally, the supervised classes and the other classes are explained, as the activities carried out by the internship group.

In the second chapter, an investigational class on nuclear physics is presented, according to the 12th year physics syllabus. It begins by presenting a brief summary of the theoretical contents of nuclear physics. Material developed to teach the class are also presented, with a powerpoint presentation, a work sheet and a digital simulation.

Keywords

Master's course in teaching; Pedagogical internship; Teaching Physics and Chemistry; Nuclear Physics.

Índice

Capítulo 1: Intervenção Pedagógica	1
1. Introdução	1
2. Contextualização	2
2.1. Escola	2
2.2. Grupo de Físico-Química	3
2.3. Grupo de Estágio	4
3. Intervenção	4
3.1. Área I: Organização e Gestão do Ensino e da Aprendizagem	4
3.1.1. Ensino básico (3º ciclo)	4
3.1.1.1. Caracterização da turma 9ºE	4
3.1.1.2. Aulas supervisionadas	5
3.1.1.3. Aulas lecionadas	7
3.1.2. Ensino secundário	8
3.1.2.1. Caracterização da turma 11ºD	8
3.1.2.2. Aulas supervisionadas	9
3.1.3. Reflexão sobre Área I	9
3.2. Área II: Participação na Escola	10
3.2.1. Atividades de Físico-Química	10
3.2.2. Intervenção na Escola	11
3.2.3. Reflexão sobre Área II	12
3.3. Área III: Relação com a Comunidade	13
3.3.1. Direção de Turma	13
3.3.2. Reflexão sobre Área III	13
4. Reflexão Final	14
5. Bibliografia	14

Capítulo 2: Investigação e Inovação Pedagógica

1. Introdução	15
1.1. Introdução à Física Nuclear	15
1.2. Propriedades do Núcleo	16
1.2.1. Núcleo e os seus Constituintes	16
1.2.2. Raio Nuclear	18
1.2.3. Densidade Nuclear	18

1.3.Massa e Energia	19
1.3.1. Equivalência Massa-Energia	19
1.3.2. Ligação Nuclear e Energia de Ligação	19
1.3.3. Estabilidade Nuclear	21
1.4.Radioatividade e Decaimentos Radioativos	22
1.4.1. Decaimento Alfa	23
1.4.2. Decaimento Beta	23
1.4.3. Decaimento Gama	24
1.5.Fissão Nuclear	25
1.6.Fusão Nuclear	26
1.7.Decaimento Radioativo	28
1.8.Aplicações da Física Nuclear	30
2. Metodologia	31
2.1.Plano de Aula	31
2.2. Recursos e Materiais Utilizados	33
2.2.1. Recursos Digitais	33
2.2.2. Ficha de Trabalho	37
2.2.3. Correção da Ficha de Trabalho	39
2.3. Simulações Digitais	41
3. Discussão e Conclusão	43
4. Bibliografia	43

Anexos

Anexo 1: Planos das aulas supervisionadas de física do 9ºano	44
Anexo 2: Ficha de trabalho das aulas supervisionadas de física do 9ºano	47
Anexo 3: Ficha laboratorial das aulas supervisionadas de física de 9ºano	51
Anexo 4: Planos das aulas supervisionadas de química de 9ºano	54
Anexo 5: Ficha de trabalho das aulas supervisionadas de química 9ºano	57
Anexo 6: Planos das aulas lecionadas de física do 9ºano (outubro de 2021)	59
Anexo 7: Ficha de trabalho das aulas lecionadas de física do 9ºano (outubro de 2021)	63
Anexo 8: Ficha laboratorial das aulas lecionadas de física do 9ºano (outubro de 2021)	66
Anexo 9: Plano da aula supervisionada de física de 11ºano	68
Anexo 10: Ficha de trabalho da aula supervisionada de física de 11ºano	70
Anexo 11: Plano da aula supervisionada da química de 11ºano	71
Anexo 12: Ficha de trabalho da aula supervisionada de química de 11ºano	74

Anexo 13: Cartaz do *peddy-paper* realizado em conjunto com o núcleo de estágio de educação física

76

Lista de Figuras

Figura 1 - Escola Secundária Quinta das Palmeiras.

Figura 2 – Habilitações literárias dos pais dos alunos da turma do 11^ºD.

Figura 3 - Habilitações literárias das mães dos alunos da turma do 11^ºD.

Figura 4 - Fotografia tirada quando se observava a Lua através de um telescópio.

Figura 5 - Lançamento de um foguetão no *Water Rocket Challenge*.

Figura 6 - Aparato da experiência de Rutherford.

Figura 7 - Conclusão de Rutherford. As partículas alfa ao aproximarem-se do núcleo sofrem repulsão e, conseqüentemente, são desviadas.

Figura 8 - Energia de ligação por nucleão em função do número de nucleões.

Figura 9 - Gráfico de Segrè que representa o número atómico em função do número de neutrões.

Figura 10 - Poder de penetração dos vários tipos de radiação.

Figura 11 - Reação em cadeia de núcleos de urânio.

Figura 12 - Reações de fusão nuclear que ocorrem nas estrelas.

Figura 13 - Gráfico da lei do decaimento radioativo, relacionando a atividade com o tempo de meia vida.

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Distribuição dos alunos nos anos de escolaridade lecionados na Escola Secundária Quinta das Palmeiras.

Tabela 2 – Distribuição dos recursos humanos.

Tabela 3 – Habilitações dos pais dos alunos da turma 9ºE.

Tabela 4 – Algumas propriedades dos constituintes dos átomos.

Lista de Acrónimos

UBI	Universidade da Beira Interior
FQ	Físico-Química
FN	Física Nuclear
GEFQ	Grupo de Estágio de Físico-Química

Capítulo 1: Intervenção Pedagógica

1. Introdução

“Hoje, na viragem do século, vivemos uma época em que as mudanças científicas, tecnológicas, económicas, políticas e, principalmente, sociais, trazem à Escola uma responsabilidade acrescida na definição do seu papel e formas de atuação. Hoje, todos sentimos que estamos numa sociedade em constante mudança e que esta se faz a um ritmo vertiginoso” [1].

Como refere o autor citado, vivemos numa sociedade em constante mudança, que se transforma cada vez mais rapidamente. Assim, cabe à escola ser o transmissor e educador de saberes, valores e competências necessários para que os jovens sejam capazes de enfrentar os novos desafios da sociedade.

“Torna-se, assim, necessário desenvolver nos jovens capacidades como o pensamento crítico, o aprender a aprender, a decisão, a compreensão do real e do ideal na sua relação com o ideal, o saber trabalhar em operação, em rede, em sistema, o ser capaz de conviver com os outros sem deixar de se ser quem é” [1].

Para que os jovens adquiram estas capacidades, que segundo o autor são essenciais para enfrentarem esta sociedade em constante mudança, é fundamental que haja e, essencialmente, que se formem professores capazes de transmitir estes conhecimentos. Os professores são um pilar fundamental de qualquer sociedade.

“Assim, a principal função do professor já não é dar o programa todo, mas é a de interpretar, gerir e adaptar o currículo às características e necessidades dos seus alunos, criando contextos de aprendizagem tão fecundos quanto possível. O professor não se pode limitar a seguir o livro de texto, mas tem de usar materiais diversificados e estimular os alunos a consultar diversas fontes de informação” [1].

Nesta sociedade em constante evolução, não são apenas os alunos que se têm de adaptar; também os professores se têm de adaptar e é este um dos desafios dos docentes na atualidade: conseguir arranjar maneiras diferentes e criativas de transmitir o conhecimento aos alunos. Para tal, é essencial apostar na formação e sensibilização dos mesmos, através dos mestrados de ensino.

Este relatório de estágio tem como objetivo descrever o trabalho desenvolvido durante o estágio pedagógico, no âmbito do mestrado de Ensino de Física e Química no 3ºCiclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Universidade da Beira Interior,

durante o ano letivo de 2021/2022 e também desenvolver uma aula investigacional sobre física nuclear, no âmbito dos conteúdos programáticos de física de 12^o ano.

2. Contextualização

2.1. Escola

A Escola Secundária Quinta das Palmeiras, figura 1, foi criada em 1987 numa fase que correspondeu ao alargamento da escolaridade, à massificação do ensino e à consequente necessidade de aumentar as estruturas educativas. Foi construída originalmente com o intuito de albergar cerca de 300 alunos, mas com o aumento da população escolar na zona, a escola tem atualmente cerca de 900 alunos.



Figura 1: Escola Secundária Quinta das Palmeiras

Esta escola tem uma filosofia bem definida, tentando aplicar um “ensino para o sucesso”, em que orienta os alunos para a autoaprendizagem, para a necessidade de rigor, de trabalho, de esforço e empenho, de exigência pessoal, como formas de obter sucesso na vida, num mundo imprevisível e em transformação. Para tal, foram aplicadas estratégias para a avaliação da qualidade do trabalho realizado na escola e pôr em prática as medidas necessárias à sua melhoria, como por exemplo, a criação do Observatório da Qualidade, de modo a conhecer o resultado do esforço investido no âmbito pedagógico.

No âmbito do sucesso académico, realça-se uma elevada taxa de transição de ano e de ciclo com uma taxa global de sucesso no 3^o ciclo de 98,6% e no ensino

secundário de 85,2%, o índice nulo de abandono escolar no 3º ciclo e residual no ensino secundário; a adoção de medidas educativas e operacionais em prol da inclusão.

A Escola Secundária Quinta das Palmeiras foi incluída no primeiro grupo de escolas submetidas a Avaliação Externa no ano de 2006, e obteve como resultados o nível máximo, “Muito Bom”, de classificação de desempenho escolar.

Recentemente, foi construído o Centro Tecnológico em Educação, inaugurado em janeiro de 2010, que constitui uma mais-valia no sentido de impulsionar o sucesso educativo dos alunos, integrando as novas tecnologias com salas de computadores e salas de multimédia.

A escola tem 858 alunos, os quais se distribuem pelos vários anos de escolaridade proporcionados pela escola, de acordo com a tabela 1.

Tabela 1: Distribuição dos alunos nos anos de escolaridade lecionados na Escola Secundária Quinta das Palmeiras.

	Ano de escolaridade						Total
	7º	8º	9º	10º	11º	12º	
Número de turmas	4	5	5	6	6	6	33
Número de alunos	134	134	142	160	137	151	858

A distribuição dos recursos humanos da população escolar pode ser feita de acordo com a tabela 2.

Tabela 2: Distribuição dos recursos humanos

Recursos Humanos							
Pessoal Docente			Pessoal Não Docente			Equipa da Saúde Escolar	
Professores do Quadro de Nomeação Permanente	Professores Contratados	Professores Estagiários	Psicóloga Educacional	Assistentes Técnicos	Assistentes Operacionais	Médico	Enfermeiros
80	6	6	1	8	24	1	2

2.2. Grupo de Físico-Química

O grupo de físico-química é constituído por 13 professores, dos quais 6 são professores do Quadro de Nomeação Permanente, 5 são professores de destacamento e 2 professores estagiários. Um dos professores do Quadro de Nomeação Permanente é o

professor Jesuíno António Moreira Simões, o professor-cooperante responsável por cooperar e orientar o estágio pedagógico dos professores estagiários.

Este grupo disciplinar leciona Físico-Química no 3ºciclo, Física e Química A aos 10º e 11º anos, Química ao 12º ano, Física ao 12º ano e Física ao curso profissional de técnico de multimédia.

2.3. Grupo de estágio

O grupo de estágio de físico-química é constituído por 2 elementos, Diogo Alexandre dos Santos Ferreira e Rosa Maria Geraldês Pinto, ambos alunos do 2º ano do Mestrado de Ensino de Física e Química no 3ºCiclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário.

Os professores estagiários têm como objetivo realizar o estágio pedagógico, com duração correspondente ao ano letivo escolar. O estágio pedagógico consiste em assistir às aulas do professor-cooperante, tirar dúvidas relacionadas com os conteúdos lecionados e com a área pedagógica e lecionar as aulas supervisionadas de 3ºCiclo e Secundário, assistidas pelo professor-cooperante, pelos restantes membros do grupo de estágio e pelos orientadores científicos, que são professores do Mestrado de Ensino de Física e Química no 3ºCiclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Universidade da Beira Interior. Para além disso, também foi possível lecionar algumas aulas de 9ºano apenas assistidas pelo professor-cooperante, permitindo assim aumentar a experiência profissional adquirida.

3. Intervenção

3.1. Área I: organização e gestão do ensino e da aprendizagem

3.1.1. Ensino Básico (3º ciclo)

3.1.1.1. Caracterização da turma 9ºE

A turma do 9ºE é constituída por 28 alunos, 17 raparigas e 11 rapazes, com idades compreendidas entre os 13 e os 14 anos. Todos os alunos vivem no concelho da Covilhã, sendo que 18 alunos vivem na cidade da Covilhã e os restantes 10 vivem em localidades próximas (Tortosendo, Canhoso, Teixoso, Peso e Vales do Rio).

Existem 15 alunos que pertencem ao Ensino Articulado, não estando assim inscritos nas disciplinas de Educação Visual, TIC e Educação Tecnológica. Nenhum

aluno está inscrito na disciplina de Educação Moral e Religiosa. Dos 28 alunos, 16 estão inscritos na disciplina de Francês e os restantes 12 estão inscritos na disciplina de Espanhol.

Relativamente ao percurso escolar dos alunos, nenhum aluno apresenta retenções no seu percurso escolar. Os níveis atribuídos no ano anterior variam entre o 3, 4 e 5 e apenas 3 alunos transitaram com níveis negativos.

Existem apenas 2 alunos beneficiários do apoio ASE, um pertence ao escalão B e o outro ao escalão C.

A maioria dos alunos da turma vivem com os respetivos pais/mães, havendo 3 alunos cujos pais estão separados. Podemos considerar o nível socioeconómico um pouco heterogéneo. A maioria dos pais dos alunos são trabalhadores de serviços bastante diversificados desde Professores, Bancários, Empresários, Dentista, Acupuntor, Psicólogo, Contabilistas, Médicos, Engenheiros, Guardas Prisionais, etc. O nível socioeconómico pode considerar-se médio.

As habilitações literárias dos Pais variam desde o 3º ciclo, licenciatura, mestrado e doutoramento, apresentado na tabela 3.

Tabela 3: Habilitações literárias dos pais dos alunos da turma 9ºE

Escolaridade	Mãe	Pai
9º Ano	1	4
10º Ano	-----	1
12º Ano	5	6
Licenciatura	17	15
Mestrado	3	1
Doutoramento	1	-----

3.1.1.2. Aulas supervisionadas

Para o 9º ano, foram lecionadas 4 aulas (8 blocos de 45 minutos) supervisionadas, 2 aulas na área da física e 2 aulas na área da química. As aulas de física foram assistidas pelo orientador científico, o Professor Dr. Paulo André Paiva Parada e as aulas de química foram assistidas pela orientadora científica, a Professora Dra. Maria de Lurdes Franco Ciríaco.

As primeiras aulas supervisionadas a serem realizadas foram as aulas de física, em fevereiro de 2022 e enquadraram-se, dentro dos conteúdos programáticos do 9ºano, no Capítulo 2, “Eletricidade”, com o subdomínio “Corrente Elétrica e Circuitos

Elétricos”. Antes das aulas, foi preparado um plano da aula teórica, onde foi apresentado o sumário da aula, os objetivos, os conteúdos programáticos a lecionar e simulações digitais a utilizar. Também foi preparada uma ficha de trabalho, com exercícios relacionados com conteúdos lecionados na aula supervisionada e também foi preparado um plano de aula experimental e uma ficha de trabalho laboratorial. Estes elementos foram apresentados ao professor-cooperante para discussão e correção. Além disso, foram também discutidas algumas técnicas e formas de apresentação dos conteúdos e alguns conselhos por parte do professor-cooperante. Os planos de aula, a ficha de trabalho e a ficha laboratorial encontram-se no Anexo 1, 2 e 3, respetivamente.

A primeira aula foi lecionada entre as 10h e as 11:30h de segunda-feira, dia 7 de fevereiro. A aula decorreu com normalidade e naturalidade. Houve uma boa interação entre o professor estagiário e os alunos da turma. No final da aula, houve um feedback positivo por parte dos alunos, especialmente pela simulação digital utilizada para montar circuitos elétricos. Após a aula, foi realizada uma reunião entre o professor estagiário, o professor cooperante, o orientador científico e os restantes membros do grupo de estágio para discutir os aspetos positivos e negativos da aula.

No dia 9 de fevereiro decorreu a outra aula supervisionada de física, lecionada entre as 10h e as 11:30h. Esta foi uma aula experimental, onde a turma foi dividida em grupos de modo a conseguirem manusear o material fornecido para a realização da atividade. A aula decorreu com normalidade e houve muita satisfação por parte dos alunos a realizarem a atividade proposta. Após a realização da aula, o material foi arrumado nos devidos locais e houve uma reunião entre o professor estagiário, o professor cooperante, o orientador científico e os restantes membros do grupo de estágio para discutir os aspetos positivos e negativos da aula.

As aulas supervisionadas de química decorreram em março de 2022 e enquadram-se, dentro dos conteúdos programáticos do 9ºano, no Capítulo 3, “Classificação dos Materiais”, dentro do subdomínio “Estrutura Atómica”. Antes das aulas, foi preparado um plano da aula, onde foi apresentado um sumário da aula, os objetivos, os conteúdos programáticos a lecionar e simulações digitais a utilizar. Também foi preparada uma ficha de trabalho. Estes elementos foram apresentados ao professor-cooperante para discussão e correção. O plano de aula e a ficha de trabalho encontram-se nos Anexo 4 e 5, respetivamente.

A primeira aula foi realizada no dia 21 de março, das 10h às 11:30h. A aula decorreu com normalidade. Os alunos mostraram interesse pelos conteúdos e pela aula, em particular pela simulação digital utilizada. Após a realização da aula, houve uma reunião entre o professor estagiário, o professor cooperante, o orientador científico e os

restantes membros do grupo de estágio para discutir os aspetos positivos e negativos da aula.

A outra aula supervisionada de química ocorreu no dia 23 de março, das 10h às 11:30h. Nesta aula foi realizada e corrigida a ficha de trabalho preparada previamente. Após a realização da aula, houve uma reunião entre o professor estagiário, o professor cooperante, o orientador científico e os restantes membros do grupo de estágio para discutir os aspetos positivos e negativos da aula.

3.1.1.3. Aulas lecionadas

Como já foi referido, foi possível lecionar mais algumas aulas ao 9ºE, para além das aulas supervisionadas, de modo a ser adquirida uma maior experiência profissional e para o professor-cooperante poder fazer uma avaliação formativa.

As primeiras aulas lecionadas foram duas aulas de física, em outubro de 2021, estando englobadas, dentro dos conteúdos programáticos do 9ºano, no Capítulo 1, "Movimentos e Forças", no subdomínio "Forças e Movimentos". Antes de se realizarem as aulas, foram preparados um plano de aula teórico, uma ficha de trabalho e um plano de aula prático, com a respetiva ficha laboratorial. Estes elementos foram apresentados ao professor-cooperante, onde foram sujeitos a discussão e correção. Os planos de aula, a ficha de trabalho e a ficha laboratorial encontram-se no Anexo 6, 7 e 8, respetivamente. Foram também feitas reuniões para a discussão dos conteúdos a ser lecionados.

A primeira aula foi realizada na segunda-feira dia 17 de outubro, das 10h às 11:30h. Após a realização da aula, houve uma reunião entre o professor estagiário, o professor cooperante e os restantes membros do grupo de estágio para discutir os aspetos positivos e negativos da aula.

No dia 19 de outubro, no mesmo horário decorreu a outra aula. Como foi uma aula prática, foi preparado o material a utilizar pelos alunos antes da aula. Após a realização da aula, o material foi arrumado nos devidos locais e houve uma reunião entre o professor estagiário, o professor cooperante e os restantes membros do grupo de estágio para discutir os aspetos positivos e negativos da aula.

Para além destas aulas, como já referido, foram também lecionadas umas aulas de química em maio de 2022. Para estas aulas não foram preparados planos de aula, apenas foram realizadas reuniões com o professor-cooperante para discutir os conteúdos programáticos a lecionar. Todas as aulas foram realizadas em maio e estavam englobadas, dentro dos conteúdos programáticos do 9ºano, no Capítulo 3, "Classificação dos Materiais", nos subdomínios "Propriedades dos Materiais e Tabela

Periódica” e “Ligação Química”. No final das aulas, foi realizada uma reunião entre o professor estagiário, o professor cooperante e os restantes membros do grupo de estágio para discutir os aspetos positivos e negativos da aula.

3.1.2. Ensino Secundário

3.1.2.1. Caracterização da turma 11ºD

A turma do 11ºD é constituída por 29 alunos, com 14 raparigas e 15 rapazes, com idades compreendidas entre os 15 e os 16 anos.

Existem apenas 4 alunos beneficiários do apoio ASE, um pertencente ao escalão B e os restantes ao escalão C.

Acerca do percurso escolar, todos os alunos frequentaram a mesma escola no ano letivo anterior, à exceção de um aluno que veio de uma outra escola.

Relativamente ao enquadramento familiar, a maioria dos alunos habitam com os respetivos pais. As habilitações literárias dos pais e das mães dos alunos é muito variada, podendo ser apresentadas nas seguintes figuras 2 e 3 como gráficos circulares, respetivamente.

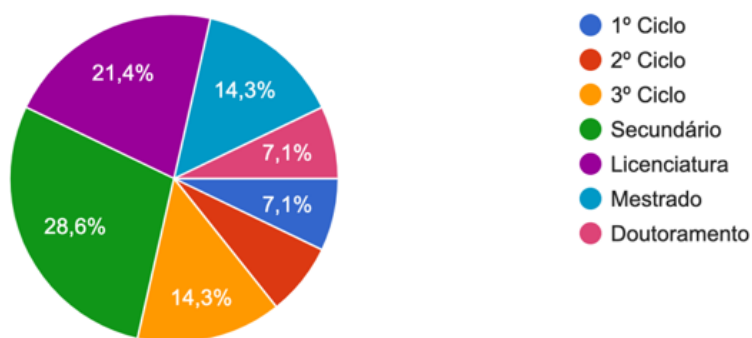


Figura 2: Habilitações literárias dos pais dos alunos da turma do 11ºD.

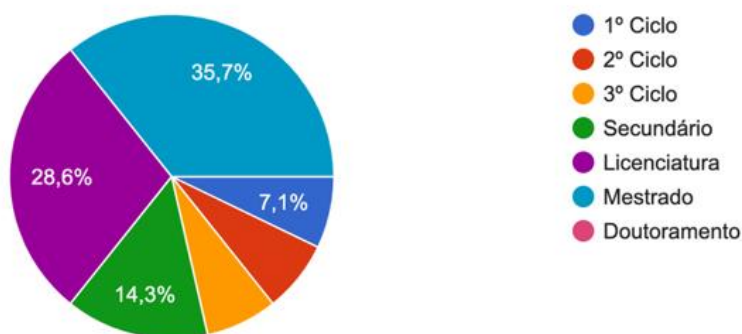


Figura 3: Habilitações literárias das mães dos alunos da turma do 11ºD.

3.1.2.2. Aulas Supervisionadas

As aulas realizadas no 11º D foram apenas aulas supervisionadas, foram lecionadas 2 aulas, 1 aula de física e 1 aula de química (4 blocos de 45 minutos). As aulas de física foram assistidas pelo orientador científico, o Professor Dr. Paulo André Paiva Parada e as aulas de química foram assistidas pela orientadora científica, a Professora Dra. Maria de Lurdes Franco Ciríaco. Para estas aulas foram preparados os respetivos planos de aula e fichas de trabalho, submetidas a discussão e correção ao professor-cooperante. O plano de aula e ficha de trabalho da aula de física encontram-se nos Anexos 9 e 10, respetivamente, e o plano de aula e a ficha de trabalho da aula de química encontram-se nos Anexos 11 e 12, respetivamente.

A primeira aula supervisionada a ser realizada foi a aula de física, na quinta-feira dia 10 de fevereiro, das 8:20h às 9:50h. Esta aula englobou-se, dentro dos conteúdos programáticos do 11ºano, no Capítulo 2, “Ondas e Eletromagnetismo”, no subdomínio “Eletromagnetismo”. Foi cumprido o plano de aula e também foi realizada a ficha de trabalho proposta. Para ajudar a visualizar e a compreender os conteúdos apresentados na aula, foram expostas algumas simulações digitais, que causaram algum interesse por parte dos alunos. No final da aula, houve uma reunião entre o professor estagiário, o professor cooperante, o orientador científico e os restantes membros do grupo de estágio para discutir os aspetos positivos e negativos da aula.

A outra aula supervisionada lecionada ao 11ºano foi a aula de química, realizada quinta-feira dia 31 de março, das 8:20h às 9:50h, englobada, dentro dos conteúdos programáticos do 11ºano, no Capítulo 2, “Reações em Sistemas Aquosos”, no subdomínio “Reações Ácido-Base”. Foi cumprido o plano de aula e realizada a ficha de trabalho proposta. Para ajudar a compreender a matéria, foi apresentada uma simulação digital, que ajudou a resolver alguns exercícios. No final da aula, houve uma reunião entre o professor estagiário, o professor cooperante, o orientador científico e os restantes membros do grupo de estágio para discutir os aspetos positivos e negativos da aula.

3.1.3. Reflexão sobre Área I

É essencial que, no final da leção destas aulas, o professor estagiário reflita sobre o seu desempenho: criatividade, interesse, fluidez no discurso, interação com os alunos, exposição dos conteúdos e clareza.

O meu desempenho ao longo deste ano letivo sofreu nítidos progressos e desenvolvimentos. Nas primeiras aulas lecionadas, em outubro de 2021, o meu

desempenho foi previsivelmente abaixo das expectativas. Por serem as primeiras aulas, o nervosismo e a inexperiência profissional foram muito evidentes, fazendo com que o meu discurso não fosse fluido e provocando também uma gestão do tempo de aula ineficaz. O professor-cooperante, nas reuniões após as aulas, focou estes aspetos e ajudou a melhorar.

Nas aulas supervisionadas de física do 9ºano e do 11ºano, ambas ocorridas em fevereiro de 2022, o meu desempenho melhorou ligeiramente, sendo que considero o meu desempenho foi melhor na aula do 9ºano do que na de 11ºano, devido a não dominar completamente os conteúdos de eletromagnetismo. Em ambas as aulas, o problema do nervosismo e da gestão do tempo foram corrigidas.

Nas aulas supervisionadas de química do 9ºano e do 11ºano, ambas decorridas em março de 2022, o meu desempenho progrediu em relação às aulas supervisionadas de física. Como domino mais os conteúdos de química, foi mais fácil explicar, relacionar e expor esses mesmos conteúdos. Também houve uma melhoria na relação entre o professor e alunos. O mesmo ocorreu com as aulas lecionadas em maio, ao 9ºano.

Este progresso e desenvolvimento pessoal só foi possível graças aos excelentes alunos destas turmas, que mostravam interesse pelas aulas e mantinham uma boa postura e comportamento dentro da sala de aula, e também pelo incrível ambiente escolar.

3.2. Área II: Participação na escola

3.2.1. Atividades de Físico-Química

O grupo de estágio de físico-química, em parceria com o núcleo de estágio de educação física, ajudou a organizar e participou num *peddy-paper*, no âmbito do plano anual de atividades dos núcleos de estágio, cujo cartaz se encontra no Anexo 13. Este *peddy-paper*, realizado no dia 2 de maio, consistiu numa atividade de orientação em contrarrelógio, onde participaram 8 turmas e cerca de 240 alunos. Durante o percurso existiam estações onde os alunos tinham de completar uma tarefa de modo a poderem prosseguir, não podendo terminar a atividade sem completar todas as estações. A participação do grupo de estágio de físico-química centrou-se em duas estações, uma para cada estagiário, onde foram realizadas tarefas dentro da área de físico-química. Em uma das estações, a tarefa consistia em responder a corretamente 7 perguntas, cujas questões eram sobre os conteúdos de física e química do ensino básico. Esta colaboração entre os grupos de estágio teve como objetivo a interdisciplinaridade de

conhecimentos em contexto lúdico e desportivo. No final da atividade, os alunos manifestaram entusiasmo e satisfação.

A um nível mais pessoal, foi realizada a apresentação da aula investigacional de física nuclear à turma do 12^o, apresentada no capítulo 2 deste relatório de estágio. Esta apresentação, realizada no 21 de maio, consistiu na exibição de uma apresentação *powerpoint* sobre os conteúdos programáticos de física nuclear de 12^o ano, uma ficha de trabalho e a apresentação de uma simulação digital, relacionada com os conteúdos de física nuclear.

3.2.2. Intervenção na escola

O grupo de estágio de físico-química participou, no dia 13 de outubro de 2021, numa atividade no âmbito da astronomia, realizada na escola. Esta atividade, apresentada pelo astrónomo Vasco Duarte da empresa Via Láctea, consistiu em observar algumas estrelas e planetas através de telescópios, como apresentado na figura 4, e também compreender a posição das estrelas e das constelações no céu noturno.



Figura 4: Fotografia tirada quando se observava a Lua através de um telescópio.

Dentro da área de física, o grupo de estágio também participou no *Water Rocket challenge*. Esta atividade, realizada na biblioteca municipal em setembro, tinha como objetivo desafiar os alunos de 12^o ano a construir um “foguetão”, utilizando material reciclado, num ambiente de competição, apresentado na figura 5. Utilizando uma garrafa de plástico com um pouco de água no seu interior, inseria-se lentamente ar no interior da mesma. Quando chegava a um determinado nível de pressão no interior da garrafa, o ar comprimido juntamente com a água eram expelidos pelo gargalo da

garrafa, produzindo um efeito de propulsão, elevando a garrafa várias dezenas de metros para o ar. Esta atividade foi uma ótima forma de promover o espírito de equipa, de desenvolver capacidades novas e, ainda, de mostrar o que se pode fazer com material tão comum e ao qual se pode atribuir uma segunda vida.



Figura 5: Lançamento de um foguetão no *Water Rocket Challenge*.

Para comemorar o centenário do nascimento do escritor José Saramago, no âmbito do Plano Nacional de Cinema, no dia 17 de março o grupo de estágio de físico-química ajudou na preparação de uma atividade para esse efeito, realizada pelo professor cooperante, o professor Jesuíno Simões. Esta atividade consistiu em alunos do 12º ano visualizarem o filme "O Homem Duplicado" de Denis Villeneuve baseado na obra homónima de José Saramago. Os alunos tiveram ainda oportunidade de ver uma exposição intitulada "O cinema permite olhar o mundo", que consistia em excertos de vários filmes percorrendo a história do cinema.

O grupo de estágio de físico-química também participou, na categoria de professores acompanhantes, numa visita de estudo ao Centro de Ciência Viva em Estremoz, realizada no dia 19 de abril de 2022. Nesta visita de estudo participaram as várias turmas de 11ºano, no âmbito da disciplina de Biologia e Geologia.

3.2.3. Reflexão sobre Área II

Este ano letivo foi um ano atípico, pois o plano anual de atividades do grupo de físico-química da escola não tinha prevista a realização de nenhuma atividade. Houve, porém, a oportunidade do grupo de estágio participar e ajudar a elaborar atividades

dentro e fora da escola, todas elas enriquecedoras, quer do ponto de vista lúdico, quer profissional.

Durante e após a realização destas atividades, houve um *feedback* positivo por parte dos alunos, mostrando-se interessados e satisfeitos pela participação e realização das mesmas.

De referir que, fomentei os conhecimentos de astronomia com a atividade sobre a observação dos astros, e aprofundi a relação professor/aluno através das interações em campo no contexto do *peddy-paper* e da visita de estudo.

3.3. Área III: Relação com a comunidade

3.3.1. Direção de turma

Apesar de o professor cooperante não ser diretor de turma, o núcleo de estágio de físico-química teve a oportunidade de acompanhar e participar em todas as reuniões do Conselho de Turma das turmas que acompanhou, ou seja, as turmas do 9ºE e do 11ºD, em ambos os semestres.

O grupo de estágio também participou em todas as reuniões de grupo e de departamento, realizadas também em ambos os semestres.

3.3.2. Reflexão sobre Área III

Em relação a esta Área, não tive muita experiência nesta área. A participação nas reuniões do Conselho de Turma foram muito benéficas, pois permitiram adquirir uma perspetiva sobre as responsabilidades dos diretores de turma e a relação entre estes e os professores, encarregados de educação e alunos.

Caso, futuramente, venha a desempenhar este cargo, tenho uma noção mais clara do tipo de documentação a preparar, para acompanhar mais corretamente a turma.

4. Reflexão final

O estágio pedagógico é um processo fundamental para iniciar jovens professores nesta carreira, pois permite conhecer a realidade da profissão, interagir com outros professores e com os alunos e, sobretudo, aprender e melhorar com os erros.

Enquanto futuro professor, aprendi muito com este estágio. Aprendi a comunicar com os alunos, a arranjar métodos e maneiras diferentes de explicar e transmitir conceitos e ao mesmo tempo captar a atenção dos alunos. Assistir às aulas do professor-cooperante também foi muito enriquecedor, pois mostraram um método de ensino diferente de todos os outros que me tinha deparado até então. Também as reuniões antes e após as aulas permitiram corrigir e debater conceitos científicos, sempre de maneira a permitir o meu desenvolvimento científico, quer de física quer de química.

No final do estágio, posso dizer que esta experiência foi muito positiva e que permitiu o meu desenvolvimento pessoal enquanto docente. Mas não posso deixar de lamentar que, apesar do estágio ter sido produtivo, o modelo de estágio em vigor não contribui para uma boa formação profissional. Com este modelo de estágio em vigor, as aulas obrigatórias que um professor estagiário tem de lecionar são as aulas supervisionadas, que corresponde apenas a 4 aulas (8 blocos de 45 minutos). A carga horária de aulas que lecionei ao longo do ano letivo corresponde apenas a 1 semana da carga horária de um docente. Esta quantidade de aulas e de horas não permite adquirir uma experiência profissional suficiente para garantir uma docência competente e eficaz.

5. Bibliografia

[1] Costa, J. A. (1999). O papel da escola na sociedade actual: implicações no ensino das ciências. *Millenium (Revista Do Instituto Superior Politécnico de Viseu)*, 15, 56–62.

Capítulo 2: Investigação e inovação pedagógica

1. Introdução

1.1. Introdução à física nuclear

A física nuclear é um ramo da física relativamente recente, que despertou a curiosidade dos físicos quando em 1911, em Inglaterra, Ernest Rutherford descobriu a existência do núcleo. Até este ponto, não se conhecia de todo a estrutura dos átomos, sabia-se apenas da existência dos eletrões, que tinham sido descobertos por Joseph John Thomson, no final do sec. XIX. Também não se sabia quantos eletrões havia em cada átomo e, apesar de se saber que os átomos eram eletricamente neutros, desconhecia-se o que existia no átomo que contrariasse esta carga negativa dos eletrões. Devido à descoberta dos eletrões, Thomson criou um modelo atómico onde propunha que os eletrões estavam distribuídos através da carga positiva espalhada uniformemente pelo átomo, ficando conhecido como o modelo do “pudim de passas”.

A experiência de Rutherford consistiu em dirigir partículas alfa, que são núcleos de hélio emitidos em decaimentos radioativos, para uma folha muito fina de ouro para verificar se as partículas alfa sofriam algum desvio (figura 6). Verificou-se que algumas destas partículas sofriam desvios fortes, o que era impossível de acordo com o modelo atómico proposto pelo Thomson. Concluiu-se então que para as partículas alfa serem assim desviadas, tinha de haver uma força de repulsão muito intensa, o que só era possível se as cargas positivas estivessem concentradas num ponto central em vez de estarem espalhadas uniformemente pelo átomo. Também verificou que a maior parte das partículas alfa não eram desviadas. Com esta experiência, Rutherford concluiu que existe um núcleo central carregado positivamente, onde também está concentrada quase toda a massa do átomo, e que o raio do núcleo é muito inferior ao raio atómico, pois apenas uma pequena parte das partículas alfa sofre algum desvio, o que significa que a maior parte do átomo é espaço vazio, como demonstrado na figura 7 [3].

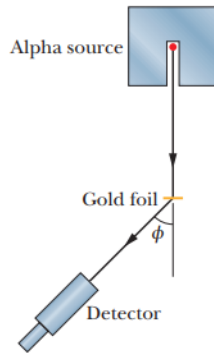


Figura 6: Aparato da experiência de Rutherford [3].

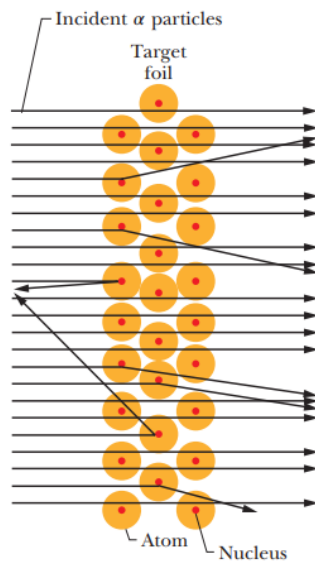


Figura 7: Conclusão de Rutherford. As partículas alfa ao aproximarem-se do núcleo sofrem repulsão e, conseqüentemente, são desviadas, ao contrário das partículas que não se aproximam de um núcleo [3].

Em 1932, James Chadwick descobriu os neutrões, partículas que não têm carga elétrica e provou-se que o núcleo era constituído por prótons e neutrões, com massas semelhantes.

1.2. Propriedades do núcleo

1.2.1. Núcleo e os seus constituintes

Existem várias características das partículas constituintes dos átomos, sendo as mais importantes a carga e a massa, como representadas na tabela 4.

Tabela 4: Algumas propriedades dos constituintes dos átomos

	carga	massa (u)
protões	e	1,007276
neutrões	0	1,008665
eletrões	$-e$	0,000549

Os eletrões apresentam uma carga negativa, cujo valor é,

$$e = 1,6022 \times 10^{-19} \text{C}$$

enquanto os protões apresentam o mesmo valor de carga, mas positiva. Os neutrões não têm carga elétrica. As massas estão expressas em unidades de massa atómica unificada (u), em que,

$$1 u = 1,6605 \times 10^{-27} \text{kg}$$

Por definição, uma unidade de massa atómica unificada é $\frac{1}{12}$ da massa do átomo de carbono-12 no seu estado fundamental.

Os neutrões e protões apresentam uma massa semelhante (a massa dos neutrões é ligeiramente superior à massa dos protões), enquanto os eletrões têm uma massa muito inferior [4].

Destas três partículas, apenas os neutrões e os protões estão no núcleo. Quando são considerados coletivamente são chamados de nucleões. O número de protões, chamado o número atómico, é representado pela letra Z , enquanto o número de neutrões representa-se pela letra N . A soma do número de protões e neutrões, representado pela letra A , chama-se número de massa ou número de nucleões,

$$A = Z + N \tag{1}$$

Um determinado núcleo com valores de Z e N definidos é chamado de nuclideio. Podemos classificar os nuclideios de acordo com os seus valores de Z , N e A ; átomos com o mesmo Z mas com N diferentes chamam-se isótopos. Estes átomos apresentam características químicas semelhantes devido à sua estrutura eletrónica semelhante; átomos com o mesmo N mas com diferentes Z denominam-se isótonos; átomos com o mesmo A e Z chamam-se isóbaros [2].

1.2.2. Raio Nuclear

Como já foi discutido anteriormente, Rutherford verificou que o raio de um núcleo é dezenas de milhares de vezes inferior ao raio atômico. De seguida, tentou-se determinar o raio nuclear através do bombardeamento com um feixe de elétrons muito energético e verificar como o núcleo desvia os elétrons incidentes. Através destas experiências, concluiu-se que era possível aproximar o raio nuclear a partir da seguinte expressão,

$$R = R_0 \times A^{1/3} \quad (2)$$

onde A é o número de massa e R_0 é uma constante, cujo valor é

$$R_0 = 1,2 \text{ fm}$$

Como a escala do núcleo é muito pequena, o valor do raio nuclear é apresentado em femtómetros (fm), também chamado de fermi, que equivale a 10^{-15} m. Pela análise da equação, podemos concluir que o raio nuclear é proporcional à raiz cúbica do número de massa de um átomo.

1.2.3. Densidade Nuclear

O núcleo, assim como o átomo, não é um objeto sólido com uma superfície bem definida. Apesar disso, pode-se imaginar e considerar que o núcleo é uma esfera e calcular a sua densidade, sabendo que o volume de uma esfera é dado pela seguinte expressão,

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad (3)$$

A densidade é dada pela seguinte expressão,

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (4)$$

Considerando estas expressões e ainda (2), podemos obter,

$$\rho = \frac{A \times 1,6605 \times 10^{-27}}{\frac{4}{3} \times \pi \times (R_0 \times A^{1/3})^3} \Leftrightarrow \frac{A \times 1,6605 \times 10^{-27}}{\frac{4}{3} \times \pi \times R_0^3 \times A} = 2,3 \times 10^{17} \text{ kg/m}^3 \quad (5)$$

Como se pode concluir a partir desta análise, todos os núcleos têm aproximadamente a mesma densidade, qualquer que seja o número de massa [2].

1.3. Massa e energia

1.3.1. Equivalência massa-energia

Inicialmente pensava-se que nas reações químicas, a energia e a massa conservavam-se separadamente. Considerando o átomo mais simples de todos, o hidrogénio, constituído por um próton e um eletrão, verifica-se que a massa do átomo é ligeiramente menor do que a massa dos seus constituintes separados. Compreendemos que assim é porque em 1905, Albert Einstein mostrou que existe uma relação entre a massa e a energia, expressa pela seguinte equação,

$$E = mc^2 \quad (6)$$

onde c é a velocidade da luz no vácuo, ou seja, $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$. É conveniente em cálculos da física nuclear apresentar a energia em eletrão-volt (eV), onde

$$1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

A partir deste valor, podemos considerar o valor da velocidade da luz como fator de conversão entre unidades de massa e energia [4],

$$c^2 = 9,3149 \times 10^8 \text{ eV/u} = 931,49 \text{ MeV/u}$$

1.3.2. Ligação nuclear e energia de ligação

Quando ocorre a formação de um núcleo, há uma diminuição significativa de massa a que corresponde uma diminuição de energia. Isto significa que o núcleo de um átomo tem menos energia que os seus constituintes separados. A esta diferença de energia chama-se energia de ligação nuclear e é a energia necessária para separar os nucleões de um núcleo. A energia de ligação nuclear, simbolizada por B , é assim dada pela seguinte equação [1],

$$B = (Zm_p + Nm_n - m({}_Z^AX))c^2 \quad (7)$$

onde $m({}_Z^AX)$ representa a massa no núcleo com número atómico Z e número de massa A .

Esta é normalmente calculada com a expressão modificada,

$$B = (Zm_H + Nm_n - M({}^A_ZX))c^2 \quad (8)$$

onde m_H é a massa do átomo de hidrogénio e $M({}^A_ZX)$ é a massa do átomo.

Apesar de não se conseguir separar o núcleo desta maneira, a energia de ligação nuclear é uma boa maneira de se saber o quão bem ligados estão os nucleões. Uma outra maneira de se analisar e compreender esta ligação é calcular a energia de ligação por nucleão, que pode ser calculada dividindo a energia de ligação nuclear pelo número de nucleões, $\frac{B}{A}$. Quanto maior for a energia de ligação por nucleão, maior vai ser a ligação dos nucleões. Na figura 8 pode-se ver como varia a energia de ligação por nucleão com o aumento do número de nucleões e consequentemente como varia a estabilidade do núcleo.

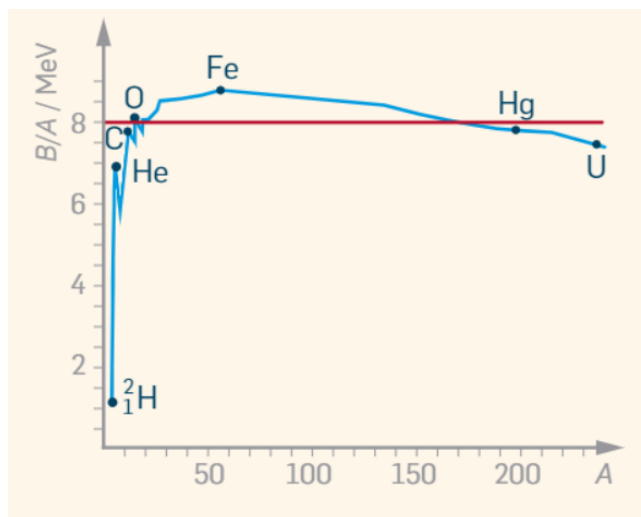


Figura 8: Energia de ligação por nucleão em função do número de nucleões [1].

Observando o gráfico da figura 8, conseguem-se tirar as seguintes conclusões: com um número de nucleões entre 1 e 20, o valor da energia de ligação por nucleão aumenta rapidamente, mas com algumas flutuações notáveis. Estes núcleos não têm os nucleões fortemente ligados, sendo preciso uma energia relativamente baixa para os separar; com um número de nucleões entre 20 e 60, o valor da energia de ligação por nucleão aumenta lentamente, até se atingir um valor máximo de 8,8 MeV. Estes núcleos são os mais estáveis, por terem os seus nucleões fortemente ligados entre si; com um número de nucleões superior a 60, o valor da energia de ligação por nucleão diminui lentamente.

Estas observações vão ter consequências profundas. Os núcleos que têm um número de nucleões elevado (lado direito do gráfico da figura 8), que não são os núcleos mais estáveis, podiam separar-se, formando-se assim, núcleos com um número de nucleões menor, sendo assim mais estáveis. Este processo, chamado de fissão nuclear, ocorre naturalmente com núcleos muito grandes, como por exemplo o núcleo de urânio. O oposto também pode ocorrer; núcleos que têm um baixo número de nucleões, podem unir-se para formarem núcleos com um número maior de nucleões, sendo assim mais estáveis. Este processo, chamado de fusão nuclear, também ocorre naturalmente com núcleos pequenos. Pode-se observar a fusão nuclear em estrelas como o Sol, que fundem átomos de hidrogénio em hélio, com a consequente libertação de energia [3].

1.3.3. Estabilidade nuclear

Nem todas as combinações de prótons e neutrões produzem núcleos estáveis. Algumas dessas combinações produzem núcleos instáveis que, de maneira a estabilizarem, sofrem decaimento, emitindo partículas. Este processo é chamado de decaimento radioativo. Os núcleos podem ser assinalados por pontos num gráfico, chamado diagrama de Segrè, em homenagem ao seu inventor, como representado na figura 9, onde o eixo das ordenadas representa o número atómico e o eixo das abcissas representa o número de neutrões.

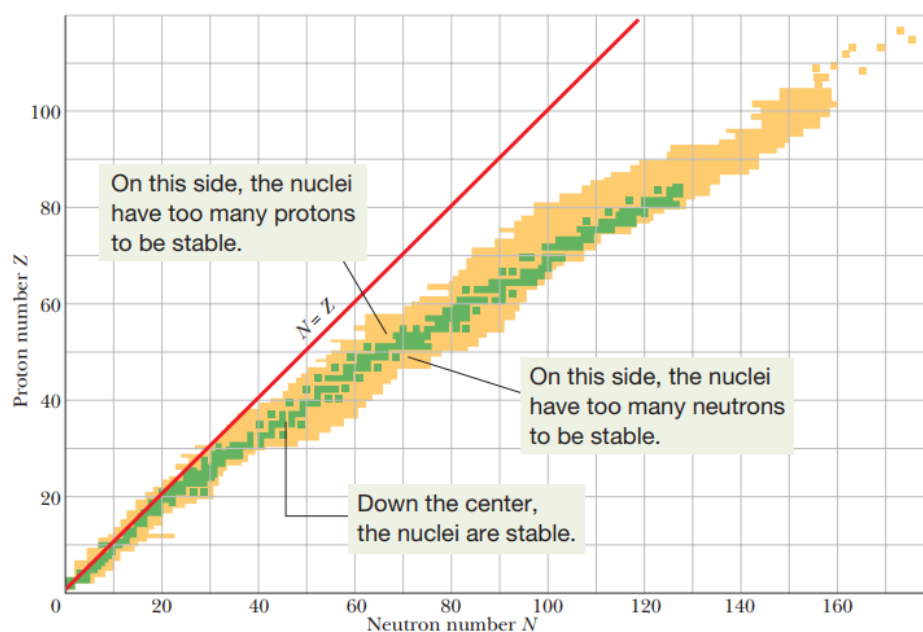


Figura 9: Diagrama de Segrè, que representa o número atómico em função do número de neutrões [3].

Os pontos do diagrama de Segrè que representam núcleos estáveis estão contidos numa região muito pequena, que no caso da figura 9 correspondem aos pontos verdes, enquanto que os pontos amarelos correspondem a radionuclídeos, que são instáveis. A região onde estão contidos os núcleos estáveis, que forma uma linha, chamada linha da estabilidade, corresponde à região onde os núcleos são mais estáveis. Qualquer núcleo que esteja acima ou abaixo da linha da estabilidade é instável.

Para números atômicos pequenos, a linha de estabilidade coincide com o número de prótons aproximadamente igual ao número de nêutrons, $N \approx Z$, sendo por isso muito estáveis. A razão N/Z aumenta à medida que aumenta o número atômico, aproximando-se de um número de nêutrons 50% superior ao número de prótons, para números de massa muito elevados, tornando estes núcleos menos estáveis. Este crescente aumento de instabilidade é causado pela interação repulsiva entre os prótons; quanto maior é o número atômico, maior é o número de prótons; com este aumento de prótons, aumenta a repulsão elétrica entre estas partículas, o que provoca a instabilidade do núcleo; para colmatar esta repulsão, aumenta o número de nêutrons em relação ao número de prótons. Por sua vez, a força nuclear forte, que mantém os constituintes do núcleo unidos, não aumenta. A linha da estabilidade termina quando o número atômico é superior a 83 e o número de nêutrons superior a 126, correspondente ao átomo de bismuto (^{209}Bi). Qualquer núcleo mais pesado é instável [5] [2].

1.4. Radioatividade e decaimentos radioativos

Como já foi referido anteriormente, o decaimento radioativo é o processo no qual um núcleo pesado e instável, chamado de núcleo-mãe, transforma-se em núcleos mais leves, chamados de núcleos-filho, processo que só termina quando são formados núcleos estáveis.

O estudo da radioatividade começou em 1896 quando Henry Becquerel descobriu uma radiação proveniente do urânio que era parecida com os raios X. Após esta descoberta, vários cientistas como a Marie e Pierre Curie e Ernest Rutherford dedicaram-se a estudar e a compreender esta nova radiação e concluíram que era constituída por partículas diferentes, classificando os decaimentos radioativos em 3 tipos, de acordo com a sua constituição e poder de penetração: alfa, beta e gama [2].

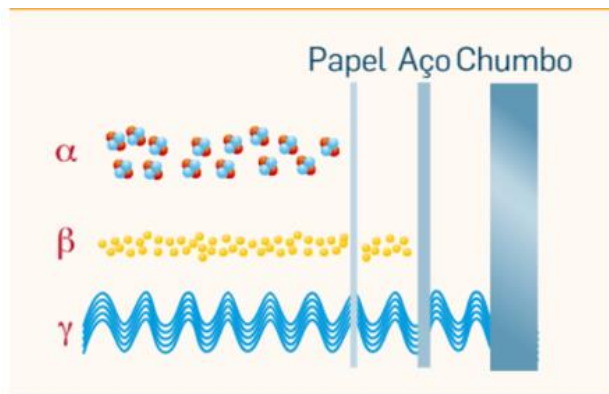
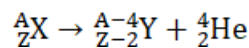


Figura 10: Poder de penetração dos vários tipos de radiação [1].

1.4.1. Decaimento alfa

Um decaimento radioativo alfa é aquele onde é emitido uma partícula alfa, de acordo com a seguinte equação,



onde X é o núcleo-mãe e Y é o núcleo-filho. Uma partícula alfa é um núcleo de hélio, ${}^4_2\text{He}$, com um número de massa 4 (2 prótons e 2 nêutrons). Quando um núcleo emite uma partícula alfa, o seu A e Z diminuem de maneira que haja conservação do número e tipo de nucleões (A diminui 4 unidades e Z diminui 2 unidades), fazendo com que o produto do decaimento se aproxime da linha da estabilidade do diagrama de Segrè.

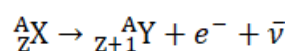
A partícula alfa é uma partícula muito estável, que pode ser emitida espontaneamente, com a consequente libertação de energia, de acordo com a equivalência massa-energia [4].

A radiação alfa tem uma elevada capacidade de ionização da matéria, mas apresenta um fraco poder de penetração, não conseguindo atravessar uma folha de papel, como indicado na figura 10.

1.4.2. Decaimento beta

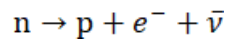
O decaimento beta ocorre com núcleos demasiado ricos em nêutrons ou prótons, e pode ser dividido em 3 tipos: β^- , β^+ , e captura eletrônica.

Um decaimento β^- ocorre quando são emitidos uma partícula β^- e um antineutrino, de acordo com a seguinte equação,



onde X é o núcleo-mãe, Y é o núcleo-filho, e^- é a partícula β^- , um elétron, e $\bar{\nu}$ é um antineutrino.

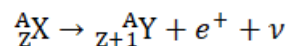
Este tipo de decaimento ocorre quando a razão entre o número de neutrões e o número de prótons é muito grande, isto é, um núcleo acima da zona de estabilidade do gráfico de Sagrè. A partícula β^- é um elétron e^- , quando é emitida, o número atômico do núcleo aumenta 1 unidade, pois na realidade neste processo um neutrão transforma-se num próton, de acordo com a seguinte reação,



Outra partícula resultante deste decaimento é o antineutrino, que é a antipartícula do neutrino. Tanto o neutrino como o antineutrino possuem carga nula e uma massa extremamente reduzida, e não produzem nenhum efeito observável quando atravessam a matéria [2].

A radiação β^- apresenta um maior poder de penetração, em relação à radiação α , mas tem um menor poder ionizante, como demonstrado na figura 10.

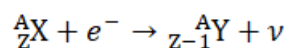
Um decaimento β^+ ocorre quando são emitidos um positrão e um neutrino, de acordo com a seguinte equação,



onde X é o núcleo-mãe, Y é o núcleo-filho, e^+ é o positrão e ν é o neutrino.

Este decaimento ocorre em núcleos abaixo da zona de estabilidade, onde a razão entre o número de neutrões e o número de prótons é reduzida. Uma das partículas resultantes é o positrão, que é a antipartícula do elétron. Esta partícula tem a mesma massa que o elétron, porém tem carga contrária ao elétron. O positrão é um exemplo de antimatéria, cuja existência foi prevista teoricamente pelo Paul Dirac em 1928, quatro anos antes de serem descobertas experimentalmente por Carl Anderson [4].

Por fim, o processo de captura eletrónica ocorre quando um elétron combina com um próton nuclear, formando um neutrão e emitindo um neutrino, de acordo com a seguinte equação,



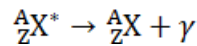
onde X é o núcleo-mãe, Y é o núcleo-filho, e^- é o elétron e ν é o neutrino.

Para ocorrer este tipo de decaimento, o elétron capturado é normalmente da orbital atômica mais interior, chamada de camada K [4].

1.4.3. Decaimento gama

Um núcleo apresenta vários níveis de energia, inclusive um estado fundamental de menor energia e vários estados excitados. Quando um núcleo atinge um estado

excitado, que pode ocorrer quando o núcleo colide com partículas muito energéticas, pode decair para o seu estado fundamental, emitindo um fóton de raios gama, de acordo com a seguinte equação,



onde X^* é o núcleo-mãe no estado excitado, X é o núcleo-filho no estado fundamental e γ é o fóton emitido [2].

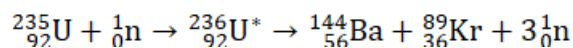
A radiação gama é a que tem um maior poder penetrante, como demonstrado na figura 10, no entanto apresenta um baixo poder ionizante.

1.5. Fissão nuclear

A fissão nuclear é um processo de decaimento no qual um núcleo instável dissocia-se em dois fragmentos de massas mais ou menos semelhantes. Poucos anos depois de ter sido descoberto o neutrão, Enrico Fermi nos anos 30 do sec. XX, verificou que quando alguns elementos químicos eram bombardeados por neutrões eram produzidos novos elementos radioativos. Fermi mostrou assim que bombardear o átomo com neutrões era uma maneira eficaz de afetar o núcleo por não terem carga, ao contrário das partículas alfa ou dos prótons.

A partir deste conhecimento, Otto Hahn e Fritz Strassmann bombardearam átomos de urânio-235 com neutrões e verificaram que a radiação resultante não coincidia com nenhuma conhecida, descobrindo assim um isótopo radioativo do bário. Otto Hahn e Fritz Strassmann concluíram, a partir dos resultados, que os núcleos de urânio-235 eram divididos em dois fragmentos com massas elevadas, chamados de fragmentos da fissão, com uma consequente libertação de energia, descobrindo assim o processo da fissão nuclear [2].

Uma reação de fissão do urânio-235 é dada pela seguinte equação,



Como se pode observar, quando um neutrão reage com um núcleo de urânio-235, o primeiro é absorvido pelo segundo, produzindo um núcleo de urânio-236 no estado excitado. De acordo com o modelo da gota, modelo que permite um entendimento da fissão nuclear, os prótons e neutrões do núcleo no estado excitado começam a sofrer forças repulsivas e atrativas, provocando uma oscilação do núcleo, o que provoca uma diminuição da força nuclear forte entre estes, levando a que o núcleo se divida em dois outros núcleos, com a consequente libertação de neutrões e de energia [3].

Estes neutrões libertados pela reação de fissão de um núcleo de urânio podem desencadear outras fissões noutros núcleos de urânio próximos, de acordo com a figura 11. A este processo chama-se reação em cadeia. A reação em cadeia pode acontecer de maneira lenta e controlada, utilizada em reatores nucleares nas centrais nucleares, ou pode acontecer de maneira espontânea e explosiva, utilizada nas bombas atômicas. A fissão em cadeia liberta uma enorme quantidade de energia [2].

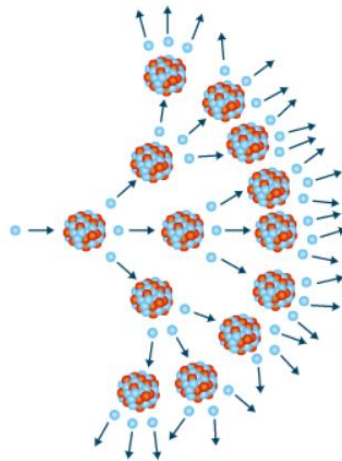


Figura 11: Reação em cadeia de núcleos de urânio [1].

1.6. Fusão nuclear

A fusão nuclear é um processo em que dois ou mais núcleos pequenos se fundem, formando um núcleo maior, sendo apenas possível ocorrer fusão com núcleos com um número de massa até 60. Este processo apresenta vantagens comparando com a fissão nuclear, praticada nas centrais nucleares: existem em maior abundância núcleos que podem sofrer fusão em relação ao número de núcleos que podem sofrer fissão, o processo de fusão é mais energético do que o processo de fissão e não há a produção de resíduos radioativos, sendo assim uma fonte de energia mais limpa. No entanto existe uma dificuldade técnica: para que dois núcleos sofram fusão, estes têm de se aproximar, de maneira a ficarem dentro do alcance das forças nucleares. Para tal têm de superar as forças de repulsão entre os prótons, sendo assim preciso uma quantidade elevada de energia. Para que estas condições ocorram é preciso uma temperatura extremamente elevada, sendo por isso muito difícil produzir um reator de fusão nuclear capaz de produzir energia na Terra [2].

Apesar de ser muito difícil ocorrer a fusão nuclear na Terra, existem sítios no Universo onde este processo ocorre. Dentro das estrelas, incluindo o Sol, ocorre a

produção de energia através da fusão de átomos de hidrogénio, num processo chamado de cadeia prótão-prótão, produzindo átomos de hélio, de acordo com a figura 12.

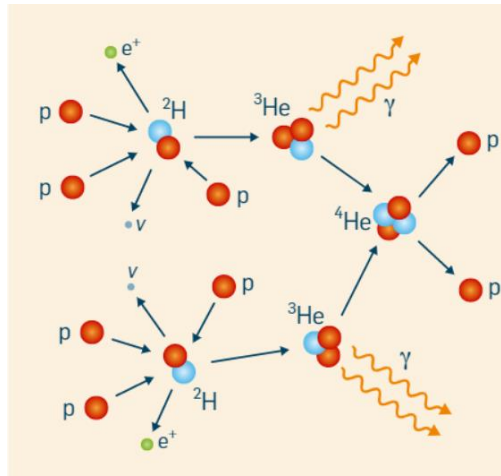
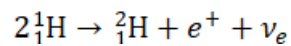
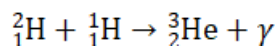


Figura 12: Reações de fusão nuclear que ocorrem nas estrelas [1].

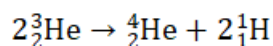
A cadeia prótão-prótão começa com dois prótões a fundiram-se, originado um deutério e emitindo um positrão e um neutrino do eletrão,



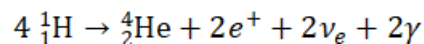
De seguida o deutério colide com outro prótão, produzindo-se hélio-3 com a emissão de raios gama,



Por fim, dois núcleos de hélio-3 colidem produzindo hélio-4, sendo libertados dois prótões,



A reação global deste processo pode ser resumida na seguinte reação,



Diversos processos de fusão podem ocorrer nas estrelas, de maneira a serem produzidos elementos mais pesados que são libertados pelo universo quando o tempo de vida da estrela acaba e esta explode numa supernova.

1.7. Decaimento radioativo

O decaimento radioativo é um processo espontâneo, isto é, é impossível dizer com certeza qual vai ser o momento exato em que um núcleo vai sofrer o processo de decaimento. Matematicamente, o decaimento radioativo é descrito em termos de probabilidades.

Seja $N(t)$ o número de núcleos radioativos de uma amostra num determinado instante t . O número de decaimentos por intervalo de tempo vai ser a taxa instantânea de variação de $N(t)$ por unidade de tempo. Esta variação chama-se de atividade da amostra, e pode ser calculada pela seguinte expressão,

$$A = -\frac{dN(t)}{dt} \quad (9)$$

Quanto maior for o número de núcleos da amostra, maior é o número de núcleos que decaem num determinado intervalo de tempo.

Pode-se então dizer que a atividade de uma amostra é diretamente proporcional ao número de núcleos,

$$-\frac{dN(t)}{dt} = \lambda N \quad (10)$$

onde λ é a constante de decaimento e representa a probabilidade de decaimento por unidade de tempo, por isso apresenta valores diferentes para núcleos diferentes. Quanto maior for a constante de decaimento, mais rapidamente irá ocorrer o decaimento. A unidade SI desta constante é o inverso do segundo, s^{-1} .

Para calcular o número de núcleos em função do tempo é preciso integrar a equação (10), originando a expressão da lei do decaimento radioativo, representada na figura 13,

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad (11)$$

onde N_0 é o número de núcleos na amostra no instante inicial, $t=0$.

De acordo com a equação (10), pode-se relacionar a atividade com o número de núcleos numa amostra, logo podemos reformular a equação (11) da seguinte maneira,

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \quad (12)$$

A unidade SI da atividade é o Becquerel, Bq, em honra do cientista com este nome, que corresponde a um decaimento por segundo. Também existe outra unidade

mais antiga, o Curie, Ci, originalmente definida como a atividade de 1 g de ^{226}Ra , que se pode relacionar com a unidade SI da atividade da seguinte maneira [3],

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

Existem duas maneiras de quantificar o tempo que demora a um certo núcleo radioativo até decair. A primeira é o tempo de meia-vida que corresponde ao tempo necessário para que o número de núcleos radioativos de uma amostra se reduza a metade do número inicial. Para obter a relação entre a meia-vida e a constante de decaimento, usamos a equação (12) sabendo que $\frac{N(t)}{N_0} = \frac{1}{2}$ e $t = T_{1/2}$, de maneira a obter-se a seguinte expressão,

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda} \quad (13)$$

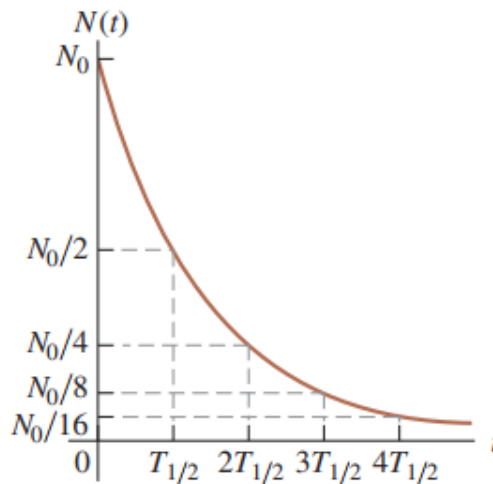


Figura 13: gráfico da lei do decaimento radioativo, relacionando a atividade com o tempo de meia vida [2].

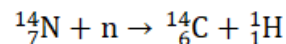
Outra maneira de quantificar é calculando o tempo médio de vida dos núcleos da amostra, que se relaciona com o tempo de meia-vida, originando a seguinte expressão [2],

$$T_{med} = \frac{1}{\lambda} = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} \quad (14)$$

1.8. Aplicações da física nuclear

Atualmente existem muitas aplicações da física nuclear no cotidiano. Uma das aplicações, já referida anteriormente, utiliza a fissão em cadeia para fabricar energia elétrica utilizando um reator nuclear nas centrais nucleares. Por outro lado, utilizando o mesmo princípio, conseguem-se construir bombas atômicas.

Uma das aplicações mais conhecidas, utilizadas na arqueologia, é a datação de fósseis utilizando o carbono-14. O carbono-14 é um isótopo radioativo do carbono, formado através da interação de neutrões com o azoto atmosférico, de acordo com a reação,



Estes neutrões têm origem na colisão de raios cósmicos com as moléculas da atmosfera. Como a intensidade dos raios cósmicos é aproximadamente constante, a concentração de carbono-14 na atmosfera em relação ao carbono-12 é constante, cerca de 1 parte em 10^{12} . Ambos os isótopos encontram-se nos seres vivos nas mesmas proporções das que se encontram na atmosfera, mas quando o ser vivo morre, deixa de haver reposição de carbono-14. Com o tempo, o carbono-14 sofre decaimento β , decaindo para ${}^{14}_7\text{N}$, com um tempo de meia-vida de 5730 anos. Medindo a atividade de uma massa conhecida de carbono, consegue-se determinar a idade da amostra [4].

Um outro exemplo é o contador Geiger. É constituído por um tubo metálico, contendo um gás nobre a baixa pressão e um fio metálico fino no seu interior. O tubo exterior e o fio central são as armaduras de um condensador entre os quais se estabelece uma diferença de potencial de cerca de 10^3 V. As emissões radioativas ionizam os átomos e moléculas do gás do tubo, formando-se iões positivos, emitindo eletrões. Estes eletrões provocam novas ionizações e o gás torna-se condutor, originando uma corrente elétrica que produz um sinal sonoro [1].

Mais recentemente tem-se aplicado os conhecimentos da física nuclear na medicina, mais concretamente no fabrico de técnicas que permitam fazer um diagnóstico mais rápido e simples. Uma das técnicas é o uso de iodo radioativo em estudos da tiroide. Quase todo o iodo ingerido é armazenado ou eliminado na tiroide. Uma pequena quantidade de iodo-131, isótopo instável, é injetada no paciente e a velocidade de deposição na tiroide fornece informação sobre este órgão. A vantagem de se utilizar este isótopo de iodo é que apresenta um tempo de meia-vida de cerca de 8 dias, não existindo assim perigo de uma exposição prolongada à radiação [2].

2. Metodologia

2.1. Plano de aula

Plano de Aula

Escola: Escola Secundária/ 3 Quinta das Palmeiras

Ano/Turma: 12º ano B

Data:24/05/2022

Duração da aula: 90 min

Domínio: Física moderna

Subdomínio: Núcleos atômicos e radioatividade

Sumário

Energia de ligação nuclear e estabilidade dos núcleos; decaimentos radioativos; reações de fissão e fusão nuclear; lei do decaimento radioativo; efeitos biológicos, aplicações e detetores.

Aprendizagens essenciais

- Investigar, em trabalho de projeto, os núcleos atômicos e a radioatividade (contributos históricos, estabilidade nuclear e energia de ligação, instabilidade nuclear e emissões radioativas, fusão e cisão nucleares, fontes naturais e artificiais, efeitos biológicos e detetores, técnicas de diagnóstico que utilizam marcadores radioativos) e recorrendo às tecnologias digitais, comunicar as conclusões.
- Investigar, numa perspetiva intra e interdisciplinar, os motivos da perigosidade para a saúde pública da acumulação do radão nos edifícios.
- Aplicar, na resolução de problemas, a Lei do Decaimento Radioativo à análise de atividades de amostras em situações do dia a dia (medicina, indústria e investigação científica).

Atividades

- Associar as forças de atração entre nucleões à força nuclear forte, indicando que esta é responsável pela estabilidade do núcleo atômico.
- Associar, através da equivalência entre massa e energia, a energia de ligação do núcleo à diferença de energia entre os nucleões separados e associados para formar o núcleo.
- Interpretar o gráfico da energia de ligação por nucleão com o número de massa.
- Associar a instabilidade de certos núcleos, que se transformam espontaneamente noutros, a decaimentos radioativos.
- Associar a emissão de partículas alfa, beta ou de radiação gama a processos de decaimento radioativo e caracterizar essas emissões.
- Aplicar a conservação da carga total e do número de nucleões numa reação nuclear.
- Interpretar os processos de fusão nuclear e de fissão nuclear, identificando exemplos.

- Interpretar e aplicar a Lei do Decaimento Radioativo, definindo a atividade de uma amostra radioativa e a respetiva unidade SI.
- Identificar fontes de radioatividade, natural ou artificial, efeitos biológicos da radiação e detetores de radioatividade.

Recursos

- Manual escolar

Apresentação de conteúdos: páginas 246 a 262

Questões: página 264

- Ficha de trabalho
- Simulação digital “Fissão nuclear”

Avaliação

- Observação direta dos alunos na aula.
- Participação e empenho nas tarefas propostas.
- Realização e correção da ficha de trabalho

2.2. Recursos e materiais utilizados

2.2.1. Recursos digitais



Descoberta do núcleo

Energia de ligação nuclear

Número de nucleões
—Número-de-massa—
(nº de neutrões + nº de prótons)

$$A = N + Z$$

$\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X$

Número atômico
(nº de prótons)

Nucleão: partícula constituinte do núcleo

$p + e^- \rightarrow \frac{1}{1}H$

- Nesta reação há conservação de carga?
- Nesta reação há conservação de massa?

	carga (C)	massa (kg)	massa (u)
prótons	$1,6022 \times 10^{-19}$	$1,6726 \times 10^{-27}$	1,007276
neutrões	0	$1,6749 \times 10^{-27}$	1,008665
elétrons	$-1,6022 \times 10^{-19}$	$9,1181 \times 10^{-31}$	0,000548

$m_H = 1,6735 \times 10^{-27}$ kg

unidade de massa atômica unificada: uma unidade de massa atômica unificada é 1/12 da massa do átomo de carbono-12 no seu estado fundamental.

$1 u = 1,6605 \times 10^{-27}$ kg

A massa de um átomo de hidrogénio é menor do que a soma das massas do próton e do elétron separadas. A formação de um átomo (mais estável) é acompanhada por um decréscimo da massa.

Esta diferença de massa está relacionada com a equivalência massa-energia de Einstein,

$$E = mc^2$$

$c = 3,00 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

$$\Delta E = \Delta mc^2$$

A unidade da energia não é apresentada na unidade S.I. (joule), mas sim em elétron-volt (eV), onde

$$1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

A unidade da velocidade de luz pode ser apresentada

$$c^2 = 9,3149 \times 10^8 \text{ eV/u} = 931,5 \text{ MeV/u}$$

$$\Delta E = \Delta mc^2$$

Como já vimos, a massa de um núcleo é menor do que a massa dos seus constituintes separados. Logo,

$$\Delta m = Zm_p + Nm_n - \frac{1}{2}M$$

A diferença de energia designa-se por energia de ligação nuclear e simboliza-se por B . É a energia necessária para separar os nucleões de um núcleo ou a energia libertada quando se forma um núcleo.

$$B = (Zm_p + Nm_n - \frac{1}{2}M)c^2$$

Energia de ligação por nucleão

Uma outra maneira de se analisar a energia de ligação nuclear é calcular a energia de ligação por nucleão, que pode ser calculada dividindo a energia de ligação nuclear pelo número de nucleões, B/A .

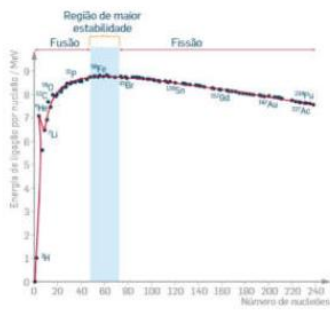
- Quanto maior for a energia de ligação por nucleão, mais fortemente estão os nucleões ligados entre si, tornando o núcleo mais estável.

Estabilidade nuclear

Nem todas as combinações de prótons e neutrões produzem núcleos estáveis. Algumas dessas combinações produzem núcleos instáveis que, de maneira a estabilizarem, sofrem transformação.

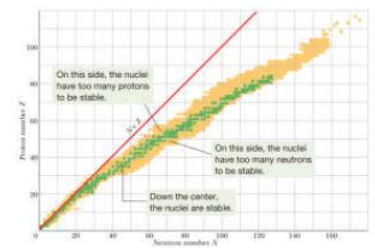
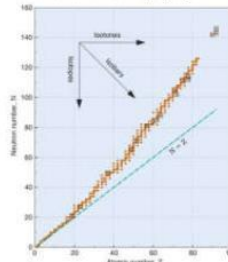
Reações nucleares

- Fusão nuclear:** ocorrem quando núcleos com baixa energia de ligação por nucleão se unem para formar um núcleo com uma energia de ligação por nucleão maior (mais estável), com a libertação de energia.
- Fissão nuclear:** ocorrem quando um núcleo muito pesado (com um grande número de nucleões) se parte para formar núcleos mais leves e estáveis, com a libertação de energia.



• Estabilidade do núcleo depende da **força eletromagnética** e da **força nuclear forte**

Quanto maior é o número atômico, maior é o número de prótons; com este aumento de prótons, aumenta a repulsão entre estas partículas; para colmatar esta repulsão, aumenta o número de nêutrons em relação ao número de prótons. Por sua vez, a força nuclear forte, que mantém os constituintes do núcleo unidos, não aumenta na mesma proporção.



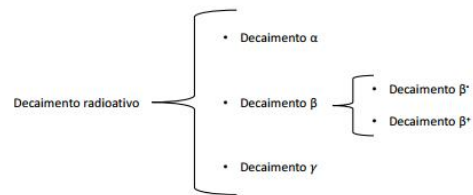
Radioatividade e decaimento radioativo

Certos núcleos instáveis tendem a estabilizar emitindo espontaneamente parte da sua energia na forma de partículas carregadas ou de radiação, originando outros núcleos. Estes núcleos instáveis dizem-se **radioativos**.

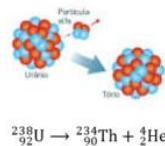
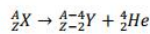
Essa liberação de energia ocorre através do **decaimento radioativo**, no qual um núcleo pesado e instável, chamado de núcleo-mãe, divide-se em núcleos mais leves, chamados de núcleos-filho, que só termina quando são formados núcleos estáveis.



Becquerel e Marie Curie

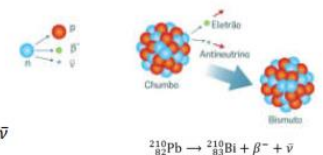
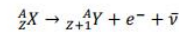


Decaimento α



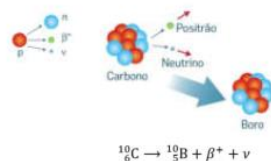
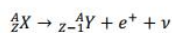
- A partícula alfa é uma partícula muito estável, com um núcleo com os seus constituintes bem ligados uns aos outros e pode ser emitida espontaneamente, com a consequente libertação de energia, de acordo com a equivalência massa-energia.
- Partículas alfa têm um poder de penetração muito baixo.
- Partículas alfa têm um poder ionizante muito alto (radiação que provoca mais dano celular).
- Ligeiramente defletidas por um campo magnético.

Decaimento β⁻



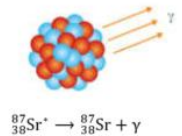
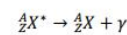
- Ocorre quando a razão entre o número de nêutrons e o número de prótons é muito grande.
- Outra partícula resultante deste decaimento é o antineutrino, que é a antipartícula do neutrino. Tanto o neutrino como o antineutrino possuem carga nula e uma massa muito reduzida, de maneira a não produzirem nenhum efeito observável quando atravessam a matéria.
- Partículas beta têm um poder de penetração maior do que as partículas alfa.
- Têm um poder ionizante menor do que as partículas alfa.
- São fortemente defletidas por um campo magnético.

Decaimento β⁺



- Este decaimento ocorre quando a razão entre o número de nêutrons e o número de prótons é muito pequena.
- Uma das partículas resultantes é o positrão, que é a antipartícula do eletrão. Esta partícula tem a mesma massa que o eletrão, porém tem carga contrária ao eletrão.

Decaimento γ



- Um núcleo apresenta vários níveis de energia, inclusive um estado fundamental de menor energia e vários estados excitados. Quando um núcleo atinge o estado excitado, que ocorre quando o núcleo colide com partículas muito energéticas, pode decair para o seu estado fundamental, emitindo um fóton de raios gama.
- Partículas gama têm um elevado poder de penetração.
- Têm um poder ionizante muito baixo.
- Não são defletidas por um campo magnético.



	Decaimento α	Decaimento β	Decaimento γ
Natureza	Núcleos de hélio (2 prótons e 2 neutrões)	Elétrões	Fótons
Massa	$2m_p + 2m_n = 4u$	$m_e \approx (\frac{1}{1836})u$	-
Carga	$+2e$	$-e$	-
Velocidade	$\approx 2 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$	$\approx 2 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$	$\approx 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Capacidade de penetração relativa	1	≈ 100	1000

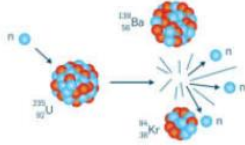
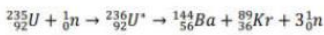
Fissão nuclear

A fissão nuclear é um processo de decaimento no qual um núcleo instável dissocia-se em dois fragmentos de massas mais ou menos semelhantes.



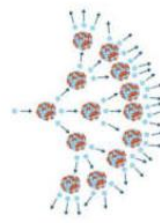
Enrico Fermi, nos anos 30 do sec. XX, quando verificou que quando alguns elementos químicos eram bombardeados por neutrões eram produzidos novos elementos radioativos.

Otto e Fritz bombardearam átomos de urânio-235 com neutrões e verificaram que a radiação resultante não coincidia com nenhuma conhecida, descobrindo assim um isótopo radioativo do bário. Concluiu-se que os núcleos de urânio-235 eram divididos em dois fragmentos com massas elevadas, chamados de fragmentos da fissão, com uma consequente libertação de energia.



Otto Hahn e Lise Meitner

Reação em cadeia



Reação controlada

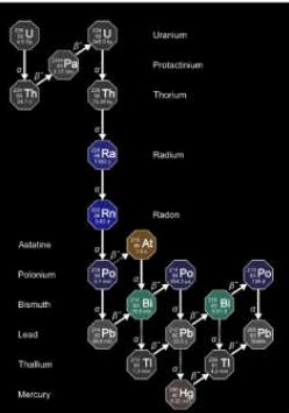
Reação não controlada



Central nuclear



Bomba atômica



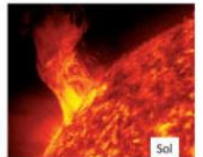
Minas da Urgeirica

Fusão nuclear

A fusão nuclear é um processo em que dois ou mais núcleos pequenos se fundem, formando um núcleo maior.

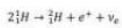
Para que dois núcleos sofram fusão, estes têm de se aproximar, de maneira a ficarem dentro do alcance das forças nucleares. Para tal têm de superar as forças de repulsão entre os prótons, sendo assim preciso uma quantidade elevada de energia. Para que estas condições ocorram é preciso uma temperatura extremamente elevada, sendo por isso muito difícil produzir um reator de fusão nuclear capaz de produzir energia na Terra.

Apesar de ser muito difícil ocorrer a fusão nuclear na Terra, existem sítios no Universo onde este processo ocorre. Dentro das estrelas, incluindo o Sol, ocorre a produção de energia através da fusão de átomos de hidrogénio, num processo chamado de cadeia próton-próton, produzindo átomos de hélio.

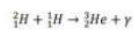


Sol

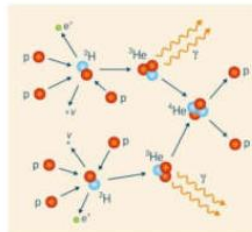
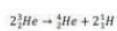
- A cadeia próton-próton começa com dois prótons a fundirem-se, originado um deuterão e emitindo um positrão e um neutrino do eletrão



- De seguida o deuterão colide com outro próton, produzindo-se hélio-3 com a emissão de raios gama



- Por fim, dois núcleos de hélio-3 colidem produzindo hélio-4, sendo libertados dois prótons



Decaimento radioativo

O decaimento radioativo é um processo espontâneo, isto é, é impossível dizer com certeza e exatidão qual vai ser o momento exato em que um núcleo vai sofrer o processo de decaimento. Matematicamente, o decaimento radioativo é descrito em termos de probabilidades.

Seja $N(t)$ o número de núcleos radioativos de uma amostra num determinado instante t . O número de decaimentos por intervalo de tempo vai ser a taxa instantânea de variação de $N(t)$ por unidade de tempo. Esta variação chama-se de atividade da amostra

$$A = -\frac{dN(t)}{dt}$$

Quanto maior for o número de núcleos da amostra, maior é o número de núcleos que decaem num determinado intervalo de tempo.

Pode-se então dizer que a atividade de uma amostra é diretamente proporcional ao número de núcleos

$$-\frac{dN(t)}{dt} = \lambda N$$

Onde λ é a constante de decaimento e representa a probabilidade de decaimento por unidade de tempo. Quanto maior for a constante de decaimento, mais rapidamente irá ocorrer o decaimento. A unidade SI desta constante é o inverso do segundo, s^{-1}



- Lei do decaimento radioativo

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

Como já vimos, pode-se relacionar a atividade com o número de núcleos numa amostra, logo também se pode calcular a atividade em função do tempo

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$$

A unidade SI da atividade é o Becquerel, Bq, que corresponde a um decaimento por segundo.



Também existe outra unidade mais antiga, o Currie, Ci, definida como atividade de 1 g de ^{226}Ra , onde

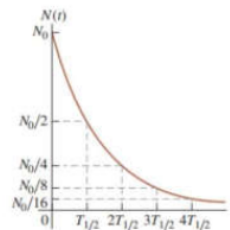
$$1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

Tempo de meia-vida

Existem duas maneiras de medir o tempo que demora a um certo núcleo radioativo até decair.

A primeira é o tempo de meia-vida que corresponde ao tempo necessário para que o número de núcleos radioativos de uma amostra se reduza a metade do número inicial.

$$\left. \begin{aligned} N(t) &= N_0 e^{-\lambda t} \\ \frac{N(t)}{N_0} &= \frac{1}{2} \\ t &= T_{1/2} \end{aligned} \right\} T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$



Radioisótopo	Tempo de meia vida
Polônio-215	$1,8 \times 10^{-8}$ s
Tecnécio-99	6,0 h
Rádão-222	3,8 dias
Iodo-131	8,0 dias
Cobalto-60	5,3 anos
Hidrogênio-3	12,26 anos
Rádio-226	$1,6 \times 10^3$ anos
Carbono-14	$5,73 \times 10^3$ anos
Plutônio-239	$2,4 \times 10^4$ anos
Urânio-235	$4,5 \times 10^9$ anos

Outra maneira de medir é calculando o tempo médio de vida, que se relaciona com o tempo de meia-vida,

$$T_{med} = \frac{1}{\lambda} = \frac{T_{1/2}}{\ln 2}$$

Aplicações

Uma das aplicações mais conhecidas da física nuclear é a datação de fósseis através do carbono-14

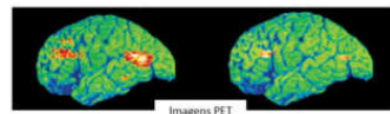
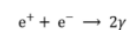
Todos os organismos vivos perdem e absorvem uma pequena quantidade de carbono-14.

Após a sua morte, o carbono-14 já não é substituído, decaindo. Sabendo que o tempo de meia-vida do carbono-14 é de 5730 anos, medindo a atividade de uma quantidade deste radioisótopo pode determinar-se a idade da amostra

Outra aplicação é a Tomografia por Emissão de positrões (PET em inglês), que permite obter imagens de uma certa zona do corpo a partir da deteção de fótons.

São administrados emissores β^+ , com tempos de meia-vida de 2 a 100 minutos.

Os positrões emitidos são aniquilados com eletrões



Imagens PET

2.2.2. Ficha de trabalho

Ficha de trabalho

Física Nuclear

- 1) Calcula a diferença de massa de um átomo de carbono-14, que possui uma massa de 14,00324 u, comparativamente à massa das partículas que o constitui.

Dados:

$$m_p = 1,007277 \text{ u}$$

$$m_n = 1,008665 \text{ u}$$

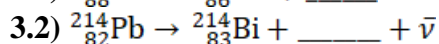
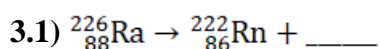
$$m_e = 5,485 \times 10^{-4} \text{ u}$$

- 2) Calcula a energia de ligação do átomo de $^{126}_{52}\text{Te}$.

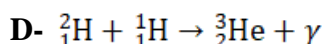
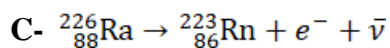
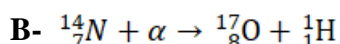
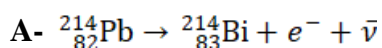
Dados:

$$m(^{126}_{52}\text{Te}) = 125,903322 \text{ u}$$

- 3) Completa corretamente as seguintes equações.



- 4) Selecciona a opção que contém uma reação impossível.



- 5) Escreve as equações de decaimento para os seguintes processos:

5.1) decaimento do radão-222 ($^{222}_{86}\text{Rn}$) por emissão de uma partícula alfa.

5.2) decaimento do iodo-131 ($^{131}_{53}\text{I}$) emitindo uma partícula β^- .

5.3) decaimento do fluor-18 ($^{18}_9\text{F}$) por emissão de uma partícula β^+ .

- 6) Um nuclídeo tem um tempo de meia vida igual a 4h. Ao fim de um dia,

A- A sua atividade apresenta um valor igual a $\frac{1}{2^6}$ do seu valor inicial.

B- A sua atividade apresenta um valor igual a $\frac{1}{6}$ do seu valor inicial.

- C- Já não existem núcleos por decair.
D- O número de núcleos por decair é 6 vezes inferior ao número de núcleos inicial.

7) Um isótopo radioativo desconhecido possui uma constante de decaimento $\lambda = 1,408 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$. Inicialmente existiam $6,8 \times 10^8$ átomos deste isótopo. Calcula:

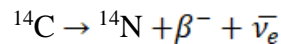
7.1) A atividade inicial da amostra.

7.2) O tempo de semi-vida da amostra.

7.3) A atividade da amostra após 200 s.

8) Calcula a atividade de 1g de ${}^{226}_{88}\text{Ra}$, cuja meia-vida vale 1622 anos.

9) O isótopo radioativo ${}^{14}\text{C}$ é produzido na alta atmosfera em reações nucleares causados por raios cósmicos. O comportamento químico deste isótopo é idêntico ao do comum ${}^{12}\text{C}$. Por exemplo na combinação com o oxigénio para formar CO_2 . Dado que os seres vivos trocam continuamente CO_2 com o ar, resulta que o rácio entre ${}^{14}\text{C}$ e ${}^{12}\text{C}$ nos seres vivos é essencialmente igual ao da atmosfera, que é de $1,3 \times 10^{-12}$. A partir do momento em que o organismo morre, deixa de trocar CO_2 com o ambiente, e a quantidade de ${}^{14}\text{C}$ começa a diminuir devido ao decaimento β :



com um tempo de meia-vida de 5730 anos.

9.1) Qual é a atividade de 1g de carbono num ser vivo?

9.2) De um osso retira-se matéria contendo 1mg de carbono. A atividade desta amostra é de $2,68 \times 10^{-5} \text{ Bq}$. Qual é a idade do osso?

2.2.3. Correção da ficha de trabalho

Correção da ficha de trabalho

Física Nuclear

- 1) $\Delta m = Zm_p + Nm_n + Em_e - \frac{A}{2}M$
 $\Delta m = (6 \times 1,007277) + (8 \times 1,008665) + (6 \times 5,485 \times 10^{-3}) - 14,00324$
 $\Delta m = 0,142652 \text{ u}$
- 2) $B = (Zm_H + Nm_n - \frac{A}{2}M)c^2$
 $B = [(52 \times 1,00784) + (74 \times 1,008665) - 125,903322] \times 931,5$
 $B = 1067,1 \text{ MeV}$
- 3)
 - 3.1) ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$
 - 3.2) ${}^{214}_{82}\text{Pb} \rightarrow {}^{214}_{83}\text{Bi} + e^- + \bar{\nu}$
 - 3.3) ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{236}_{93}\text{Np}$
- 4) C
- 5)
 - 5.1) ${}^{222}_{86}\text{Rn} \rightarrow {}^{218}_{84}\text{Po} + {}^4_2\text{He}$
 - 5.2) ${}^{131}_{53}\text{I} \rightarrow {}^{131}_{54}\text{Xe} + e^- + \bar{\nu}$
 - 5.3) ${}^{18}_9\text{F} \rightarrow {}^{18}_8\text{O} + e^+ + \nu$
- 6) A
- 7)
 - 7.1) $A_0 = \lambda N_0$
 $A_0 = 1,408 \times 10^{-3} \times 6,8 \times 10^8 = 9,6 \times 10^5 \text{ Bq}$
 - 7.2) $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{1,408 \times 10^{-3}} = 492 \text{ s}$
 - 7.3) $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$
 $A(200) = 9,6 \times 10^5 \times e^{-1,408 \times 10^{-3} \times 200} = 7,2 \times 10^5 \text{ Bq}$

8) $A = \lambda N$

$$A = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \times n \times N_A = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \times \frac{m}{M} \times N_A$$

$$A = \frac{\ln 2}{1622 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60} \times \frac{1}{226} \times 6,022 \times 10^{23} = 3,61 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

9)

9.1) $A = \lambda N$

$$A = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \times \frac{m}{M} \times N_A$$

$$A = \frac{\ln 2}{5730 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60} \times \frac{1}{14} \times 1,3 \times 10^{-12} \times 6,022 \times 10^{23} = 0,25 \text{ Bq}$$

9.2) $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

$$t = -\frac{1}{\lambda} \times \ln \left(\frac{A(t)}{A_0} \right)$$

$$t = -\frac{T_{1/2}}{\ln 2} \times \ln \left(\frac{A(t)}{A_0} \right)$$

$$t = -\frac{5730}{\ln 2} \times \ln \frac{2,68 \times 10^{-5}}{0,25 \times 10^{-3}} = 18459,9 \text{ anos}$$

2.3. Simulações digitais

A simulação utilizada na aula de física nuclear, intitulada de “Fissão Nuclear”, é uma simulação criada e disponibilizada pela Universidade do Colorado, que pode ser acessada através do seguinte *link*.

Fissão Nuclear:

<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/nuclearphysics/latest/nuclear-physics.html?simulation=nuclear-fission&locale=pt>

Esta simulação está dividida em 3 partes. A primeira simulação, intitulada de “Fissão Nuclear”, está dividida em três partes. A primeira parte, chamada de “Fissão: um núcleo”, permite visualizar um gráfico da energia de um núcleo de urânio-235 durante uma fissão, após ter sido bombardeado com um neutrão, como apresenta a figura 9.

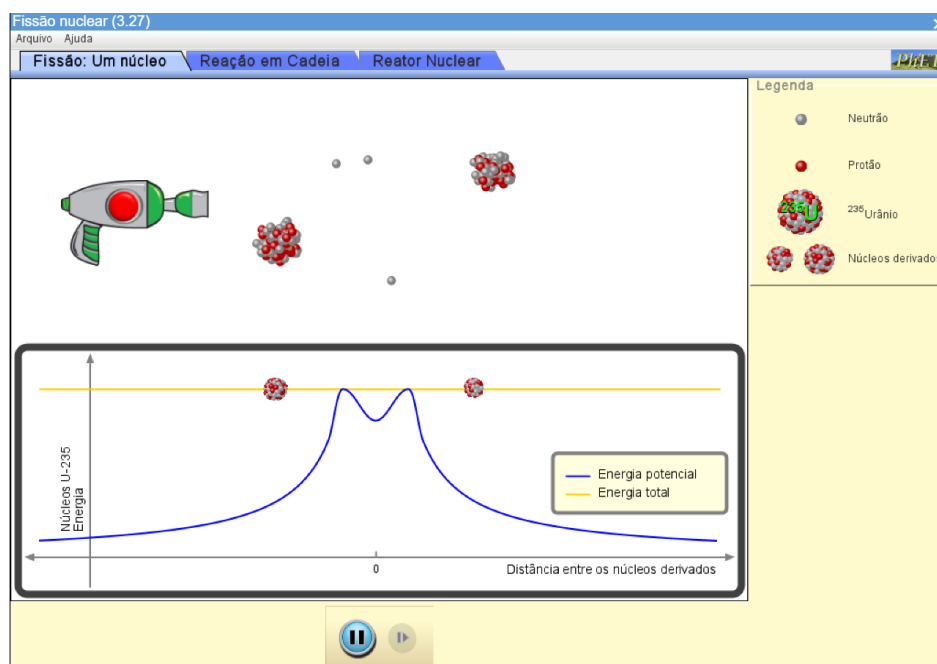


Figura 9: Gráfico da energia durante uma fissão de um núcleo de urânio-235.

A segunda parte da simulação, intitulada de “reação em cadeia”, permite ver uma reação em cadeia com dois núcleos de urânio, o urânio-235 e o urânio-238, como apresentado na figura 10. Na simulação consegue-se manipular a quantidade de núcleos que reagem e o tipo de núcleo. É possível verificar que a reação em cadeia ocorre com núcleos de urânio-235, mas não ocorre com o urânio-238, pois quando um neutrão atinge um núcleo de urânio-238 transforma-se num núcleo de urânio-239, não

ocorrendo nenhuma reação de fissão. Também se consegue verificar que quando se aumenta a quantidade de núcleos de urânio-235, a reação torna-se mais violenta e explosiva.

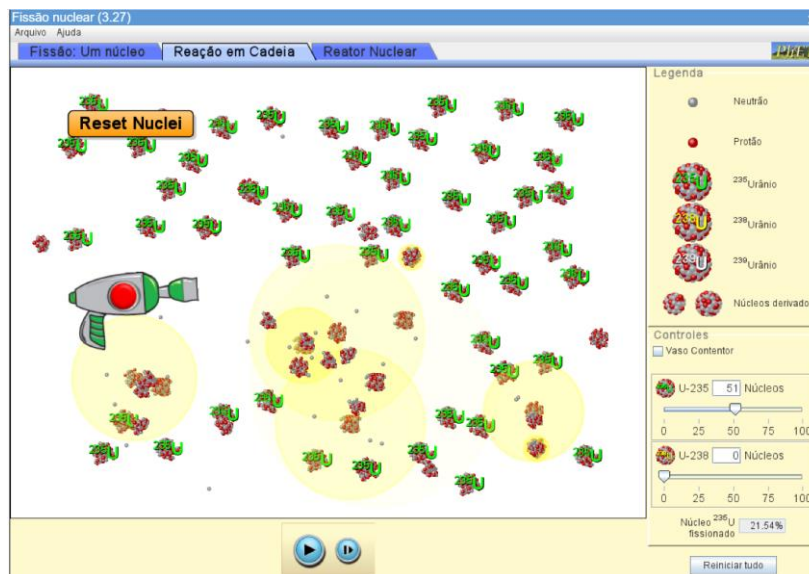


Figura 10: Simulação de uma reação em cadeia com núcleos de urânio-235.

Por fim, a última parte da simulação, chamada de “Reator nuclear”, permite compreender o funcionamento de um reator nuclear, como apresentado na figura 11. A simulação permite manipular a abertura de uns canais por onde passam os neutrões. Quanto maior for a abertura, mais neutrões passam e, conseqüentemente, mais núcleos de urânio-235 vão reagir. A simulação também apresenta um termómetro e um gráfico que indica a quantidade de energia libertada pela fissão dos núcleos de urânio-235, aumentando ambos os parâmetros quanto mais núcleos de urânio-235 reagirem.

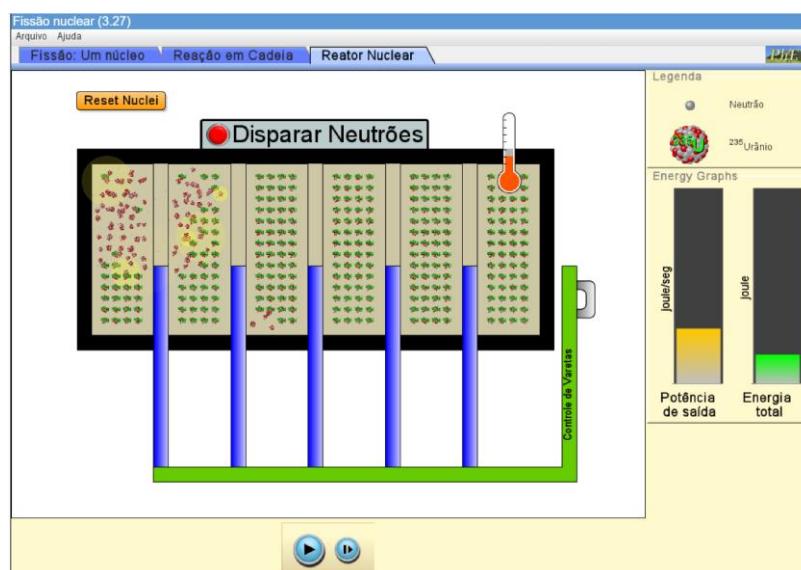


Figura 11: Simulação de um reator nuclear.

3. Discussão e conclusão

Neste trabalho foi preparada uma aula de física nuclear, com uma duração de 90 minutos, onde foram abordados os conceitos programados do capítulo sobre este tema. Foi apresentado uma apresentação *powerpoint*, uma ficha de trabalho para consolidar os conhecimentos adquiridos, e fundamentalmente, foi utilizada uma simulação digital.

Nos últimos anos, as simulações digitais têm assumido um papel muito importante, quer dentro de uma sala de aula, quer no mundo académico. Estas simulações permitem visualizar resultados experimentais ou conceitos teóricos, de maneira simples, rápida e eficaz. São por estas razões que, recentemente, se tem apostado fortemente nesta tecnologia dentro das salas de aula, para que os alunos consigam aprender mais facilmente. A física nuclear não é exceção. Existem atualmente algumas simulações digitais que permitem compreender, estudar e visualizar alguns conceitos da física nuclear.

Atualmente ser professor é um desafio, pois cada vez mais é preciso inventar e reinventar maneiras de ensino que facilitem o processo de aprendizagem e que, ao mesmo tempo, captem a atenção dos alunos. Um desses desafios é incorporar de maneira positiva e construtiva as novas tecnologias dentro da sala de aula.

Na minha opinião, apesar de não ser dada a devida importância a esta área da física, considero que é muito importante lecionar, pois esta área da física ainda tem muito que descobrir e explorar. A física nuclear tem muita potencialidade no futuro próximo, para descobrir e criar novas maneiras de produzir energia de maneira mais ambientalmente limpa e segura e, também, produzir novas maneiras de diagnóstico e tratamento médico, que é uma área onde recentemente tem sido aplicada a física nuclear.

4. Bibliografia

[1] Ventura, G.; Fiolhais, M.; Fiolhais, C.; António Paixão, J.; Nogueira, R.; Portela, C.; “Novo 12F”, Texto Editora.

[2] Young, H. D.; Freedman, R. A.; “Física IV ótica e física moderna”, 2016.

[3] Walker, J.; “Fundamentals of Physics”, 10th edition, Wiley, 2018.

[4] Lilley, J. S.; “Nuclear Physics Principles and Applications”, John Willy and Sons, 2001.

[5] Cherry, S. R.; Sorenson, J. A.; Phelps, M. E.; “Physics in Nuclear Medicine”, 4th edition, Elsevier, 2012.

Anexos

Anexo 1: Planos das aulas supervisionadas de física do 9º ano

Plano de Aula

Escola: Escola secundária/ 3 Quinta das Palmeiras

Ano/Turma: 9º ano E

Duração da aula: 90 min

Data: 07/02/2022

Domínio: Eletricidade

Subdomínio: Corrente elétrica e circuitos elétricos

Sumário

Grandeza corrente elétrica e associações de componentes elétricos em série e em paralelo.

Aprendizagens essenciais

- Planificar e montar circuitos elétricos simples, esquematizando-os.
- Medir grandezas físicas elétricas (tensão elétrica, corrente elétrica, resistência elétrica, potência e energia) recorrendo a aparelhos de medição e usando as unidades apropriadas, verificando como varia a tensão e a corrente elétrica nas associações em série e em paralelo.
- Relacionar correntes elétricas em diversos pontos e tensões elétricas em circuitos simples e avaliar a associação de recetores em série e em paralelo.

Atividades

- Usando a analogia do tráfego automóvel, relacionar a maior ou menor corrente elétrica com o maior ou menor número de eletrões que passam por uma secção de um condutor, por unidade de tempo.
- Definir a corrente elétrica como a grandeza que indica se a corrente é muito ou pouco intensa.
- Referir que a unidade SI da corrente elétrica é o ampere e mencionar os múltiplos e submúltiplos mais utilizados.
- Apresentar o amperímetro como o instrumento de medida da corrente.
- Identificar os vários perigos dos choques elétricos, dependendo da intensidade da corrente.
- Indicar como se associam pilhas em série e qual é o seu objetivo.
- Utilizando a simulação digital “kit de construção de circuitos: DC”, construir e explicar as diferenças entre uma associação em série e em paralelo.
- Referir a forma como se instalam um amperímetro e um voltímetro num circuito.

Recursos

- Manual

Apresentação de conteúdos: páginas 108 a 115

Questões: página 115

- Ficha de trabalho
- Simulação digital “kit de construção de circuitos: DC”

Avaliação

- Observação direta dos alunos na aula.
- Participação e empenho nas tarefas propostas.
- Realização e correção da ficha de trabalho

Plano de Aula

Escola: Escola secundária/ 3 Quinta das Palmeiras

Ano/Turma: 9º ano E

Duração da aula: 45 min

Data: 09/02/2021

Domínio: Eletricidade

Subdomínio: Corrente elétrica e circuitos elétricos

Sumário

Atividade laboratorial: construção de circuitos em série e em paralelo

Aprendizagens essenciais

- Planificar e montar circuitos elétricos simples, esquematizando-os.
- Medir grandezas físicas elétricas (tensão elétrica, corrente elétrica, resistência elétrica, potência e energia) recorrendo a aparelhos de medição e usando as unidades apropriadas, verificando como varia a tensão e a corrente elétrica nas associações em série e em paralelo.
- Relacionar correntes elétricas em diversos pontos e tensões elétricas em circuitos simples e avaliar a associação de recetores em série e em paralelo.

Atividades

- Construir circuitos em série e em paralelo.
- Observar a escala de um amperímetro e relembrar a escala de um voltímetro.
- Registar os valores obtidos pelo amperímetro e voltímetro num circuito em série e em paralelo.
- Observar a diferença da intensidade da luz das lâmpadas, aumentando o número de lâmpadas num circuito em série e em paralelo.

Recursos

- Ficha de trabalho laboratorial

Avaliação

- Observação direta dos alunos na aula.
- Participação e empenho nas tarefas propostas.
- Realização e correção da ficha de trabalho laboratorial.

Anexo 2: Ficha de trabalho das aulas supervisionadas de física do 9ºano

Ficha de trabalho

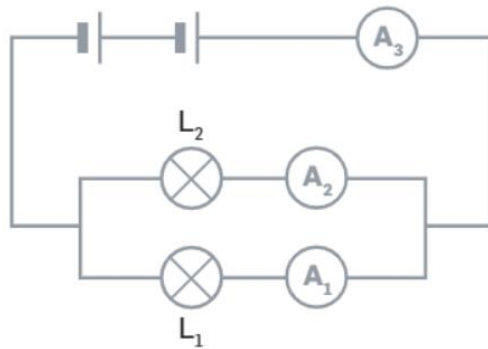
Corrente elétrica e circuitos elétricos

- 1) Selecciona a(s) opção(ões) correta(s).
 - A- A corrente elétrica é menor quanto mais eletrões atravessam a secção reta de um condutor num segundo.
 - B- A unidade SI de corrente elétrica é o volt.
 - C- A grandeza física corrente elétrica representa-se pela letra I e mede-se com um amperímetro.
 - D- A corrente elétrica relaciona-se com o número de eletrões que atravessam a secção de um condutor num segundo.

- 2) Classifica as seguintes afirmações como verdadeiras (V) ou falsas (F), de acordo com a seguinte figura.
 - A- O aparelho tem um alcance de 10 mA na escala seleccionada.
 - B- O aparelho tem um alcance de 50 mA na escala seleccionada.
 - C- O aparelho mede 7 mA, sendo o valor da menor divisão da escala igual a 1 mA.
 - D- O aparelho mede 35 mA, sendo o valor da menor divisão da escala igual a 5 mA.
 - E- O aparelho é um amperímetro e mede a diferença de potencial de uma pilha.
 - F- O aparelho tem de ser instalado em série num circuito elétrico.
 - G- O aparelho mede a corrente elétrica apenas em circuitos elétricos em paralelo.

- 3) Observa o seguinte esquema de um circuito.





3.1) Se o amperímetro A_1 marcar 0,5 A e o amperímetro A_2 marcar 1,5 A, quanto irá marcar o amperímetro A_3 ?

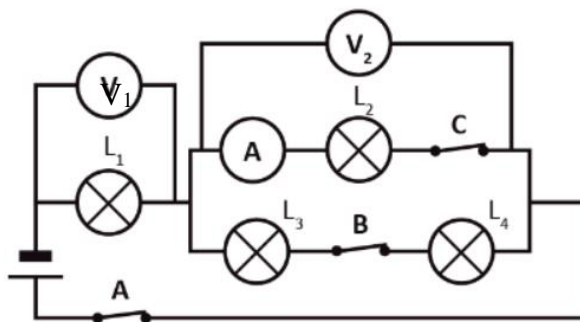
3.2) O que acontece à lâmpada L_1 se a lâmpada L_2 fundir?

3.3) Ligou-se um voltímetro aos terminais da lâmpada L_1 e marcou 3 V.

3.3.1) Qual é a tensão nos terminais da lâmpada L_2 ?

3.3.2) Se as pilhas forem iguais, qual é a tensão elétrica nos terminais de cada pilha?

- 4)** Observa o seguinte esquema de um circuito. O voltímetro V_1 marca 30 V e a fonte de tensão fornece 70 V ao circuito. A lâmpada L_1 é percorrida por uma corrente elétrica com 3 A e o amperímetro A marca 1 A.



4.1) Qual dos interruptores permite desligar o menor número de lâmpadas?

4.2) Que tipo de associação existe nas lâmpadas L_3 e L_4 ?

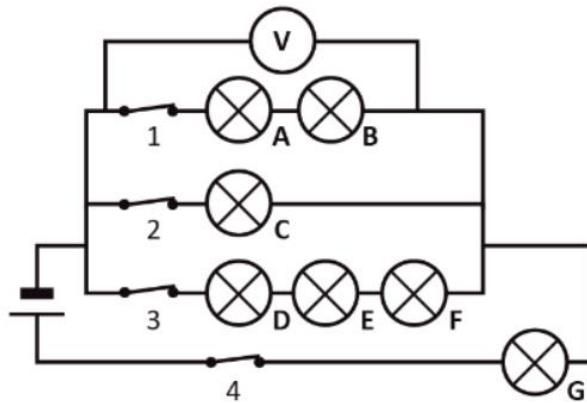
4.3) Qual é a intensidade da corrente nas lâmpadas L_2 , L_3 e L_4 ?

4.4) Quanto marca o voltímetro V_2 ?

4.5) Supondo que as lâmpadas são iguais, qual das lâmpadas, L_1 ou L_2 , brilha com uma maior intensidade?

4.6) Se se desligar o interruptor B e o voltímetro V_1 marcar 50 V, quanto marca o voltímetro V_2 ?

5) Observa o seguinte esquema de um circuito.



6.1) Indica que lâmpadas acendem quando:

6.1.1) os interruptores 1 e 2 estão abertos e o interruptor 3 e 4 estão fechados.

6.1.2) o interruptor 4 está aberto e os outros fechados.

6.1.3) o interruptor 4 está fechado e os outros abertos.

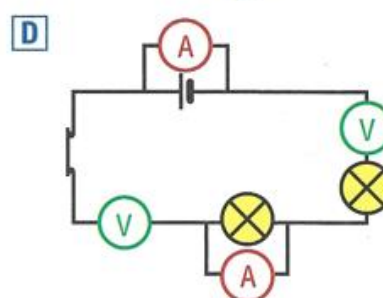
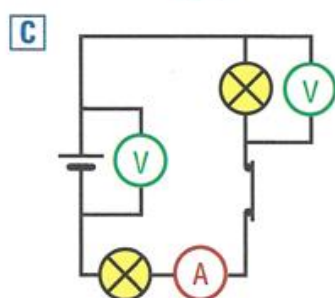
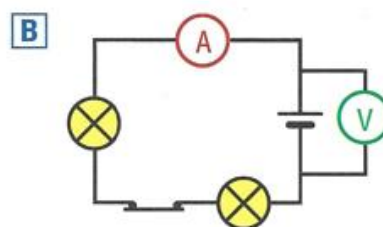
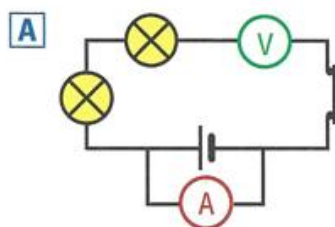
6.2) Identifica o tipo de associação das lâmpadas D, E e F.

6.3) Na lâmpada A passa uma corrente de 300 mA e a diferença de potencial nos seus terminais é 3,0 V.

6.3.1) Que corrente passa na lâmpada B, em amperes?

6.3.1) A diferença de potencial nos terminais da lâmpada B é 1,2 V. Quanto marca o voltímetro?

6) Observa os circuitos esquematizados. Quais os corretos? Justifica.



- 7) Mediu-se a tensão entre os terminais de duas lâmpadas diferentes de um circuito, tendo-se verificado que o valor era o mesmo. Selecciona a(s) opção(ões) correta(s).
- A- A corrente eléctrica que passou nas duas lâmpadas tem valores diferentes.
 - B- As duas lâmpadas estão instaladas em série.
 - C- A corrente eléctrica que passa nas duas lâmpadas tem o mesmo valor.
 - D- As duas lâmpadas estão instaladas em paralelo.

Anexo 3: Ficha laboratorial das aulas supervisionadas de física do 9ºano

09/02/2022

Atividade Laboratorial

Construção de circuitos em série e em paralelo

1) Questões pré-laboratoriais

1. Observa o seguinte aparelho. Indica:

1.1. O nome do aparelho: _____

1.2. A função do aparelho: _____

1.3. A menor divisão da escala: _____

1.4. O valor medido: _____



2. Selecciona a resposta correta.

2.1. Um circuito tem 3 lâmpadas ligadas em série e 1 pilha.

A) A corrente que sai da pilha vai-se gastando à medida que percorre cada lâmpada.

B) Se uma lâmpada fundir as outras continuam a brilhar.

C) A soma das tensões nos terminais das lâmpadas é igual à tensão nos terminais da pilha.

D) A tensão nos terminais de cada lâmpada é igual à tensão nos terminais da pilha.

2.2. Um circuito tem 2 lâmpadas ligadas em paralelo e 1 pilha.

A) A tensão nos terminais de cada lâmpada é igual à tensão nos terminais da pilha.

- B) A soma das tensões nos terminais das lâmpadas é igual à tensão nos terminais da pilha.
- C) A corrente elétrica que percorre em cada lâmpada é igual à corrente elétrica que sai da pilha.
- D) Se uma lâmpada se fundir a outra deixa de brilhar.

2) Material

Fonte de tensão, amperímetro, voltímetro digital, lâmpadas, fios de ligação, pontas crocodilo.

3) Procedimento experimental

Parte 1 – circuito em série

- Monta um circuito elétrico com 1 lâmpada ligada em série.
- Instala um amperímetro antes da lâmpada e regista o valor na tabela 1. Repete o procedimento, mas instala o amperímetro depois da lâmpada.
- Mede a tensão nos terminais da lâmpada com um voltímetro e regista o valor indicado pelo voltímetro na tabela 1.
- Repete o procedimento para um circuito elétrico com 2 lâmpadas em série.

Tabela 1

número de lâmpadas no circuito	valor indicado no amperímetro (A)		valor indicado no voltímetro (V)	diferença de potencial da fonte de tensão (V)	intensidade da corrente da fonte de tensão (A)
	antes da lâmpada	depois da lâmpada			
1					
2					

Parte 2 – circuito em paralelo

- Monta um circuito elétrico com 2 lâmpadas ligadas em paralelo.
- Instala um amperímetro a seguir à fonte de tensão e regista o valor na tabela 2. Repete o procedimento, instalando o amperímetro a seguir a cada lâmpada.
- Mede a tensão nos terminais de cada lâmpada e regista os valores na tabela 2.

Tabela 2

número de lâmpadas no circuito	valor indicado no amperímetro (A)		valor indicado no voltímetro (V)	diferença de potencial da fonte de tensão (V)	intensidade da corrente da fonte de tensão (A)
	depois da fonte de tensão	depois da lâmpada			
2					

4) Questões pós-laboratoriais

1. O que concluis quanto ao valor da corrente ao longo do circuito em série?
2. Como varia a corrente elétrica quando se aumenta o número de lâmpadas em série?
3. Como varia a intensidade das lâmpadas quando aumenta o número de lâmpadas em série?
4. Relaciona a tensão nos terminais do gerador de tensão com as tensões nos terminais das lâmpadas em série.
5. Como varia a corrente elétrica ao longo de circuito com lâmpadas ligadas em paralelo?
6. Compara a tensão nos terminais do gerador de tensão com as tensões nos terminais das lâmpadas em paralelo.

Anexo 4: Planos das aulas supervisionadas de química do 9º ano

Plano de Aula

Escola: Escola secundária/ 3 Quinta das Palmeiras

Ano/Turma: 9º ano E

Duração da aula: 90 min

Data: 21/03/2022

Domínio: Classificação dos materiais

Subdomínio: Estrutura atómica

Sumário

Níveis de energia e distribuição eletrónica.

Aprendizagens essenciais

- Prever a distribuição eletrónica de átomos e iões monoatómicos de elementos ($Z \leq 20$), identificando os eletrões de valência.

Atividades

- Relembrar que a nuvem eletrónica é uma forma de representar a probabilidade de encontrar um eletrão em torno do núcleo.
- Associar o tamanho dos átomos aos limites da sua nuvem eletrónica.
- Indicar que, nos átomos, os eletrões distribuem-se por níveis de energia, caracterizados por números inteiros.
- Escrever as distribuições eletrónicas dos átomos dos elementos ($Z \leq 20$) pelos níveis de energia.
- Definir eletrão de valência.
- Indicar que os eletrões de valência são responsáveis pela ligação de um átomo com outros átomos.
- Relacionar a distribuição eletrónica de um átomo com a do respetivo ião mais estável.

Recursos

- Manual

Apresentação de conteúdos: páginas 160 a 163

Questões: página 165

- Ficha de trabalho
- Simulação digital “Constrói um átomo”

Avaliação

- Observação direta dos alunos na aula.
- Participação e empenho nas tarefas propostas.
- Realização e correção da ficha de trabalho

Plano de Aula

Escola: Escola secundária/ 3 Quinta das Palmeiras

Ano/Turma: 9º ano E

Duração da aula: 45 min

Data: 23/03/2021

Domínio: Classificação dos materiais

Subdomínio: Estrutura atómica

Sumário

Níveis de energia e distribuição eletrónica

Aprendizagens essenciais

- Prever a distribuição eletrónica de átomos e iões monoatómicos de elementos ($Z \leq 20$), identificando os eletrões de valência.

Atividades

- Realização da ficha de trabalho

Recursos

- Ficha de trabalho

Avaliação

- Observação direta dos alunos na aula.
- Participação e empenho nas tarefas propostas.
- Realização e correção da ficha de trabalho.

Anexo 5: Ficha de trabalho das aulas supervisionadas de química do 9º ano

Ficha de trabalho

Níveis de energia e distribuição eletrónica

- 1) Indica a distribuição eletrónica do $_{10}\text{Ne}$ e do $_{13}\text{Al}$.
- 2) A distribuição eletrónica dos átomos de enxofre é 2-8-6. Com base nesta informação, classifica em verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das seguintes afirmações
 - A- Os átomos de enxofre têm todos 16 protões e 16 neutrões.
 - B- O número atómico do enxofre é 16.
 - C- Os átomos de enxofre têm tendência a captar 2 eletrões, originando iões dinegativos estáveis.
 - D- A distribuição eletrónica dos iões que o enxofre tem tendência a formar é 2-8.
 - E- A nuvem eletrónica do ião S^{2-} tem o mesmo número de eletrões que um átomo com uma distribuição eletrónica 2-8-8.
- 3) Considera os átomos $_{18}\text{Ar}$; $_{12}\text{Mg}$; $_{17}\text{Cl}$; $_{11}\text{Na}$.
 - 3.1) Indica a distribuição eletrónica de cada um.
 - 3.2) Quantos eletrões de valência tem cada um deles?
 - 3.3) Atendendo à distribuição eletrónica, qual dos átomos é mais estável? Justifica.
 - 3.4) Indica, justificando, quais dos átomos têm tendência a formar um ião. Efectua a sua representação.
- 4) Considera os elementos X, Y e Z de números atómicos 9, 10 e 11, respetivamente (X, Y e Z não são os verdadeiros símbolos químicos dos elementos).
 - 4.1) Escreve as distribuições eletrónicas dos átomos destes elementos.
 - 4.2) Quais são os iões mais estáveis dos elementos X e Z?
 - 4.3) O elemento Y tem tendência a formar iões?
- 5) Considera os átomos X, Y, Z e W (X, Y, Z e W não são os verdadeiros símbolos químicos dos elementos).

elemento	número de massa	distribuição eletrónica
X	40	2-8-8-1
Y	36	2-8-6
Z	39	2-8-8-1
W	40	2-8-8-2

- 5.1)** Qual é a carga nuclear dos átomos X e Y?
- 5.2)** Indica os átomos que são isótopos.
- 5.3)** Quais os átomos com o mesmo número de neutrões?
- 6)** Considera os átomos de ${}^9\text{F}$, ${}_{17}\text{Cl}$ e ${}_{35}\text{Br}$.
- 6.1)** Indica a distribuição eletrónica do ${}^9\text{F}$ e do ${}_{17}\text{Cl}$.
- 6.2)** Indica quais os iões que o ${}^9\text{F}$ e o ${}_{17}\text{Cl}$ tendem a formar e indica a distribuição eletrónica de cada um.
- 6.3)** Associa os valores 64 pm, 99 pm e 114 pm aos raios atómicos destes elementos. Justifica.
- 6.4)** Compara, justificando, o raio atómico do cloro com o do respetivo anião Cl^- .

Anexo 6: Planos das aulas lecionadas de física do 9ºano (outubro de 2021)

Plano de Aula nº 13 e 14

Escola: Escola secundária/ 3 Quinta das Palmeiras

Ano/Turma: 9º ano E

Data: 17/10/2021

Duração da aula: 90 min

Domínio: Movimentos e Forças

Subdomínio: Forças e Movimentos

Sumário

A força como interação entre corpos. Pares ação-reação e a 3ª lei de Newton. Resultante das forças. 2ª lei de Newton

Aprendizagens essenciais

- Representar uma força por um vetor, caracterizando-a, e medir a sua intensidade com um dinamómetro, apresentando o resultado da medição no SI.
- Compreender, em situações do dia a dia e em atividades laboratoriais, as forças como resultado da interação entre corpos.
- Aplicar as leis da dinâmica de Newton na interpretação de situações de movimento e na previsão dos efeitos das forças.
- Aplicar as leis da dinâmica de Newton na interpretação de situações de movimento e na previsão dos efeitos das forças.

Atividades

- Identificar que uma força resulta de uma interação entre 2 corpos.
- Identificar, através de exemplos, que as forças se exercem por contacto ou à distância.
- Identificar a força como uma grandeza vetorial, recordando as características das grandezas vetoriais e representá-la por um vetor.
- Identificar que um dinamómetro mede a intensidade das forças.
- Resumir os efeitos da ação de uma força, destacando o facto de esta ser responsável pela alteração do movimento de um corpo e pela sua deformação.
- Concluir que as forças se exercem aos pares e identificar o corpo que exerce a força e onde é aplicada.
- Introduzir a noção de par ação-reação e, com exemplos, representar as forças identificando os corpos onde estão aplicadas.
- Identificar as características das forças que constituem um par ação-reação e enunciar a 3ª lei de Newton, realçando que essas forças estão sempre aplicadas em corpos diferentes.

- Concluir que terá de haver uma relação entre a força e o efeito que ela causa no movimento de um corpo, indicando que esse efeito se traduz na aceleração que ele adquire.
- Concluir que, para o mesmo corpo, a resultante das forças é diretamente proporcional à aceleração adquirida pelo corpo. Enunciar a 2ª lei de Newton.
- Representar graficamente a força em função da aceleração e identificar a massa como a constante de proporcionalidade, que se relaciona com o declive da reta.
- Indicar que a resultante das forças e a aceleração têm sempre a mesma direção e sentido.

Recursos

- Manual

Apresentação de conteúdos: páginas 44 a 49

Questões: página 50

- Ficha de trabalho

Avaliação

- Observação direta dos alunos na aula.
- Participação e empenho nas tarefas propostas.
- Realização e correção da ficha de trabalho

Plano de Aula nº 15 e 16

Escola: Escola secundária/ 3 Quinta das Palmeiras

Ano/Turma: 9º ano E

Duração da aula: 90 min

Data: 07/11/2021

Domínio: Movimentos e Forças

Subdomínio: Forças e Movimentos

Sumário

Aceleração gravítica. 1º lei de Newton. A pressão e a sua relação com a força. Forças e dispositivos de segurança rodoviária.

Aprendizagens essenciais

- Justificar a utilização de apoios de cabeça, cintos de segurança, airbags, capacetes e materiais deformáveis nos veículos, com base nas leis da dinâmica.
- Explicar a importância da existência de atrito no movimento e a necessidade de o controlar em variadas situações, através de exemplos práticos, e comunicar as conclusões e respetiva fundamentação.
- Interpretar e analisar regras de segurança rodoviária, justificando-as com base na aplicação de forças e seus efeitos, e comunicando os seus raciocínios.

Atividades

- Interpretar o efeito de resultantes de forças iguais em objetos de massas diferentes, concluindo que o objeto de maior massa adquire menor aceleração.
- Identificar a razão entre o peso e a massa de um corpo como a aceleração gravítica e indicar o seu valor.
- Identificar, numa colisão, para além da força de colisão, o peso e a reação normal.
- Calcular a força média de colisão em veículos a partir da 2º lei de Newton e da definição de aceleração média.
- Introduzir a 1º lei de Newton, considerando situações em que a resultante das forças é nula.
- Referir que a mesma força pode ter efeitos diferentes dependendo da área de superfície onde está aplicada.
- Ilustrar o conceito de pressão.
- Apresentar as forças de atrito como forças que se opõem ao deslizamento e representá-las com um vetor.

- Indicar as forças de resistência do ar como outro tipo de forças que se opõem ao movimento.

Recursos

- Manual

Apresentação de conteúdos: páginas 52 a 65

Questões: página 59 e 67

- Ficha de trabalho

Avaliação

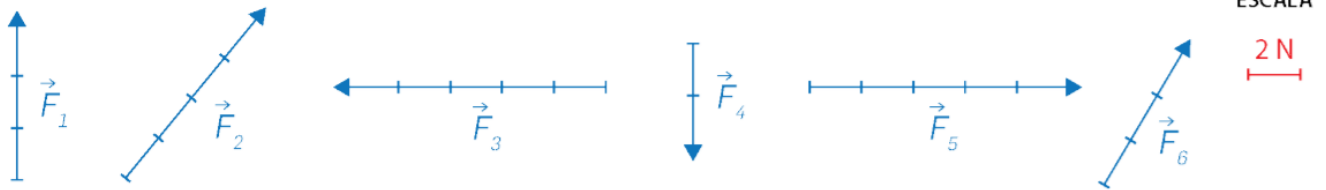
- Observação direta dos alunos na aula.
- Participação e empenho nas tarefas propostas.
- Realização e correção da ficha de trabalho.

Anexo 7: Ficha de trabalho das aulas lecionadas de física do 9ºano (outubro de 2021)

Ficha de trabalho

Forças e movimentos

1) Considera as forças representadas pelos seguintes vetores, na escala



indicada.

1.1) Indica:

- 1.1.1) a(s) força(s) de intensidade 4 N;
- 1.1.2) a(s) força(s) com direção horizontal;
- 1.1.3) a(s) força(s) com o mesmo sentido;
- 1.1.4) a(s) força(s) que pode(m) corresponder ao peso de um corpo;
- 1.1.5) a(s) força(s) que pode(m) formar um par ação-reação.

2) Duas forças, \vec{F}_1 e \vec{F}_2 , têm intensidades de 10 N e 15 N, respetivamente. Determina a intensidade da força resultante se elas tiverem:

- 2.1) A mesma direção e sentido.
- 2.2) A mesma direção e sentidos contrários.

3) Selecciona a opção correta

Foram aplicadas a um corpo 2 forças, \vec{F}_1 e \vec{F}_2 , perpendiculares entre si, com intensidades 3,0 N e 4,0 N, respetivamente. A intensidade da força resultante é:

- A- 1,0 N
- B- 5,0 N
- C- 7,0 N
- D- 12,0 N

4) Cinco homens puxam um barco para fora do mar com uma corda. Dois desses homens exercem uma força de 70 N cada um e os outros exercem uma força de 50 N cada um. A água e a areia exercem uma força, em sentido contrário, de 200 N.

- 4.1) Calcula a intensidade da resultante das forças que os 5 homens exercem.
- 4.2) A força que os 5 homens exercem é suficiente para puxar o barco? Justifica.

5) Duas forças, com igual intensidade, de 100 N atuam em 2 caixas, A e B.

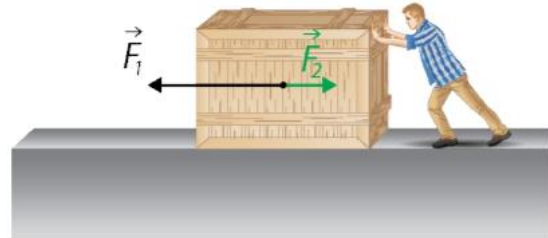
- 5.1) A caixa A adquire uma aceleração de $4,0 \text{ m/s}^2$. Qual a massa da caixa?
 5.2) A massa da caixa B é $10,0 \text{ kg}$. Qual é o valor da aceleração que adquire?

- 6) Um elefante de uma companhia de circo pesa $3,0 \times 10^4 \text{ N}$ e o seu tratador pesa $9,0 \times 10^2 \text{ N}$. As patas do elefante são, aproximadamente, circulares com cerca de 18 cm de raio, e cada sapato do tratador tem uma base com cerca de $0,020 \text{ m}^2$ de área.

6.1) Determina a pressão que o elefante e o tratador exercem sobre o solo.

6.2) Num dos números do espetáculo, o tratador caminha sobre andas, cada uma com área de 15 cm^2 , e o elefante ergue-se, apoiando-se só em 2 patas. Qual dos dois exerce maior pressão?

- 7) Um corpo desliza numa superfície horizontal por ação de uma força de 20 N , sujeito a uma força de atrito, como mostra a figura.



7.1) Qual é, dos vetores representados, o que representa a força de atrito?

7.2) Há mais 2 forças que atuam no corpo, mas que não estão representadas. Indica quais são e desenha-as.

- 8) Selecciona a(s) opção(ões) correta(s).

O atrito entre 2 sólidos é uma força que:

- A- Depende da natureza e da rugosidade das superfícies em contacto.
- B- Só existe entre superfícies em contacto.
- C- Tem, em geral, sentido contrário ao do movimento.
- D- É sempre prejudicial.

- 9) Selecciona a(s) opção(ões) correta(s).

Aplicou-se a um corpo, de massa m , uma força contante \vec{F} de intensidade 300 N , que lhe imprimiu uma aceleração de $1,5 \text{ m/s}^2$. Pode-se, então, afirmar que:

- A- A massa do corpo é de 200 kg .
- B- A massa do corpo é de 450 kg .
- C- Se o corpo se encontrava em repouso, ao fim de 4 s , a sua velocidade era de $6,0 \text{ m/s}$.
- D- Para reduzir a metade o valor da aceleração, basta reduzir a metade a intensidade da força aplicada.

- 10)** Um caixote de 2 kg é puxado por uma força de 30 N e a força de atrito tem uma intensidade igual a 4 N.
- 10.1)** Desenha todas as forças aplicadas no caixote.
- 10.2)** Calcula a aceleração do caixote.

Anexo 8: Ficha laboratorial das aulas lecionadas de física do 9ºano (outubro de 2021)

27/10/2021

Atividade Laboratorial

Forças e movimentos

1) Questões pré-laboratoriais

1. Selecciona a opção correta:

- A) A intensidade da resultante de 2 ou mais forças é sempre igual à soma das suas intensidades.
- B) A intensidade da resultante de 2 forças é igual à soma das suas intensidades se as forças tiverem a mesma direção e sentidos opostos.
- C) A intensidade da resultante de 2 forças é igual à diferença das suas intensidades se as forças forem perpendiculares.
- D) A intensidade da resultante de 2 forças é igual à soma das suas intensidades se as forças tiverem igual direção e sentido.

2. Observa o dinamómetro da figura. Indica:

- a) a função do dinamómetro.
- b) o alcance do dinamómetro.
- c) a menor divisão da escala.
- d) o valor medido no dinamómetro.



2) Procedimento experimental

Tarefa 1

- Indica o alcance e o valor da menor escala do dinamómetro na tabela.
- Pendura um objeto no dinamómetro, verificando se o seu peso não ultrapassa o alcance do instrumento.
- Regista a medida na tabela.
- Repete o procedimento anterior para um segundo objeto e regista o valor obtido.
- Faz uma previsão para o valor que vais obter se pendurares simultaneamente os 2 objetos no dinamómetro. Efetua essa medição.

	alcance	valor da menor divisão da escala
dinamómetro		

objeto	valor marcado no dinamómetro
objeto 1	
objeto 2	
objeto 1 + objeto 2	

Tarefa 2

- Coloca uma barra metálica na balança e regista a sua massa.
- Devagar, aproxima um íman à barra metálica e observa a massa registada na balança.

3) Questões pós-laboratoriais

1. Compara os valores obtidos para o peso de cada objeto com o valor obtido para o peso dos 2 objetos juntos. O resultado está de acordo com a tua previsão?
2. Calcula a massa de cada objeto.
3. Desenha as forças que atuam na barra metálica antes e depois de aproximares o íman.

Anexo 9: Plano da aula supervisionada de física do 11º ano

Plano de Aula

Escola: Escola secundária/ 3 Quinta das Palmeiras

Ano/Turma: 11º ano D

Data: 10/02/2022

Duração da aula: 90 min

Domínio: Ondas e eletromagnetismo

Subdomínio: Eletromagnetismo

Sumário

Fluxo do campo magnético, indução eletromagnética e lei de Faraday.

Aprendizagens essenciais

- Investigar os contributos dos trabalhos de Oersted, Faraday, Maxwell e Hertz para o eletromagnetismo, analisando o seu papel na construção do conhecimento científico, e comunicando as conclusões.
- Aplicar, na resolução de problemas, a Lei de Faraday, interpretando aplicações da indução eletromagnética, explicando as estratégias de resolução e os raciocínios demonstrativos que fundamentam uma conclusão.

Atividades

- Definir fluxo magnético que atravessa uma espira, identificando as condições que o tornam máximo ou nulo.
- Identificar a unidade SI do fluxo magnético e determinar fluxos magnéticos para uma espira e várias espiras iguais e paralelas.
- Identificar as condições em que aparecem correntes induzidas e interpretar a Lei de Faraday.
- Interpretar a produção de corrente elétrica alternada em centrais elétricas com base na indução eletromagnética

Recursos

- Manual

Apresentação de conteúdos: páginas 150 a 155

Questões: página 160

- Ficha de trabalho
- Simulação digital “Lei de Faraday”
- Simulação digital “Magnetic Induction lab”

Avaliação

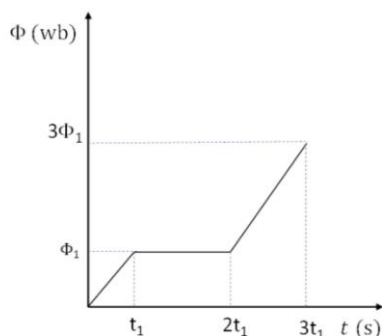
- Observação direta dos alunos na aula.
- Participação e empenho nas tarefas propostas.
- Realização e correção da ficha de trabalho

Anexo 10: Ficha de trabalho da aula supervisionada de física do 11ºano

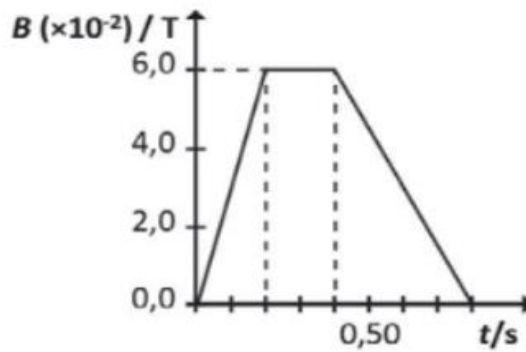
Ficha de trabalho

Indução Eletromagnética

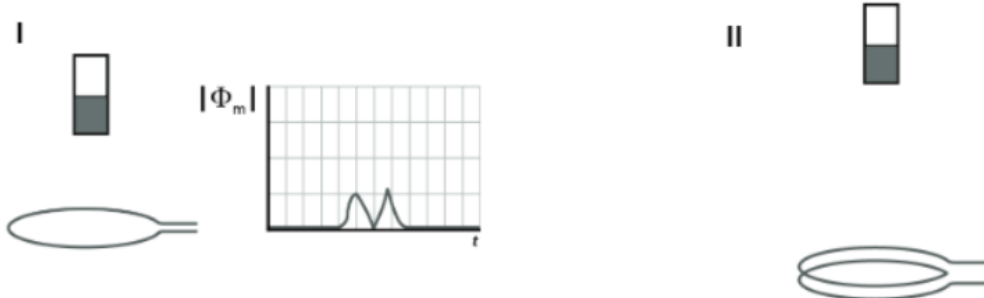
- 1) Uma espira, com 4 cm de raio, é colocada numa região do espaço onde existe um campo magnético uniforme de intensidade 1,0 mT. Considera que a espira roda com um movimento uniforme.
Classifica como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das afirmações.
 - A- A espira tem uma área de cerca de 50 cm².
 - B- Quando a espira faz um ângulo de 30° com as linhas de campo, o fluxo magnético é 4,35 x 10⁻⁶ Wb.
 - C- O fluxo magnético é máximo quando o plano da espira é perpendicular às linhas de campo.
 - D- O fluxo magnético é nulo quando o plano da espira é paralelo às linhas de campo.
 - E- Se se aumentar a área da espira, mantendo as restantes condições, o fluxo magnético irá diminuir.
- 2) Classifica as afirmações como verdadeiras (V) ou falsas (F).
 - A- Num circuito com o aparecimento de corrente induzida, a força eletromotriz induzida será tanto maior quanto mais rapidamente variar o fluxo do campo magnético.
 - B- Num circuito com corrente induzida, a energia disponibilizada será tanto menor quanto maior for a força eletromotriz induzida.
 - C- Só existe indução eletromagnética se o fluxo do campo for constante no tempo.
- 3) O módulo do campo magnético que atravessa uma espira quadrada de área 2,0 m² varia de 6,0 x 10⁻² T para 8,0 x 10⁻² T num intervalo de tempo de 0,30 s. A espira encontra-se colocada perpendicularmente às linhas de campo magnético. Calcula a força eletromotriz induzida na espira.
- 4) Observa o gráfico e indica o intervalo de tempo onde é menor o módulo da força eletromotriz.



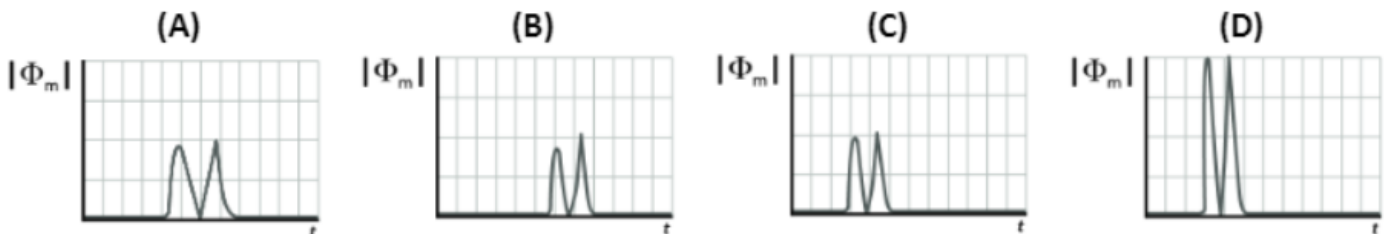
- 5) Uma bobina cilíndrica, com 300 espiras e diâmetro 4,0 cm, está imersa num campo magnético uniforme cuja intensidade varia como mostra o gráfico. A orientação da bobina é tal que, para um certo campo magnético, o fluxo magnético que a atravessa é máximo. Determina o valor máximo do módulo da força eletromotriz induzida na bobina.



- 6) A figura I mostra um íman que se largou de uma altura, h , sobre uma espira circular colocada horizontalmente. O gráfico do módulo do fluxo magnético através da espira em função do tempo, registado após o instante em que o íman é largado, também é mostrado na figura I. A figura II mostra o mesmo íman, quando largado do dobro da altura ($2h$) sobre duas espiras idênticas à usada na figura I, também colocadas na horizontal.



Qual dos seguintes gráficos apresenta o módulo do fluxo magnético através das espiras na situação II?



Anexo 11: Plano da aula supervisionada de química do 11º ano

Plano de Aula

Escola: Escola secundária/ 3 Quinta das Palmeiras

Ano/Turma: 11º ano D

Duração da aula: 90 min

Data: 31/03/2022

Domínio: Reações em sistemas aquosos

Subdomínio: Reações ácido-base

Sumário

Ácidos e bases, escala de pH e autoionização da água.

Aprendizagens essenciais

- Identificar marcos históricos importantes na interpretação de fenómenos ácido-base, culminando na definição de ácido e base de acordo com Brønsted e Lowry.
- Caracterizar a autoionização da água, relacionando-a com o produto iónico da água.
- Relacionar as concentrações dos iões H_3O^+ e OH^- , bem como o pH com aquelas concentrações em soluções aquosas, e, determinar o pH de soluções de ácidos (ou bases) fortes.

Atividades

- Descrever a evolução histórica dos conceitos de ácido e de base referindo as contribuições de Lavoisier, Arrhenius, Brønsted e Lowry.
- Apresentar, de acordo com a teoria de Brønsted e Lowry, um ácido como uma espécie dadora de protões e uma base como uma espécie recetora de protões.
- Definir o pH e apresentar algumas propriedades da função logarítmica.
- Relembrar a escala de pH e concluir que para uma temperatura de 25 °C, os valores de pH variam entre 0 e 14.
- Concluir que o pH de uma solução está relacionado com a concentração do ião hidrogénio.
- Apresentar a autoionização da água como a reação entre moléculas de água.
- Apresentar o produto iónico da água como a constante de equilíbrio da reação da autoionização da água.
- Por analogia ao pH, definir o pOH também como uma medida da acidez e da basicidade de uma solução.
- Apresentar as expressões matemáticas que permitem determinar o valor do pOH.

- Apresentar a relação entre as concentrações dos iões hidróxido e hidrogénio para diferentes valores de pH.

Recursos

- Manual

Apresentação de conteúdos: páginas 90 a 94

Questões: página 125 e 126

- Ficha de trabalho
- Simulação digital “escala de pH”

Avaliação

- Observação direta dos alunos na aula.
- Participação e empenho nas tarefas propostas.
- Realização e correção da ficha de trabalho

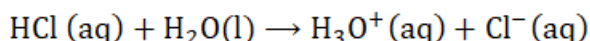
Anexo 12: Ficha de trabalho da aula supervisionada de química do 11º ano

Ficha de trabalho

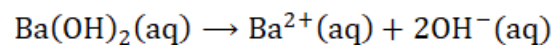
Ácido Base

- 1) Tendo em conta a escala do pH a 25°C, classifica as seguintes afirmações como verdadeira (V) ou falsa (F).
 - A- Uma solução com pOH igual a 12 tem carácter básico.
 - B- Uma solução com concentração hidrogeniónica $1 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ é ácida.
 - C- Uma solução com um valor de pH igual a 7 é uma solução neutra.
 - D- Uma solução com concentração em iões hidróxido igual a $1 \times 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$ é neutra.
- 2) Numa solução, a 25°C, a concentração de iões hidróxido é igual a $3,0 \times 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$. Selecciona a opção correcta.
 - A- $[\text{H}_3\text{O}^+] > 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$.
 - B- A solução tem um carácter alcalino.
 - C- O pH da solução é igual a 7,5.
 - D- $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$.
- 3) Podemos afirmar que:
 - A- Diminuindo 100 vezes a concentração de H_3O^+ numa solução, o seu pH desce duas unidades.
 - B- Aumentando 100 vezes a concentração de OH^- numa solução, o seu pH desce duas unidades.
 - C- Diminuindo 10 vezes a concentração de H_3O^+ numa solução, o seu pH sobe uma unidade.
 - D- Diminuindo 10 vezes a concentração de OH^- numa solução, o seu pH sobe uma unidade.
- 4) Selecciona a opção correcta. A relação entre as concentrações dos iões H_3O^+ e OH^- , para qualquer solução aquosa, é de proporcionalidade
 - A- Direta, e a constante de proporcionalidade é K_w .
 - B- Direta, e a constante de proporcionalidade é $1/K_w$.
 - C- Inversa, e a constante de proporcionalidade é K_w .
 - D- Inversa, e a constante de proporcionalidade é $1/K_w$.
- 5) A 25°C, a água gaseificada tem um pH de 7,2. Calcula a concentração de iões hidrónio na água.
- 6) Calcula o pH de cada uma das seguintes soluções.

6.1) Solução de HCl com uma concentração de $0,0010 \text{ mol dm}^{-3}$.



6.2) Solução de Ba(OH)₂ com uma concentração de 2,8 x 10⁻⁴ mol dm⁻³.



Anexo 13: cartaz do *peddy-paper* realizado em conjunto com o núcleo de estágio de educação física.



The poster features a dark blue header with logos for 'Escola Secundária Quinta das Palmeiras' (a colorful 'EP' logo) and 'REPÚBLICA PORTUGUESA' (the Portuguese flag) next to the word 'EDUCAÇÃO'. Below this, the title 'PEDDY PAPER' is written in large white letters on a dark blue background. The central image is a stylized, folded map with blue water bodies and brown landmasses, featuring a red location pin on the left and a green one on the right. The event details are listed in white text on a dark blue background: '2 DE MAIO DE 2022 | 10H00 E 11H40' and 'PAVILHÃO DESPORTIVO DA ESCOLA'. Below this, the organizing bodies are mentioned: 'Organização: Núcleo de Estágio de Educação Física e Núcleo de Estágio de Física e Química'. The target audience is specified as 'População alvo: 7ºD / 11ºE / 12ºD / 9ºA / 9ºB / 12ºB'. At the bottom, two icons represent 'Educação Física' (a stopwatch) and 'Física e Química' (test tubes).

**Escola Secundária
Quinta das Palmeiras**

**REPÚBLICA
PORTUGUESA** | EDUCAÇÃO

PEDDY PAPER

2 DE MAIO DE 2022 | 10H00 E 11H40
PAVILHÃO DESPORTIVO DA ESCOLA

Organização: Núcleo de Estágio de Educação Física e Núcleo de Estágio de Física e Química

População alvo: 7ºD / 11ºE / 12ºD / 9ºA / 9ºB / 12ºB

 Educação Física

 Física e Química