

CATARINA ISABEL FEITEIRA RANCHEIRO

**COMPREENDER O ÁTOMO
ESTRATÉGIAS DE ENSINO PARA ALUNOS
DO 3º CICLO DO ENSINO BÁSICO**

Dissertação apresentada para a obtenção do Grau de Mestre em Ensino em Física e Química, no Curso de Mestrado Ensino em Física e Química do 3º ciclo do ensino básico e ensino secundário, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

Orientadora: Prof.(ª) Doutora Maria Elvira Callapez

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Engenharia

Lisboa

Maio de 2014

“Se em algum cataclismo,
todo o conhecimento científico fosse destruído
e apenas uma sentença fosse passada adiante
para a próxima geração de criaturas,
que enunciado conteria mais informações em menos palavras?
A Hipótese Atómica”.

Richard. P. Feynman

Agradecimentos

“A confiança é a mãe dos grandes atos.”

Friedrich Schiller

Um dos momentos mais marcantes no processo de escrever uma tese é aquele em que o autor tem a oportunidade de agradecer àqueles que o ajudaram, porque raramente um cientista faz o seu trabalho sozinho!

Os meus mais honestos agradecimentos:

À Professora Maria Elvira Callapez, minha orientadora, que soube despertar, recomendar, avaliar e direccionar de forma segura esta dissertação até à sua conclusão, validando sempre o meu desenvolvimento profissional e pessoal honrando, a minha liberdade e forma de trabalhar.

À minha amiga Ana Cardoso e ao seu centro educativo, Horizontes Criativos, por me fazer relembrar que no mundo existem pessoas especiais e generosas que merecem que lhes dediquemos uma parte do nosso tempo a estas.

Um especial agradecimento à minha amiga Laura Antunes, pois foi graças à sua amizade e dedicação que foi possível entregar esta tese.

À minha mãe e avó que me ensinaram a lutar com dignidade, acreditaram na minha vontade e que rezaram por mim, pelo meu êxito profissional e pela minha felicidade.

Muito particularmente aos meus filhos, João e Leonor, pela sua imensa paciência, pela sua alegria e sorrisos, pelas suas palavras carinhosas, pelos seus afetos que foram, sem dúvida, aquilo que me deu força para continuar e não abandonar o meu sonho.

E, por fim, ao meu marido, Carlos, pelo apoio incondicional durante todo este tempo. Sempre que era essencial, aconselhava e criticava, como sempre, em tudo na minha vida. Pelo amor, carinho, momentos felizes, e, essencialmente, pela sua paciência.

Muito Obrigada!

Resumo

O problema central deste projeto surgiu ao se detetar que a maioria dos alunos tem dificuldades específicas na disciplina de Ciências Físico-Química, nomeadamente, sobre o conceito de átomo, inserido na unidade de classificação dos materiais. Assim, neste projeto de

investigação procura-se investigar as razões destas dificuldades, sendo o seu objetivo central compreender por que motivo os alunos não entendem o conceito de átomo.

Para o desenvolvimento deste estudo, elaborou-se um questionário para uma amostra de 51 alunos, provenientes de duas escolas de contextos sócio-económicos diferentes que frequentam o centro de estudos Horizontes Criativos, em Lisboa, para testar os seus conhecimentos sobre o átomo.

Os resultados das análises qualitativa e quantitativa das respostas revelam, por parte dos dois grupos de alunos, uma escassez de conhecimentos ao nível do modelo atómico, ou seja, do que é especificamente um átomo e da sua constituição. Desta forma, face às dificuldades expressas pelos alunos, procura-se dar resposta ao problema, propondo-se, em contexto de sala de aula, a criação de recursos práticos e teóricos alusivos ao átomo, desde jogos multimédia até à abordagem histórica da evolução do átomo.

Palavras-chave: Ensino da Química, Átomo, Projeto de investigação.

Abstract

The central question of this project arose after detecting generally, students face specific learning difficulties in the school subject of Chemistry and Physics. In particular, understanding the concept of atom, included in the unit dealing with the classification of materials, appears to be challenging for students. The present project investigates the reasons for these difficulties with the objective of shedding light on why students find the concept of atom difficult to grasp.

A survey was elaborated in order to test children's knowledge about the atom. Interviews were conducted with 51 children from two different schools and various social backgrounds who attend the tutoring centre *Horizontes Criativos*, in Lisbon.

The results obtained from the qualitative and quantitative analysis of the students' responses revealed an overall lack of knowledge about the atomic model – i.e. the specific meaning of an atom and its constitution – among both groups. In light of the learning challenges manifested by the students, this project offers a series of recommendations. Specifically, it is proposed that atom-related practical and theoretical resources are created and implemented in the classroom context. Examples of these resources include interactive educational games and the historical approach to the evolution of the atom.

Key words: Teaching chemistry, Atom, Research project.

Abreviaturas, siglas e símbolos

EPT - Ensino por Transmissão

EPD - Ensino por Descoberta

EPP - Ensino por Pesquisa

CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

ONU - Organização das Nações Unidas

AAAS - American Association for the Advancement of Science

NRC - National Research Council

MEC – Ministério da Educação e Ciência

Índice

Agradecimentos	3
Resumo.....	3
Abstract	5
Abreviaturas, siglas e símbolos	6
Índice	7
Índice de Figuras	9
Índice de Tabelas.....	10
Índice de Gráficos.....	11
Introdução.....	12
Breve Nota Biográfica.....	16
Capítulo 1 – Revisão Bibliográfica	18
1.1. Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)	18
1.2. Escola.....	19
1.2.1. O papel do Professor na escola do século XXI.....	20
1.2.2. Ensino das Ciências Experimentais na Escola.....	21
1.2.3. Metodologias de ensino das Ciências	26
1.2.4. Perspetivas atuais sobre a Educação em Ciências e a sua integração nos Currículos Portugueses.....	28
1.2.5. A História das Ciências nos currículos atuais portugueses	29
1.2.6 O Átomo	31
Capítulo 2- O Programa Nacional de Química do 3º Ciclo do Ensino Básico, referente ao 9º Ano	33
2.1. Programa Nacional do 3º Ciclo Ensino Básico numa Perspetiva da Química	33
Capítulo 3 – Metodologia.....	40
3.1. Metodologia Utilizada	40
3.2. Caracterização das Escolas e dos Alunos	45
3.3. Descrição do Estudo.....	49
3.3.1. Elaboração e Validação do questionário.....	53
3.3.2. Tratamento dos Dados	54
Capítulo 4 – Análise dos Resultados.....	55
4.1. Análise de consistência interna da escala de <i>Likert</i>	56
4.2 Influência das Variáveis Sociodemográficas	58
Considerações Finais	63
Sugestões para melhorar o ensino das ciências.....	65

Bibliografia	LXVIII
--------------------	--------

ANEXO I – Evolução Histórica da Estrutura Atómica.....	LXXIII
--	--------

ANEXO II - Questionário	LXXXIII
-------------------------------	---------

ANEXO III - Tratamento Estatístico	LXXXV
--	-------

ANEXO IV – Propostas Futuras	LXXXVIII
------------------------------------	----------

Índice de Figuras

Figura 1 - Relação entre trabalho prático, trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental (Adaptado de Hodson, retirado de Celia, 2006).....	27
Figura 2 - Questionário, apresentado aos alunos.....	52

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Novas formas de entender o papel do Professor.....	21
Tabela 2 – Estratégias de Ensino para organizar a aprendizagem como uma atividade de investigação (Gil-Pérez, 1994; Gil-Pérez e Carrascosa-Alis, 1994).	23
Tabela 3 - Unidade e temas da componente de Química do 9º Ano (Fiolhais <i>et al.</i> , 2013).	33
Tabela 4 - Etapas de resolução de um problema (George Polya).....	42
Tabela 5 - Fichas de Trabalho	44
Tabela 6 - Estatística descritiva para a variável sociodemográfica (Idade)	48
Tabela 7 - Estatística descritiva para a variável itens globais	48
Tabela 8 - Caracterização da amostra em termos de grupo etário (n=51).....	49
Tabela 9 -Estatística descritiva para a variável sociodemográfica (Nova Idade)	44
Tabela 10 – Comparação entre as perguntas do questionário e os objetivos pretendidos.....	53
Tabela 11 - Estatística descritiva para as perguntas referentes às respostas efetuadas pelos alunos.	56
Tabela 12 - Frequência e percentagens das respostas referentes às afirmações do questionário.	57
Tabela 13 - Resultados do teste- <i>t</i> , para o género no conhecimento da subunidade:, Estrutura Atómica.	58
Tabela 14 - Resultados do teste- <i>t</i> , para o grupo etário no conhecimento da subunidade: Estrutura Atómica.	59
Tabela 15 - Resultados do teste ANOVA, para escola no conhecimento da subunidade: Estrutura Atómica.	59
Tabela 16 - Resultados do teste ANOVA, para escola no conhecimento da subunidade:, Estrutura Atómica.	60

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Caraterização da amostra em termos de género (n = 51).....	46
Gráfico 2 - Distribuição dos alunos quanto à faixa etária.	46
Gráfico 3 - Percentagem de alunos em termos de escola (n = 51).	47
Gráfico 4 - Percentagem dos itens globais referentes ao conhecimento do tema, Estrutura Atómica.	48

Introdução

A dificuldade manifestada pelos alunos sobre a constituição da matéria é visível quando se aborda, na disciplina de Físico-Química, no 7º ano de escolaridade, o aparecimento do universo. Aqui surge, pela primeira vez, o conceito de átomo, podendo a disciplina de Ciências Físico-Química aproveitar o entusiasmo e interesse dos alunos em saber como surgiu o universo, para ensinar o mundo das partículas, nomeadamente o átomo. No entanto, por vezes, torna-se difícil manter os alunos motivados para temas relacionados com a ciência já que eles sentem que ela não contribui, de forma útil, para o seu dia a dia, menosprezando-a e originando uma falta de estudo/interesse. Esta desmotivação poderá estar relacionada com os agentes de ensino, pois a falta de tempo e a imposição de seguir a preceito os programas curriculares leva a que os alunos não consigam adquirir o conhecimento suficiente e os conceitos necessários, relativamente ao tema em estudo.

Diariamente, as pessoas têm ideias erradas sobre a constituição da matéria, nomeadamente, o conceito de átomo, a sua constituição e os diversos modelos que contribuíram para explicar a composição do átomo, pois assumem que os átomos apenas existem em determinados corpos, ignorando a sua constituição e a importância que advém destes para o planeta Terra, seres vivos e não vivos, visto que o átomo constitui toda a matéria existente no universo.

No início do seu percurso escolar os alunos já possuem ideias pré-definidas sobre atitudes e fenómenos naturais que observam no seu quotidiano. Segundo Driver *et al.*, (1985), as concepções que o indivíduo possui podem constituir uma base para a construção de novas ideias, visto que as primeiras se revelam para ele coerente e lógicas. Também Fensham (2002) é da opinião que os estudantes não iniciam o estudo da ciência com as suas mentes vazias. Em particular, verifica-se que os alunos têm conceitos erróneos relativamente a conceitos de química.

Os professores devem ter como finalidade diversificar as estratégias e provocar uma mudança conceptual. Segundo Santos (1991), o professor pode adotar diferentes métodos para identificar as concepções alternativas: entrevistar alunos, assistir a discussões entre pares ou até projetar trabalhos sobre estudos empíricos para testar determinadas hipóteses relativas às concepções.

Reconstruir o conhecimento é uma tarefa difícil e que exige muito tempo e devoção, no entanto esta reconstrução pode ser aliciadora para o professor e para os alunos. É pertinente desbravar as mentes dos alunos e aliciá-los para a ciência de uma forma correta, pois estes ao iniciarem a sua atividade estudantil têm conceitos errados que, posteriormente, prejudicam o seu percurso académico de uma forma positiva, fazendo com que não consigam entender certos temas, como é o caso do átomo e da sua respetiva evolução.

Novick e Nussbaum (1978) provaram que alunos de todas as idades acham difícil de imaginar espaço entre as partículas e, intuitivamente, “preenchem” esse espaço com alguma coisa “um poluente”, “vapor”, ou “oxigénio”, por exemplo. Segundo Wan-Yaacos e Siraj (1992) e Al-Mousawl, a maioria dos problemas que os estudantes têm ao pressupor a geometria molecular é: escolher o átomo central, completar a camada de valência e desenhar a estrutura de Lewis da molécula. Para tal, a função do professor é utilizar diversificados recursos, tais como, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), jogos, vídeos ou materiais a 3D, para que os alunos adquiram devidamente os conceitos teóricos relativos à geometria molecular, podendo visualizar a forma como os átomos se dispõem espacialmente entre si.

Saber o porquê de os alunos, em geral, não compreenderem certos conteúdos programáticos de unidades temáticas, como a Classificação de Materiais, da disciplina de Físico-Química, constitui o problema central deste trabalho de projeto. Especificamente, procura dar-se resposta às principais dificuldades dos alunos na compreensão do átomo, levando-nos essas dificuldades à formulação do seguinte objetivo geral: descrever um conjunto de estratégias de forma a promover o interesse dos alunos pelas ciências e por temas que, à partida, são de elevado nível de compreensão para a sua faixa etária.

Analisando os conhecimentos que os alunos do 9º ano, 3º Ciclo do Ensino Básico, trazem dos anos anteriores, sobre a subunidade *Estrutura atómica*, mais especificamente, sobre o que é o átomo, a sua constituição, traçamos os objetivos específicos, tendo presentes as metas curriculares definidas pelo Ministério de Educação e Ciência (MEC), (in Fiolhais *et al.*, 2013):

- Analisar e comparar a evolução do modelo atómico e, através deste, fazer a ligação com a constituição do átomo.

- Saber que o átomo é constituído por um núcleo (formado por protões e neutrões) em torno do qual orbitam eletrões, que é eletricamente neutro e que há forças elétricas atrativas entre o núcleo e os eletrões.
- Saber que os átomos dos diferentes elementos químicos têm diferente número de protões.
- Definir isótopos e justificar a semelhança das suas propriedades químicas com base na igualdade da carga nuclear e do número de eletrões.
- Relacionar o ião que um átomo tem tendência a formar com a sua distribuição eletrónica.

Para responder à questão de partida foi aplicado um questionário a alunos que frequentam um centro de estudos, designado por Horizontes Criativos no Parque das Nações, em Lisboa, provenientes de dois contextos sócio económicos diferentes, com a intenção de estabelecer um paralelismo entre o sucesso das aprendizagens dos alunos e a sua vivência quotidiana, familiar. Assim, para o desenvolvimento deste projeto estrutura-se quatro capítulos:

O primeiro capítulo faz referência às principais ideias inerentes à fundamentação didática do trabalho, visando as orientações de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA). Observa-se como a escola se interliga com o papel do professor na atualidade e com o ensino das ciências experimentais. Cita-se a importância das metodologias de ensino das ciências e como estas interferem nas ideias alusivas às perspetivas atuais sobre a Educação em Ciências e a sua integração nos currículos portugueses. Fala-se, ainda, do papel do professor em contexto educacional e da história das ciências nos currículos atuais portugueses e como esta se relaciona com a evolução do átomo.

No segundo capítulo tecem-se algumas considerações sobre o programa nacional do 9º ano. Referem-se os principais objetivos a atingir e os conteúdos programáticos a trabalhar, tendo em atenção as metas curriculares definidas, para que os alunos consigam adquirir o conhecimento necessário, referente à unidade 3 - Classificação dos Materiais.

No terceiro capítulo explicita-se a metodologia de projeto levada a cabo neste trabalho de investigação. Os seus passos consistem em distribuir e analisar um questionário apresentado aos alunos, sendo este sujeito a tratamento de dados através do programa

denominado *Statistical Package for the Social Sciences 22.0* (SPSS 22.0), questionando-se a sua aplicabilidade futura através dos diferentes testes estatísticos utilizados.

O quarto capítulo incide sobre a análise dos resultados aplicados ao questionário. Faz-se a caracterização da amostra, a análise de consistência interna da escala de Likert (escala utilizada neste projeto) e definem-se quais as influências das variáveis sociodemográficas. Após o desenvolvimento do trabalho relativo aos quatro capítulos já citados, sugerem-se várias atividades que visam resolver alguns problemas detetados na análise dos resultados, decorrentes da amostra reduzida que serviu de base ao trabalho e da escassez de tempo para os tornar úteis para alunos e professores.

Por fim, procura-se identificar os meios e os procedimentos adequados concernentes a este projeto de investigação que visam dar resposta ao objetivo geral – descrever um conjunto de estratégias de forma a promover o interesse dos alunos pelas ciências e por temas que, à partida, são de elevado nível de compreensão para a sua faixa etária, como é o caso do átomo.

Breve Nota Biográfica

Antes de me inscrever neste mestrado tive o cuidado de analisar o seu plano de estudos para verificar até que ponto iria ao encontro dos meus objetivos de aprendizagem e desenvolvimento profissional, objetivos esses que estão intimamente relacionados com a continuidade e o aprofundamento do estudo de conceitos científicos e o assumir de um papel ativo na área da educação. Para além do desenvolvimento de competências profissionais, esta contribuição do mestrado em termos de projeto educacional veio abrir a possibilidade de encontrar resposta para algumas das inquietações que me têm surgido, em resultado das minhas experiências profissionais na área do ensino da ciência, em particular das Ciências Físico-Químicas.

Passo a mencionar algumas situações profissionais que me têm permitido fazer uma reflexão de modo a atingir a maturidade necessária para exercer a profissão de professora:

- Trabalho a tempo inteiro na área educativa de um centro de estudos, onde estou a gerir, a preparar, a desenvolver e a executar atividades educativas para um leque diversificado de alunos. Este local de trabalho permite-me o contato diário com alunos de diferentes idades. É um ensino informal, mas onde nos preocupamos em transmitir com rigor conceitos científicos. Cada atividade é pensada ao pormenor, de modo a que os nossos alunos consigam ver a aplicabilidade da ciência no seu quotidiano. Treinamos permanentemente a linguagem científica e desenvolvemos estratégias de comunicação, para que os alunos consigam compreender a ciência como um todo.

- Através da interação diária com os alunos e dos seus resultados obtidos, verifico que na passagem do segundo para o terceiro ciclo de ensino, estes começam, gradualmente, a perder o interesse pela ciência, ou porque se desleixam nos seus estudos, ou porque perdem a vontade de aprender e compreender novos conceitos científicos.

- O estágio de mestrado que realizei na Escola Secundária Eça de Queirós, em Lisboa, foi muito importante, pois tive contato, pela primeira vez, com o corpo docente e com a população estudantil duma escola. Durante o estágio desenvolvi um conjunto de competências para a prática da docência, nomeadamente participação nas reuniões gerais da escola, nas reuniões do conselho de turma, estando ainda envolvida nas tarefas inerentes à biblioteca, nomeadamente, elaboração de uma base de dados de sites de Físico-Química.

Relativamente à preparação das aulas e à sua lecionação, mantive sempre um ritmo de aula dinâmico, com uma sequência previamente discutida e pensada com a minha orientadora, sem comprometer o rigor e a exigência da disciplina. Isto permitiu-me manter um elevado nível de concentração dos alunos, pois as fichas teóricas e toda a componente prática, era direcionada para elevar ao máximo os seus índices motivacionais.

Durante o estágio, segui sempre as diretivas do Ministério da Educação e Ciência (MEC) quanto à preparação de atividades laboratoriais e ao cumprimento das aulas que são exigidas, com vista a cumprir o programa. Verifiquei que estas atividades tinham já as orientações curriculares do MEC com as respetivas sugestões metodológicas, tornando-se num facilitador para a sua preparação e implementação. A escola dispunha de material diversificado para o ensino experimental, tendo constituído um grande desafio ir para o laboratório preparar, antecipadamente, as aulas experimentais.

Foi extremamente importante familiarizar os alunos com os diversos equipamentos e reagentes, para lhes retirar o receio de os estragar. Sempre me certifiquei que tudo funcionava nas devidas condições e procurei preparar os materiais para os alunos. Quando lecionava as aulas teóricas ou teórico-práticas tinha o cuidado de explicar os conceitos recorrendo a diverso material de apoio extra didático, por exemplo, utilização de filmes e de livros. O trabalho efetuado e o presente projeto de investigação (tese) permitiram-me desenvolver novas competências, adquirir uma maior autonomia e enriquecer o meu conhecimento científico. A pouca experiência que possuo, por ainda ser uma “noviça” na área do ensino, motiva-me a aprofundar o meu conhecimento na área da educação, particularmente no âmbito dos conteúdos científicos referentes à disciplina de Físico-Química.

Capítulo 1 – Revisão Bibliográfica

1.1. Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)

Diariamente, somos confrontados com os termos inovação, tecnologia, desenvolvimento e ciência, nos diversos contextos como o educacional, empresarial, comercial, político e religioso. É relevante perceber como surgem estes temas na linguagem comum da CTSA antes de uma análise sobre qual o papel dos mesmos no dia a dia.

Garcia (2003), refere que a investigação científica e a tecnologia estão “cada vez mais entrosadas, institucionalizadas e organizadas socialmente, a partir do século XX tornaram-se largamente industrializadas e empresarializadas”. As políticas sobre ciência e tecnologia determinam um enorme investimento em ciência, que se estende “desde a escola secundária até aos centros de pesquisa, desde as Universidades até às empresas...”. A “explosão no financiamento para a ciência nos Estados Unidos da América (EUA), após o lançamento do Sputnik, em 1957, é um exemplo clássico” (Chaimovich, 2000). Estes avanços em termos de ciência e tecnologia, surgem como medida de avaliação do desenvolvimento das nações no mundo, classificando-as segundo as capacidades socioeconómicas (Célia, 2006).

Atualmente, as metas educacionais do nosso sistema educativo apontam para a integração do ser humano na cultura através da compreensão do mundo que o rodeia, assumindo responsabilidades de natureza cívica, bem-estar, comunicação e cidadania. A necessidade de formação científica dos jovens, que não percorrem carreiras científicas, deve apontar para uma compreensão das ciências, da tecnologia, do ambiente, das relações com os outros, das implicações da sociedade e do modo como o conhecimento e os contextos sociais e culturais se inter-relacionam e manifestam nos objetos de estudo da ciência e da tecnologia. No geral, a educação em ciência deve relacionar a ciência e o quotidiano de forma a proporcionar aprendizagens mais úteis e atrativas.

A orientação CTSA sustenta uma prática direcionada para um ensino por pesquisa (Cachapuz, 2002; Azevedo-Diaz, 2004; Cachapuz *et al.*, 2008). Tendo em consideração as orientações, as temáticas devem valorizar contextos locais, regionais ou outros próximos da realidade quotidiana para despertar o interesse dos alunos (Paixão, 2005), com objetivo de dar respostas às necessidades de clarificação das ideias, envolvendo-os em atividades práticas de carácter investigativo (Caamaño, 2002).

A escola tem o papel fundamental de educar e despertar o interesse dos alunos para as ciências, as tecnologias, a sociedade e o ambiente, de forma a que esses conhecimentos sejam compreendidos e adquiridos pelos alunos para que futuramente estes se integrem e empenhem mais na transformação progressiva do mundo.

1.2. Escola

A escola é um lugar socialmente instituído onde se materializa o direito à educação, termo derivado do latim *educare*. Na escola, a educação acontece pela transmissão de conhecimentos do professor para o aluno, o que reduz a educação a uma função instrumental de transmissão do conhecimento. Porém é fundamental a assunção de uma postura diferente por parte dos professores, dado que uma intervenção ativa do aluno no seu próprio processo de ensino aprendizagem se afigura como condição indispensável ao devido desenvolvimento das potencialidades dos jovens. É fundamental uma participação ativa do aluno no seu processo educativo condição indispensável ao pleno desenvolvimento da personalidade, do espírito crítico, do poder de reflexão e criação e da flexibilidade de raciocínio. Deste modo é viável a consecução do objetivo maior: desenvolvimento de um espírito crítico, o saber-ser e o saber-estar respeitando as ideias próprias e as dos outros através de diálogos abertos à troca de opiniões, a fim de viabilizar uma adequada preparação para a integração na sociedade atual.

A Lei no 46/86 – Lei das Bases do Sistema Educativo, “*A educação promove o desenvolvimento do espírito democrático e pluralista, respeitador dos outros e das suas ideias, aberto ao diálogo e à livre troca de opiniões, formando cidadãos capazes de julgarem com espírito crítico e criativo o meio social em que se integram e de se empenharem na sua transformação progressiva.*” (Educação, 2011) Num mundo em constante transformação, em que os conhecimentos são substituídos por outros rapidamente e o meio social envolvente dos alunos se encontra também em transformações constantes, a escola e a educação devem abranger um campo de atuação muito vasto, pois a escola faz parte da sociedade, a qual é influenciada e tem de influenciar. Ponte (1998) in Costa (1999), afirma que “*o papel fundamental da escola já não é o de preparar uma pequena elite para estudos superiores e proporcionar à grande massa os requisitos mínimos para uma inserção rápida no mercado de trabalho*”. A partir do momento em que o saber se torna aberto, instável e reorganizável, a escola tem como papel preparar na totalidade os jovens para a sociedade. Os professores assumem então um papel de fomentar entre outros o poder de reflexão e de crítica, a

flexibilidade de raciocínio, a adaptação a novas situações, e a capacidade de argumentação, de interação e de cooperação. A aprendizagem escolar passa assim não pelo “*aprender mais*” mas pelo “*aprender melhor*”, sendo o novo papel da escola o de “*promover a aquisição de saberes e competências chave e de auxiliar a estruturar a grande diversidade de vivências exteriores em torno desses saberes e competências chave*” (Figueiredo, 1998 in Costa,1999).

1.2.1. O papel do Professor na escola do século XXI

De acordo com *Dale Carnegie a melhor maneira de nos preparamos para o futuro é consertar toda a imaginação e entusiasmo na execução perfeita do trabalho de hoje*, assim podem ser colocadas diversas questões: “Que tipo de professores são necessários para desempenhar um papel global na sociedade emergente?” Os professores reconhecem que a escola está desatualizada em relação à sociedade e que os alunos estão cada vez mais desinteressados pelas atividades escolares tradicionais. Por estes motivos, tentam introduzir as novas tecnologias nas práticas educativas, embora não tenham, por vezes, conhecimento profundo do seu potencial pedagógico. No entanto, a inserção destas tecnologias tem um carácter atrativo, sem contudo afetar questões-chave dos processos pedagógicos tais como, o currículo, a avaliação, a relação professor/aluno, as novas formas de aprender e de construir o conhecimento (Correia, 2003; Paiva, 2003).

As diversas atividades estão centradas no aluno e no desenvolvimento das suas competências, sofrendo o papel do professor sucessivas alterações, exigindo-se ao docente um perfil diferente do tradicional. O professor deixa de realizar um papel de mero transmissor de conhecimentos, passando a ser aquele que coloca desafios, oferece materiais personalizados, orientando o aluno para que aprenda ativamente, isto é, o professor passa a ser um tutor na procura do saber / conhecimento, o qual adota uma ação permanente de aprendiz com os alunos e outros agentes da comunidade. Exerce funções pedagógicas, de coordenador e gestor de recursos e equipamentos, melhorando a formação técnica ao nível das ferramentas e instrumentos mas também na aquisição e desenvolvimento de novas competências didáticas e pedagógicas (Brás, 2003). A tabela 1 resume as novas formas de entender o papel do professor do séc. XXI relativamente ao professor do ensino tradicional.

Tabela 1 - Novas formas de entender o papel do Professor.

Professor no Ensino Tradicional	Professor no séc. XXI
Professor detentor exclusivo do saber.	Professor que reconhece que o conhecimento é partilhado e distribuído.
Professor “sabe Tudo”.	Professor aprendiz.
Professor “Obstáculo”.	Professor “Agente de mudança”.
Professor que “dá” o programa todo.	Professor que interpreta, gere e adapta o currículo às características e necessidades dos alunos, criando contextos de aprendizagem tão produtivos quanto possível.
Professor que se limita a seguir o livro e a usar quadro e giz.	Professor que utiliza materiais diversificados, estimulando os alunos a utilizar as diversas fontes de informação.
Professor que monopoliza o discurso na sala de aula.	Professor que transforma a aula numa verdadeira comunidade de aprendizagem, na qual os alunos têm um papel de relevo.

Atualmente o papel do professor não é ser um mero transmissor de conhecimento mas deve ser um mero orientador da informação de forma a estimular e despertar o interesse dos alunos para o conhecimento e o que advém deste. No entanto, o professor como não é detentor de toda a verdade absoluta é também um aprendiz.

1.2.2. Ensino das Ciências Experimentais na Escola

A finalidade da Educação em Ciências Experimentais, enquanto componente da experiência educativa global de todos os jovens é prepará-los para uma vida plena no mundo do século XXI. Especificamente, as unidades curriculares das ciências experimentais devem:

- Estimular o entusiasmo e interesse pela ciência de modo a que os jovens se sintam confiantes e competentes ao lidar com matérias científicas e técnicas;
- Ajudar os jovens a adquirir uma compreensão geral das ideias importantes, das bases explicativas das ciência e dos procedimentos do inquérito científico, que têm maior impacto no nosso ambiente e na nossa cultura em geral;
- Possibilitar o aprofundamento do conhecimento quando necessário, quer por interesse pessoal dos alunos, quer por motivação de percurso profissional (DGDIC, 2011).

Vários autores têm apresentado diversas propostas de ensino/aprendizagem das ciências que visam melhorar a sua fundamentação em orientações da didática das ciências, aproximando-se das representações epistemológicas atuais. Descreve-se concretamente modelos de aprendizagem de ciências como investigação (Maiztegui, *et al.*, 2002), como pesquisa orientada (Hodson e Hodson, 1999), de investigação a partir de situações-problema (Gil-Pérez e Carrascosa-Alis, 1994) ou de ensino por pesquisa (Cachapuz *et al.*, 2000a; Cachapuz *et al.*, 2000b).

Estes modelos consideram a natureza da ciência como uma importante componente do ensino das ciências, dando ênfase a uma educação científica não só em «em ciência» mas também «sobre ciência».

A perspetiva de **Ensino Por Transmissão (EPT)** baseia-se numa visão behaviorista da aprendizagem, existindo um pressuposto epistemológico, empirístico, de que os conhecimentos existem fora de nós e de que, para os aprender, é suficiente escutar, ouvir com atenção. O conhecimento é visto como sendo acumulativo, absoluto e linear. Trata-se de uma didática repetitiva, com base na memorização, onde se transmite um conhecimento absoluto. O aparecimento de variadas irregularidades com a introdução de quadros interpretativos provenientes de outras disciplinas e a tentativa de implementação de modelos pedagógicos intuitivos contribuíram para a recusa unânime, a nível teórico, desta perspetiva (Cachapuz, 2000).

Por volta dos anos 70, séc.XX surge a perspetiva de **Ensino Por Descoberta (EPD)**, a qual se cinge a perspetivas empiristas/indutivistas e behavioristas, respetivamente. Tem por base a observação dos fatos dados ou obtidos em que o aluno pode partir à descoberta do conteúdo científico. O professor desenvolve as suas estratégias delineando um único caminho

possível para a descoberta pelos alunos. A avaliação deste modelo pedagógico, bem como os seus fundamentos epistemológicos, na década de 80, séc. XX, em conjunto com a tentativa de introdução de outros quadros teóricos de referência, levam à adoção de outro modelo de ensino (Cachapuz, 2000).

A perspectiva de *Ensino por Mudança Conceptual (EMC)*, com raízes epistemológicas racionalistas e perspectiva de aprendizagem construtivista, dá valor às concepções alternativas dos alunos relativas aos conceitos científicos. As estratégias utilizadas são a captura das concepções alternativas dos alunos e a troca conceptual desses conhecimentos pelos conhecimentos científicos. É uma estratégia que tem por base a sobrevalorização dos conceitos e domínios metodológicos. Contudo, constata-se uma falta de acompanhamento dos professores relativamente às questões principais do paradigma de EMC, o que levou ao enfraquecimento desta perspectiva de ensino (Cachapuz, 2000).

Para Gil-Pérez e Carrascosa-Alis (1994), o ensino/aprendizagem parte do confronto entre as ideias prévias dos alunos e as ideias cientificamente aceites, conforme era defendido nos modelos por mudança conceptual. Não se realiza investigação científica para questionar ideias ou promover a mudança conceptual, mas sim com o objetivo de lidar com problemas de interesse científico. Para Gil-Pérez, as situações-problema são questões de carácter científico, que permitem o aparecimento de novas ideias através de conhecimentos adquiridos por um trabalho investigativo. Estes investigadores sugerem uma estratégia de ensino que se baseia na organização da aprendizagem como uma atividade de investigação, conforme evidencia a tabela 2.

Tabela 2 – Estratégias de Ensino para organizar a aprendizagem como uma atividade de investigação (Gil-Pérez, 1994; Gil-Pérez e Carrascosa-Alis, 1994).

1. Formular situações problemáticas que, tendo em conta as ideias, visões do mundo e competências e atitudes dos alunos, geram interesse e proporcionam uma primeira concepção da tarefa.
2. Propor um estudo qualitativo da situação-problema, tomando decisões, com auxílio de pesquisa bibliográfica para definir e delimitar problemas concretos.

3. Orientar o tratamento científico dos problemas colocados, o que implica entre outras coisas:

- Inventar conceitos e emitir hipóteses (ocasião para que as ideias prévias sejam utilizadas para fazer previsões).
- Elaborar estratégias de resolução (incluindo, se necessário, planificações experimentais, para testar hipóteses à luz do corpo de conhecimentos de que se dispõe).
- Resolver e analisar resultados, comparando-os com os obtidos por outros grupos de alunos ou pela comunidade científica, o que pode produzir conflitos cognitivos entre diferentes concepções (tomadas como hipóteses) e obrigar a formular novas hipóteses.

4. Propor a utilização dos novos conhecimentos em variadas situações para os aprofundar e consolidar, dando grande importância às relações CTS que caracterizam o desenvolvimento científico e dirigindo todo este tratamento de forma a mostrar o caráter de corpo coerente de conhecimento que tem toda a ciência. Favorecer as atividades de síntese (esquemas, memórias, mapas conceituais), a elaboração de produtos que ajudem a aumentar o interesse e a conceção de novos problemas.

Hodson e Hodson (1998), afirmava a não existência de um processo único e linear para realizar uma pesquisa, defendendo que seria útil desenvolver uma pedagogia com base em cinco fases: iniciação, planeamento, realização, interpretação e relato/comunicação.

- Iniciação: É a fase de interesse, empenhamento e focagem para a pesquisa, em que o professor ou os alunos podem colocar questões interessantes. Em muitos casos poderá ser necessário estimular o interesse e a curiosidade dos alunos. Nas fases seguintes, os alunos trabalham individualmente ou em grupo e acompanhados pelo professor para obter a informação que os conduzirá aos assuntos e questões levantadas na fase inicial.

- Planeamento: Tomam-se as decisões sobre o objeto, fenómeno ou evento a estudar, as fontes de informação a consultar, o tipo de experimentação a realizar, etc.

- Realização: As decisões tomadas na fase anterior implicam um trabalho que pode exigir conhecimentos e capacidades que os estudantes já possuam, ou tenham que requerer através do desenvolvimento de novas formas de pensar e agir.

- Interpretação: Análise dos resultados promovendo um espírito crítico dos alunos.

- Relato e comunicação: O aluno aprende e utiliza as diversas formas de comunicação.

Um grupo de investigadores do ensino das ciências provenientes de vários países elaborou uma proposta muito atual de aprendizagem das ciências (Maiztegui et al., 2002). Nesta proposta aprofundam uma conceção de aprendizagem das ciências com base na atividade de investigação, relevando uma dimensão habitualmente esquecida no ensino das ciências: a dimensão tecnológica. Consideram que a aprendizagem deve incorporar de forma mais efetiva uma vertente mais tecnológica, não só como exemplo ou aplicação do conhecimento científico, mas aproximando os estudantes do trabalho que fazem os tecnólogos. Sugerem que a aprendizagem seja planeada como um trabalho de investigação e de inovação através do tratamento de situações problemáticas, relevantes para a construção do conhecimento científico-tecnológico. As atividades devem ser abertas e criativas, orientadas pelo professor, e inspiradas em trabalhos científicos e tecnológicos. O estudo deve ser qualitativo e significativo das situações problemáticas abordadas de forma a situá-las à luz dos conhecimentos disponíveis, dos objetivos pretendidos, formulando perguntas coerentes sobre aquilo que se pesquisa. A elaboração e execução de estratégias de resolução, incluindo a planificação de procedimentos experimentais, para pôr à prova os conhecimentos que possuem, vai implicar um trabalho de natureza tecnológica que resulta da necessidade de resolver os problemas práticos aos quais foram sujeitos. A análise e comunicação dos resultados, comparando-os com os obtidos por outros grupos e pela comunidade científica, vai desenvolver nos estudantes uma familiaridade com a leitura e elaboração de memórias científicas e trabalhos de divulgação.

Contudo esta intervenção não deve ser entendida no sentido da prescrição de um algoritmo que guie, o ensino-aprendizagem. O objetivo é alertar para aspetos que são essenciais ao trabalho científico e tecnológico que não têm sido suficientemente considerados no ensino das ciências.

No entanto, não esquecendo a perspetiva de **Ensino por Pesquisa (EPP)**, que é uma proposta fundamentada na Nova Filosofia da Ciência que considera, além das dimensões conceptual e processual, as dimensões ética, social e cultural da produção e utilização do conhecimento científico (Cachapuz et al., 2000a; Cachapuz et al., 2000b). De acordo com estes autores, procura-se um afastamento em relação a algumas das propostas de ensino por investigação anteriormente apresentadas, já que estas estão ainda demasiado centradas no trabalho científico, desvalorizando as dimensões éticas, sociais e culturais da ciência. O EPP

propõe uma abordagem de situações-problema ligadas ao quotidiano dos alunos, permitindo a estes refletir sobre os processos da ciência e da tecnologia, bem como as suas inter-relações com a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

O ensino CTSA, tem por base um ensino por pesquisa, promovendo no aluno a necessidade de encontrar no seu dia a dia a resposta para diversos problemas com que se defronta. O aluno tem aqui um papel ativo na pesquisa da solução para o problema que ele próprio formulou sentindo-se motivado para aprender. O professor, por sua vez, assume um papel de problematizador dos saberes, organizador de processos de partilha, interação e reflexão crítica, promotor de debates sobre as situações-problema reais do quotidiano, sobre situações clarificadoras de valores e deve estimular o envolvimento dos alunos, o que exige mais dele cientificamente (Cachapuz *et al.*, 2000a; Cachapuz *et al.*, 2000b).

O EPP utiliza um pluralismo metodológico, isto é, envolve, trabalho experimental e trabalho de campo, a procura, seleção e organização de informação e o debate de situações problemáticas. O trabalho experimental é um instrumento primordial para a educação científica, no entanto, promove um desenvolvimento de atividades mais abertas, valorizando contextos não estritamente académicos. Estas atividades geram situações em que os dados obtidos por via experimental promovem discussões conjuntamente com elementos vindos de outras fontes, em que, a validação dos resultados, nomeadamente pelo confronto com a informação é fornecida pelo professor. O professor nos dias de hoje deve desempenhar um papel de orientador da pesquisa, formulando questões para a reflexão, valorizando uma abordagem de assuntos controversos e de dilemas com base em aspetos sociais, económicos e éticos da ciência, utilizando metodologias de ensino por pesquisa envolvendo trabalho prático e/ou laboratorial.

1.2.3. Metodologias de ensino das Ciências

O EPP recorre a um pluralismo metodológico. Contudo, entre as estratégias de trabalho, nas “quais se englobam tarefas e várias atividades a desenvolver a nível de práticas de ensino, destaca-se pela sua relevância no EPP o Trabalho Experimental” (Cachapuz, 2000). Para entender a importância dada ao trabalho experimental, é necessário diferenciar os termos relacionados com trabalho prático/trabalho laboratorial/trabalho de campo/trabalho experimental que têm sido usados de forma indiscriminada, refletindo alguma ambiguidade

(Bastos, 2006). O esquema da figura 1 ilustra as relações existentes entre os termos acima indicados.



Figura 1 - Relação entre trabalho prático, trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental (Adaptado de Hodson, retirado de Celia, 2006).

Assim, o trabalho prático é definido como “atividades realizadas pelos alunos na sala de aula, no laboratório ou no campo e que implicam uma interação com materiais e equipamento” (Miguens, 1999 *in* Fernandes e Silva, 2004). O trabalho experimental está relacionado com a “necessidade de controlar e manipular variáveis” (Leite, 2001). Então, as atividades experimentais podem corresponder a atividades laboratoriais, de campo ou a qualquer outro tipo de trabalho prático. No fundo, entende-se por trabalho experimental “trabalho referente a investigações, que os alunos podem desenvolver recorrendo a recursos variados obtendo experiências significativas que permitam a construção, no seio de comunidades de aprendizagem, de significados de conceitos próximos dos que são aceites pela comunidade científica” (Oliveira, 1999 *in* Fonseca, 2005).

Leslie Trowbridge e Rodger Bybee (1990) *in* (Valadares, 2006) referem que as capacidades desenvolvidas com o trabalho experimental se dividem em, capacidades aquisitivas, capacidades organizacionais, capacidades criativas, capacidades manipulativas e capacidades de comunicação. Constata-se que é grande o prejuízo em termos de desenvolvimento de capacidades quando não se realizam atividades experimentais ou estas são mal concebidas e exploradas.

No entanto, não são referidas nesta classificação as capacidades do foro afetivo e social, que também são desenvolvidas através da realização de atividades experimentais num ambiente adequado na sala de aula. Todas estas capacidades preparam os alunos para a vida social, para uma cidadania crítica e responsável, para uma formação num contexto prático e numa perspetiva de interação da CTSA. O trabalho experimental promove no aluno uma maior compreensão do conhecimento científico, nomeadamente dos conceitos científicos, seja de ordem elevada, em comparação com a compreensão do conhecimento científico

transmitido pela exposição de conteúdos. O trabalho experimental é, então, um “instrumento primordial na construção de conceitos, competências, atitudes e valores” (Cachapuz, 2000).

Torna-se pertinente evidenciar a importância do trabalho experimental pois este estabelece a ponte entre a teoria e a prática que existe na Ciência, tornando-se, assim, essencial que os alunos tenham contato com a parte experimental de forma a relacionar a ciência como um todo.

1.2.4. Perspetivas atuais sobre a Educação em Ciências e a sua integração nos Currículos Portugueses

Torna-se pertinente para os professores, cientistas e poder político que os resultados obtidos pela aprendizagem da ciência não satisfazem os objetivos de educação das sociedades atuais. Como tal, é fundamental a perceção da educação em grupo, isto é, em que todos os agentes interajam na construção de um processo educacional. O trabalho de grupo para além de constituir uma motivação torna-se indispensável à perceção da aprendizagem enquanto um todo significativo, no qual, cada elemento contribui, de forma decisiva para a produção e apreensão global do conhecimento. Torna-se estimulante tanto para os alunos como para os professores, entender certos problemas que existem na ciência, tais como, algumas condutas erradas de alunos/professores que são impeditivas ou não facilitadoras do trabalho no meio científico. Esses problemas podem ser ultrapassados se existir entre a população escolar um desenvolvimento científico contínuo.

Os objetos de estudo na ciência devem passar a ser problemas abertos em que os alunos se devem envolver, pesquisando informação, valorizando ligações, desenvolvendo competências (onde a criatividade e o espírito crítico têm um valor primordial), atitudes e valores relevantes do ponto de vista pessoal e social (Cachapuz, 2000).

Contudo, estes estudos têm mostrado o quão afastada de respostas cientificamente aceites está uma fração apreciável da população. Por exemplo, no estudo conduzido em 1996/97, em vários países, Portugal ficou situado no último lugar dos doze países europeus participantes (Rodrigues *et al.*, 2000), em que o desfasamento diminui quando aumenta o nível de escolarização (Miller, 1994; National Science Board, 1998) e o modo como crenças, fanatismos e ideias anticientíficas (designadas por alguns como pseudociências) proliferam mesmo nos países com maior desenvolvimento científico. Desta forma torna-se importante “alfabetizar cientificamente” a população escolar, começando esta iniciação na escola e pelos

professores. Só desta forma é que a ciência e o conhecimento por esta se tornará útil para toda a sociedade.

1.2.5. A História das Ciências nos currículos atuais portugueses

É importante fomentar o conhecimento da História das Ciências a todos os níveis de ensino, pois esta apresenta a ciência em todas as suas dimensões apresentado-a como uma prática social e cultural. Numa cultura onde a ciência deveria ter um carácter prático sociocultural, pois o conteúdo teórico é tão mais válido quanto o conteúdo prático, a História das Ciências contribui para a consciencialização sobre o funcionamento da investigação científica, assim como sobre as suas apropriações tecnológicas e a transmissão dogmática de conhecimentos. Tem-se desenvolvido a noção de que a educação científica pode abranger uma perspetiva rigorosa, isto é, refere a construção da ciência/natureza da ciência, na qual esta adota grande pertinência entre a afinidade da ciência, tecnologia e sociedade (Santos, 1999).

O ensino, na área científica, alcançou uma importância incontestável nos finais do século XX, em particular na área da pesquisa, assentando numa grande variedade de fundamentos consignados em documentos de referência tais como as publicações da *American Association for the Advancement of Science* (AAAS) e da *National Research Council* (NRC). Esses fundamentos devem ser rigorosamente observados a fim de serem adotadas as melhores estratégias de ensino. Poder-se-á recorrer a diversas estratégias que se revelam produtivas na construção de uma imagem adequada do trabalho científico por parte dos alunos.

Verifica-se que no *Science For All Americans*, tal como no *National Science Education Standards*, dão ênfase a um ensino onde a investigação e a pesquisa possibilita aos estudantes fortalecer os seus conhecimentos, contribuindo para uma evolução intelectual e pessoal, oferecendo uma forma de raciocínio que pode ser usada na resolução de questões do quotidiano (Deboer, 2006). A contextualização e a interdisciplinaridade, entre as distintas áreas de conhecimento, é bastante relevante pois pressupõem uma sociedade contemporânea que aponta para a importância de uma educação diversificada, visto que a ciência está implementada nas distintas esferas da vida social. (Kuhn, 1970)

A ciência não é um método estático, imutável ao longo do tempo, mas pelo contrário, é um processo dinâmico que se constrói sobre sucessos e fracassos. Por isso, a ciência

beneficia quer de uns quer de outros na medida em que pode usufruir dos bons resultados e evitar os erros do passado. (Callapez, 2006) Estes autores consideram o dinamismo e a pertinência da história da ciência como algo que não é constante nem inalterável, como a própria ciência, mas sim como fonte útil de informação, para que os alunos/professores entendam sua importância.

Diversos autores reconhecem a importância do papel que a história das ciências pode desempenhar na educação. Matthews (1994), refere que a História das Ciências deveria incidir sobre:

- humanização das ciências, aproximando-as mais dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos. Ajudaria, assim:

- a tornar as aulas mais estimulantes e reflexivas, incrementando a capacidade do pensamento crítico, contribuindo para uma compreensão maior dos conteúdos científicos,
- a melhorar a formação dos professores levando ao desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, isto é, a um melhor conhecimento da estrutura de ciência e seu lugar no marco intelectual das coisas.

No mundo contemporâneo, onde os avanços científicos e tecnológicos ocorrem a uma velocidade extraordinária, a História das Ciências pode ser um instrumento privilegiado não somente para a formação de cientistas, mas dos cidadãos em geral, pois "entender a ciência torna-se cada vez mais crucial num mundo de biotecnologia, computadores e bombas" (Gould, 1991). A história das ciências pode influenciar tanto no sentido de mudar a consciência da população em geral relativamente à ciência, como formar cidadãos críticos, assumindo a educação um papel primordial.

O uso da História das Ciências pode valorizar as aulas de Química e torná-las mais estimulantes, no sentido em que pode ser um fator de contextualização de certos conteúdos que podem ser trabalhados e articulados entre as diferentes disciplinas lecionadas. Como exemplo, numa aula de história poderia confrontar-se a História da Alemanha e o desenvolvimento da Química durante a I Guerra. Os professores de História e os professores de Química podem desenvolver um programa conjunto onde exista um paralelismo com a ciência, dando enfoque à interdisciplinaridade. Tal como este caso, ocorrem outros de como a História das Ciências pode ser utilizada para abordar assuntos dos currículos atuais de várias disciplinas.

1.2.6 O Átomo

Torna-se fundamental estudar a história do átomo e a sua evolução, pois desta forma os alunos terão a possibilidade de perceber como este evoluiu.

Há cerca de 2500 anos, na Grécia Antiga, os filósofos gregos discutiam sobre a constituição da matéria. Os atomistas, (Demócrito e Leucípo), acreditavam que, dividindo a matéria em partes sucessivamente mais pequenas, chegar-se-ia a uma parte tão pequena que esta já não poderia ser mais dividida – o átomo, palavra que em grego significa “indivisível”. Hoje, continuamos a chamar átomos aos blocos elementares da matéria, embora saibamos que os átomos são divisíveis. A ideia da existência dos átomos foi largamente debatida durante séculos, mas não se chegou a nenhuma conclusão porque não se podia provar a sua existência. Não foi possível resolver esta questão, antes do desenvolvimento pelos cientistas das técnicas necessárias para realizar experiências que pudessem diferenciar a matéria “contínua” da “descontínua”.

Nos séculos XIX e XX, uma enorme diversidade de experiências sugeria a existência de átomos, tornando a sua aceitação cada vez mais consensual. Hoje em dia, os átomos podem “ser vistos” usando microscópios de varrimento por efeito túnel, que foi criado em 1982 pelo físico suíço Heinrich Rohrer (Rohrer, H., 2014). Portanto já ninguém duvida da sua realidade.

O átomo é constituído por uma zona central – núcleo - onde reside praticamente toda a sua massa. O núcleo é constituído por **protões** (partículas com carga elétrica positiva) e por **neutrões**, partículas sem carga elétrica, conforme ilustrado na figura 1 do Anexo I. Em torno do núcleo movem-se em todas as direções os eletrões de carga elétrica negativa com massa cerca de 2000 vezes mais pequena do que as partículas que constituem o núcleo. Num átomo, o número de protões é igual ao número de eletrões. Daí um átomo ser eletricamente neutro, pois a carga do protão é igual à carga do eletrão, tabela 1 do Anexo I, mas de sinal contrário. São corpúsculos incrivelmente pequenos e não têm todos as mesmas dimensões.

Um núcleo atómico é 100 000 vezes mais pequeno que o próprio átomo, o que indica a existência de “enormes” zonas vazias entre os eletrões. Se o núcleo fosse do tamanho de uma bola de futebol, um átomo teria um raio médio de 10 km, isto é, teria um tamanho equivalente a cerca de 100 campos de futebol.

Segundo Valadares (2004), até meados do século XX, o mundo das partículas que constituem a matéria parecia relativamente simples: **protões**, **eletrões** e **neutrões**. No entanto, a física das partículas sofreu grandes avanços no final deste último século! Em 1932, foi

descoberto o **positrão** (antipartícula do eletrão, ou seja, igual ao eletrão excepto no sinal da carga). Em 1937 foi descoberto nos raios cósmicos, o **muão**, uma espécie de irmão mais “gordo” do eletrão. Entre 1937 e 1970 descobriram-se dezenas de novas partículas!

Atualmente, aceita-se o chamado **Modelo Standard**, que descreve partículas e interações a nível sub-atómico. De acordo com esta teoria, há apenas três famílias de partículas: os **leptões**, os **hadrões** e os **bosões padrão**. É ainda uma teoria incompleta, mas é considerada a melhor teoria.

Em 1968, foram realizadas experiências no Acelerador Linear de Stanford (SLAC), na Califórnia, que mostraram que os prótons e os neutrões não são partículas uniformes, sendo constituídos por partículas carregadas.

Murray Gell-Mann explicou o comportamento dos hadrões (dos quais fazem parte os neutrões e os prótons), admitindo que existem partículas mais pequenas que denominou **quarks**.

Atualmente, considera-se que os átomos são constituídos por um núcleo central (de carga positiva) rodeado por eletrões (carga negativa). No entanto, nem sempre foi assim. Como já referido anteriormente, na Grécia Antiga, Demócrito defendia que toda a matéria era constituída por partículas indivisíveis e de dimensões muito reduzidas. Este filósofo defendia, ainda, que toda a matéria se podia dividir em porções cada vez menores, até um limite – o átomo.

Com base em experiências por si desenvolvidas, Dalton defendia que os átomos eram esferas indivisíveis de reduzidíssimas dimensões, sendo a sua massa uma característica de cada tipo de átomos. Em 1897, Joseph Thomson descobriu o eletrão e propôs um modelo em que o átomo era uma esfera maciça de carga positiva, distribuída uniformemente, estando os eletrões dispersos no seu interior (tal como passas num bolo) em número suficiente para que o átomo fosse uma partícula neutra. Este modelo ficou conhecido como modelo atómico do pudim de passas. Ernest Rutherford, físico e químico inglês nascido na Nova Zelândia, concluiu que os átomos não podiam ser compactos, como defendia Thomson e que a maior parte do espaço dos átomos é vazio, existindo no seu interior uma pequena região central positiva muito densa, a que chamou de núcleo e à volta do qual giram os eletrões com órbitas bem definidas. Em 1913, o físico dinamarquês Niels Bohr propõe algumas alterações ao modelo de Rutherford afirmando que o átomo possuía um núcleo central e os eletrões descreviam órbitas circulares, bem definidas e com níveis de energia específicos. Todos estes modelos foram, precursores do modelo atómico atual (Modelo da Nuvem eletrónica), em que

a noção de órbita bem definida foi substituída por zonas de probabilidade onde se pode encontrar um eletrão (descrição e explicitação promenorizada de toda a evolução do modelo atómico está em Anexo I).

Capítulo 2- O Programa Nacional de Química do 3º Ciclo do Ensino Básico, referente ao 9º Ano

Este capítulo revê os currículos e respetivos programas para o ensino da Química em Portugal no 3º ciclo do ensino básico. O objetivo é analisar como é que os conteúdos relativos ao ensino da constituição do átomo foram ministrados ao longo dos 7º, 8º anos de escolaridade, de forma a que os alunos entendam os fundamentos teóricos da unidade, designada por “Classificações dos Materiais”, contida no programa de 9º ano.

2.1. Programa Nacional do 3º Ciclo Ensino Básico numa Perspetiva da Química

Em Portugal, o programa do 3º ciclo do ensino básico para a disciplina de Ciências Física e Química abrange três anos letivos, 7º, 8º e 9º anos. O programa de Ciências Física e Química do 9º ano, na área de química, integra a unidade 3 “Classificação dos Materiais”, cujas subunidades são a estrutura atómica, as propriedades dos materiais e tabela periódica e a ligação química (tabela 3).

Tabela 3 - Unidade e temas da componente de Química do 9º Ano (Fiolhais *et al.*, 2013).

Unidade 3: Classificação dos Materiais		
Estrutura Química ○ Evolução do Modelo Atómico. ○ Constituição do Átomo. ○ Número atómico e número de massa. ○ Definir massa atómica relativa.	Propriedades dos Materiais e Tabela Periódica ○ Contributo de Mendeleev. ○ Identificar os elementos químicos na Tabela Periódica. ○ Identificar o Período e grupos. ○ Identificar os metais e não	Ligação Química ○ Identificar os tipos de ligação: covalente, química e metálica. ○ Regra do octeto e notação de Lewis. ○ Noção de compostos orgânicos.

○ Definir e identificar isótopos mais abundantes na natureza. ○ Distribuição eletrónica. ○ Representar e identificar os iões.	metais. ○ Propriedades físicas e químicas dos metais e não metais.	○ Distinguir hidrocarbonetos saturados e insaturados.
---	---	---

A unidade 3 tem como finalidade permitir a metodização e consolidação de conhecimentos e competências essenciais previstos no programa do 3º Ciclo do Ensino Básico. No final desta unidade, o aluno deverá ser capaz de:

- analisar e comparar a evolução do modelo atómico e através deste fazer a ligação com a constituição do átomo.
- ter capacidade para distinguir número atómico de número de massa e fazer a interligação com a distribuição eletrónica.
- reconhecer e distinguir as propriedades dos materiais e fazer o paralelismo com a Tabela Periódica dos elementos, Período e Grupos.
- diferenciar a ligação covalente e saber representar a regra do octeto.
- distinguir ligação iónica de ligação metálica, fazendo a interligação com a estrutura atómica.
- discriminar e interrogar-se da disparidade de moléculas polares/apolares e fazer a respetiva interligação com as ligações intermoleculares.
- interpretar a composição de um hidrocarboneto e distingui-lo de outros compostos orgânicos (Fiolhais *et al.*, 2013).

Esta unidade integra os tópicos estrutura química, propriedades dos materiais e tabela periódica e ligação química tendo como objetivos específicos a saber:

a) Estrutura Química

- Saber que o átomo é constituído por um núcleo (formado por protões e neutrões) em torno do qual se orbitam eletrões, que é eletricamente neutro e que há forças elétricas atrativas entre o núcleo e os eletrões.
- Saber que os átomos dos diferentes elementos químicos têm diferente número de protões.

- Saber o que é o número atómico e que é a propriedade que permite identificar um elemento químico.
- Saber o que é o número de massa de um dado átomo.
- Concluir qual é a constituição de um átomo, partindo do número atómico e do número de massa, e relacioná-la com a representação simbólica A_ZX .
- Definir isótopos e justificar a semelhança das suas propriedades químicas com base na igualdade da carga nuclear e do número de eletrões.
- Definir massa atómica relativa de um elemento químico.
- Saber que a massa atómica relativa de um elemento resulta da contribuição das massas relativas dos isótopos naturais e respetivas abundâncias.
- Interpretar a carga de um ião como a diferença entre o número de eletrões no total dos átomos ou moléculas que lhe dão origem e o número dos seus eletrões.
- Representar iões monoatômicos pela forma simbólica ${}^A_ZX^{N+}$ ou ${}^A_ZX^{N-}$ e identificar partículas isoeletrónicas.
- Saber que a nuvem eletrónica de um átomo livre é a região esférica em torno do núcleo (sem limites bem definidos) na qual os eletrões se movem, e que a probabilidade de encontrar eletrões é praticamente igual em qualquer direção, diminuindo com a distância ao núcleo.
- Associar o tamanho dos átomos aos limites convencionados da sua nuvem eletrónica.
- Saber que um átomo pode ser descrito por níveis de energia, caracterizados por números inteiros, que são ocupados por eletrões, e que um conjunto de níveis de energia constitui uma camada eletrónica.
- Determinar as distribuições eletrónicas dos átomos dos elementos ($Z \leq 20$) pelos níveis de energia das camadas eletrónicas, atendendo ao princípio da energia mínima e às ocupações máximas de cada camada eletrónica.
- Definir eletrões de valência, concluindo que estes estão mais afastados do núcleo.
- Saber que os eletrões de valência são responsáveis pela interação de um átomo com outros átomos e, portanto, pelo comportamento químico dos elementos.
- Relacionar o ião que um átomo tem tendência a formar com a sua distribuição eletrónica (Fiolhais *et al.*, 2013).

b) Propriedades dos Materiais e Tabela Periódica

- Compreender a organização da Tabela Periódica e a relação com a estrutura atômica usar informação sobre alguns elementos para explicar certas propriedades físicas e químicas das respetivas substâncias elementares.
- Saber o contributivo de Mendeleev para a Tabela Periódica.
- Identificar a posição dos elementos químicos na Tabela Periódica, a partir da ordem crescente do número atômico, e definir período e grupo.
- Determinar o grupo e o período de elementos químicos ($Z \leq 20$) a partir do seu número atômico ou conhecendo o número de eletrões de valência e o nível de energia em que se encontram.
- Identificar na Tabela Periódica elementos que existem na natureza próxima de nós e aqueles que só são produzidos no laboratório.
- Identificar, na Tabela Periódica, os metais e os não metais.
- Identificar, na Tabela Periódica, elementos pertencentes aos grupos dos metais alcalinos, metais alcalino-terrosos, halogéneos e gases nobres.
- Distinguir informações em Tabelas Periódicas relativas a elementos químicos (número atômico, massa atômica relativa) e às substâncias elementares correspondentes (ponto de fusão, ponto de ebulição e densidade).
- Justificar, recorrendo à Tabela Periódica, a tendência para formar iões estáveis dos elementos químicos dos grupos 1 (lítio, sódio e potássio), 2 (magnésio e cálcio), 16 (oxigénio e enxofre) e 17 (flúor e cloro).
- Distinguir, através de algumas propriedades físicas (condutividade elétrica, condutibilidade térmica, pontos de fusão e pontos de ebulição) e químicas (reações dos metais e dos não metais com o oxigénio e reações dos óxidos formados com a água), duas categorias de substâncias elementares: metais e não metais.
- Concluir qual é o comportamento, alcalino ou ácido, dos produtos de reação nas reações entre os óxidos metálicos e não metálicos e a água, a partir de experiências, e escrever as equações químicas correspondentes.
- Justificar a baixa reatividade dos gases nobres.

- Explicar a semelhança de propriedades físicas e químicas das substâncias elementares correspondentes a um mesmo grupo (1, 2 e 17) atendendo à sua estrutura atômica.

- Identificar os elementos que existem em maior proporção no corpo humano e outros que, embora existindo em menor proporção, são fundamentais à vida (Fiolhais *et al.*, 2013).

c) Ligação Química

- Compreender que a diversidade das substâncias resulta da combinação de átomos dos elementos químicos através de diferentes tipos de ligação: covalente, iónica e metálica.

- Saber que os átomos estabelecem ligações químicas entre si formando moléculas (com dois, três ou mais átomos) ou redes de átomos.

- Saber que há três modelos de ligações químicas: covalente, iónica e metálica.

- Associar a ligação covalente à partilha de eletrões entre átomos e distinguir ligações covalentes simples, dupla e triplas.

- Interpretar as ligações covalentes entre átomos de elementos químicos não metálicos usando a notação de Lewis e a regra do octeto.

- Saber que a ligação covalente se estabelece entre átomos de não metais quando estes formam moléculas ou redes covalentes, originando, respetivamente, substâncias moleculares e substâncias covalentes.

- Dar exemplos de substâncias covalentes e de redes covalentes de substâncias elementares com estruturas e propriedades diferentes (diamante, grafite e grafenos).

- Saber que átomos de elementos metálicos e não metálicos se ligam para formar redes de iões, cuja ligação se designa por iónica, se deve essencialmente à atração elétrica entre iões positivos e negativos, formando-se substâncias iónicas.

- Saber que os metais são constituídos por uma rede de átomos, cuja ligação, chamada metálica, se deve à partilha de eletrões de valência, que são muito livres.

- Identificar propriedades gerais (ponto de fusão, ponto de ebulição, condutividade elétrica e térmica) que distinguem substâncias moleculares, covalentes, iónicas e metálicas, relacionando essas propriedades com o tipo e a energia de ligação das unidades estruturais.

- Saber que o carbono entra na composição dos seres vivos, existindo nestes uma grande variedade de substâncias onde há ligações covalentes entre o carbono e os elementos hidrogénio, oxigénio e azoto.
- Saber que os compostos orgânicos são formados por cadeias ou anéis de átomos de carbono, contendo átomos de hidrogénio e podendo conter átomos de oxigénio, azoto ou de outros elementos.
- Saber que nas estruturas de Lewis dos compostos de carbono o número de pares de eletrões partilhados por cada átomo é quatro, estando todos estes pares de eletrões envolvidos nas ligações que o átomo estabelece.
- Saber o que são hidrocarbonetos e distinguir hidrocarbonetos saturados de insaturados.
- Associar famílias de compostos orgânicos a grupos característicos de átomos (grupo funcional): álcoois, cetonas, aminas, ácidos carboxílicos, ésteres e aminoácidos
- Identificar grupos característicos funcionais em fórmulas de estrutura (incluindo fórmulas esquemáticas).
- Caracterizar, a partir de informação selecionada, polímeros naturais, artificiais e sintéticos, dar exemplos da sua utilização e referir prejuízos do seu uso excessivo (Fiolhais *et al.*, 2013).

A disciplina de Ciências Física e Química tem um peso importante no currículo dos alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico, pois é uma disciplina de tronco comum de Ciências Físicas e Naturais. Um dos turnos de 45 minutos deve ser dedicado, exclusivamente ao carácter prático-laboratorial, devendo estas aulas ser conduzidas num laboratório devidamente equipado com apoio se possível de um técnico de laboratório.

O programa deve ser adaptado à realidade sociológica dos alunos / professores, à necessidade de formar alunos com um nível de conhecimentos adequado, em que, a concretização do programa e destes objetivos pressupõem uma aposta indiscutível no carácter prático do estudo das ciências, incentivando-se o trabalho individual e em grupos.

O ensino das ciências neste programa assume três vertentes:

- A formação mais tradicional de conceitos, leis, princípios e teorias, numa construção mais conceptual.
- Reflexão sobre os aspetos de desenvolvimento da química e consequências sócio-científicas desses desenvolvimentos.

- A cultura individual e influências das aprendizagens no quotidiano do cidadão (Bello *et al.*, 2001).

A disciplina espelha as finalidades do Ensino Básico como expandir o conhecimento em física e química, relacionando os desenvolvimentos científicos com os aspetos sociais, políticos e ambientais e perceber a importância de experimentação no desenvolvimento dos conhecimentos científicos. No entanto, estes itens devem contribuir para o desenvolvimento do indivíduo como cidadão crítico, capaz de formar opiniões fundamentadas e capaz de as defender nos fóruns apropriados (Bello *et al.*, 2001).

As orientações fornecidas em contexto escolar para o ensino das ciências ditas experimentais, passam pelo papel de atividades práticas. Apesar de existir algumas controvérsias sobre a realização de trabalho prático, este continua a ser uma componente fundamental e importante para a formação em ciências dos educandos, no domínio da química e da física. No entanto o trabalho prático adquire vários significados, nomeadamente: “trabalho prático”, “trabalho laboratorial” e “trabalho experimental”, sendo estes definidos como:

- Trabalho ou atividade prática (AP) - tarefas realizadas pelos alunos manipulando os diversos recursos / materiais, dentro ou fora da sala de aula.

- Trabalho ou atividade laboratorial (AL) - os alunos realizam o trabalho prático individualmente ou em grupo, no laboratório.

- Trabalho experimental (TE) - os alunos manipulam variáveis, quer na forma de experiência guiada quer na forma de investigação. O trabalho experimental pode ser do tipo laboratorial ou não e do tipo experimental ou não (Bello *et al.*, 2001). O programa refere como mais-valia, o recurso das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) por constituírem um excelente potenciador do processo ensino-aprendizagem (Bello *et al.*, 2001).

Como tal, é necessário uma mudança curricular no ensino em Portugal por forma a aumentar o número de aulas experimentais, uma vez que predomina uma orientação mais teórica. A escola deve ser um espaço formativo e a educação uma prática de formação da pessoa, sendo então necessário que este espaço não se limite somente à transmissão de informações sobre um determinado assunto, mas sim que a escola tenha por missão contribuir para que o aluno desenvolva habilidades e competências que lhe permitam trabalhar as informações (Garcia, 2005).

Capítulo 3 – Metodologia

3.1. Metodologia Utilizada

A metodologia utilizada nesta dissertação é a de trabalho de projeto. A realização de projetos de investigação por professores surge porque é uma forma sistemática de os professores refletirem sobre as suas experiências profissionais, procurando atribuir-lhes sentido, intentando aprofundar a sua compreensão, com o intuito de agir sobre elas de um modo mais informado. Um projeto de investigação, sendo um procedimento científico, destina-se a obter informação e a formular hipóteses sobre um determinado fenómeno social ou científico. O primeiro passo consiste em expor o problema, com a formulação do fenómeno a investigar.

Na etapa seguinte, é necessário estabelecer objetivos, isto é, estipular aquilo que se pretende conhecer por intermédio da investigação. Depois, é a vez da hipótese que se formula como teoria a averiguar durante o projeto de investigação. O investigador deve incluir a justificação, que consiste em apontar as razões para estudar o problema.

O quadro teórico e de referência num projeto de investigação consiste em incluir citações e exemplos de outras investigações. Funciona como referência geral do tema a tratar, com dados que permitem entendê-lo com mais facilidade. Quando se chega ao tratamento de dados verifica-se que estes podem ser dados quantitativos e qualitativos, relativos ao tema em estudo sendo este o momento fulcral da investigação, durante o qual se procede a experiências, testes ou inquéritos, na medida do necessário, com vista a obter informações úteis para se chegarem a conclusões viáveis, segundo George Pólya (1945).

Cada vez mais se fala em projetos de investigação, onde o problema no decorrer da investigação assume um carácter vincadamente teórico, correspondendo a sua resolução a um aumento do conhecimento sobre o mesmo. Em suma, num projeto de investigação é necessário definir bem o objetivo, elaborar um plano de trabalho para o atingir, executá-lo e avaliar os seus resultados. Dessa avaliação surgem muitas vezes novas ideias para novos projetos e novas investigações. Na verdade, existe um paralelo que importa sublinhar entre o

processo de investigação — seja em ciências, seja sobre questões do ensino da Física e da Química — e o processo de resolução de um problema, tal como proposto por George Pólya (1945) no seu famoso livro *How to solve it*. A tabela número quatro é relativa à conceção de um projeto, segundo George Pólya e apresenta as etapas de resolução de um problema e de um projeto de investigação.

Tabela nº4 - Etapas de resolução de um problema (*George Pólya, 1945*).

Etapas	Resolução de um problema, segundo Pólya	Investigação
1	Compreender o problema	Caraterizar a situação-problema
2	Conceber um plano	Conceber um plano de trabalho
3	Executar o plano	Executar o plano
4	<i>Looking back</i>	Refletir sobre o trabalho realizado e identificar novas questões para investigação

De acordo com Pólya, numa investigação ou num projeto de investigação é preciso começar por caraterizar muito bem o problema ou a situação-problema que se quer resolver. Depois, é preciso conceber um plano de trabalho, definindo quais as atividades a realizar, os instrumentos a utilizar, o calendário a seguir, os recursos a mobilizar, o papel dos diversos

intervenientes no trabalho. Segue-se a fase de execução do plano, corrigindo a trajetória quando necessário. Finalmente há que avaliar o alcance do trabalho realizado, refletindo sobre o processo e o produto, e identificar novas questões para a investigação, conducentes ao sucesso da aprendizagem dos alunos e também ao desenvolvimento profissional do professor.

Neste trabalho de projeto, a proposta para a compreensão da problemática do átomo, baseia-se na técnica do inquérito, aplicado aos alunos, com vista à recolha de dados sobre o entendimento do átomo, de forma a alcançar os objetivos que definimos.

Na ficha número um, pretende-se fazer a interligação da ciência com a evolução atómica de modo a que os alunos percebam a importância dos cientistas do “passado” e vejam como com a sua perseverança foram obtidos certos avanços científicos, por exemplo, como os citados na ficha. Relativamente ao diálogo, fictício, presente na ficha número dois, entre os três cientistas, é pretendido que os alunos entendam que a química está presente no seu quotidiano, dando ênfase a esta ciência como algo que é indissociável no universo. A terceira ficha é outro exemplo em como os acontecimentos do dia a dia se relacionam com a química e se interligam com a música. Tenta-se mostrar a ligação entre a música e a química, nomeadamente, a letra da música mostra que o átomo não é um elemento isolado. Nas fichas número quatro e cinco, solicita-se que os alunos construam um átomo, através de um *applet*, que consigam distinguir um eletrão, um neutrão e um próton e que saibam qual a posição do átomo na tabela periódica. Por fim, devem identificar e distinguir um ião sabendo ver a sua estabilidade.

Para tal, são propostas as seguintes atividades com os objetivos demonstrados na tabela número 5:

Tabela nº5 - Fichas de trabalho.

Nome da Ficha	Objetivo	Excerto Exemplificativo
Ficha nº1 – Avanço Tecnológico	• Perceber a utilidade dos avanços científico na sociedade. • Entender a importância da primeira imagem dos átomos com a evolução dos modelos atómicos. • Compreender a passagem do modelo de Thomson para o modelo de Rutherford até se chegar ao modelo da Nuvem Eletrónica.	- “Recentemente cientistas do laboratório da IBM em Zurique, na Suíça, deram um grande passo para a nanotecnologia e eletrónica molecular...”; “...só agora foi possível mostrar a estrutura química de uma molécula com uma resolução atómica...”
Ficha nº2 – Diálogo entre químicos	• Identificar as personagens do diálogo. • Fazer a correlação do átomo com a evolução do modelo atómico. • Pesquisar e identificar o contributo dado pelas personagens para o conhecimento científico da Química.	- “Todos os produtos químicos são feitos das matérias-primas que se encontram na natureza.”; “...ocorre uma reação química entre o enxofre na ponta do fósforo e o oxigénio do ar para acender o bico do fogão...”; “A água, o açúcar, o café, são formadas por substâncias químicas.”

Ficha nº3 - Ouve e canta a versão adaptada da canção I'm Yours de Jason Mraz (I'm Atoms – Scientific Cover of Jason Mraz's I'm Yours)	• Entender que a música do quotidiano tem uma interpretação química. • Explicar os conceitos químicos e fazer a interligação com as temáticas dadas em sala de aula.	- “Well an atom's made of protons, neutrons, and electrons...”; “The elements are all the different types of atoms...”; “Atoms bond together to form molecules...”
Ficha nº4 - Construção de um Átomo	• Desenhar modelos que demonstrem átomos. • Saber identificar o número de protões, neutrões e eletrões, de forma a identificar o elemento na tabela periódica. • Determinar se o modelo corresponde a um átomo ou a um ião.	- “...exemplos de possíveis átomos, não esquecendo que estes têm de ser estáveis.”; “Pode-se transformar o átomo num ião positivo através de ganho de...”; “Descobre quais são os elementos químicos e determina o seu nome.”

Ficha nº5 - Construção de um Átomo	• Desenhar modelos que demonstrem a diferença entre átomos e iões. Saber identificar o número de protões, neutrões e eletrões, de forma a identificar o elemento na tabela periódica. • Determinar se o modelo corresponde a um átomo ou a um ião. Determinar quais as mudanças que podem ser originadas caso se mude o número de protões, neutrões e eletrões e que influência terá a carga e a massa do átomo ou do ião.	- "...exemplos de possíveis átomos, não esquecendo que estes têm de ser estáveis.”; “Pode-se transformar o átomo num ião positivo através de ganho de...”; “Descobre quais são os elementos químicos e determina o seu nome.”
---	--	--

3.2. Caraterização das Escolas e dos Alunos

A Escola Secundária António Damásio situa-se na Avenida Doutor Francisco Luís Gomes, na Freguesia de Santa Maria dos Olivais, em Lisboa, recebendo alunos da zona dos Olivais e de Marvila. É uma escola pública que foi alvo de requalificação por parte da Parque Escolar entre 2009 e 2011. Em 2013 ocupou a posição 227 no ranking de escolas (*Jornal Público de 9/11/2013*), num total de 1328 escolas.

A Escola Básica Jardim de Infância Vasco da Gama, situa-se na Rua Ilha dos Amores, na freguesia do Parque das Nações, numa das zonas nobres da cidade de Lisboa. Esta escola recebe alunos da zona do Parque das Nações. Em 2013 ocupou a posição 111 no ranking de escolas (*Jornal Público*), num total de 1328 escolas.

O questionário foi distribuído pessoalmente a 51 alunos de 9º Ano que frequentam o centro de estudos, Horizontes Criativos, e que fazem parte da população discente das escolas já citadas. Destes 51 alunos, 23 frequentam a Escola Secundária António Damásio e 28 frequentam a Escola Básica Jardim de Infância Vasco da Gama.

Ambos os grupos foram informados que a investigação se enquadrava no âmbito de uma dissertação de mestrado e tinha como objetivo analisar os conhecimentos dos alunos

sobre o Átomo, tendo sido garantido a estes o compromisso de confidencialidade dos resultados.

A colaboração foi bastante positiva havendo interesse por parte dos participantes e da instituição em facilitar o espaço para a aplicação do estudo.

Dos 51 alunos, 74.5 % são do género feminino e 25.5 % do género masculino, como ilustrado no gráfico 1.

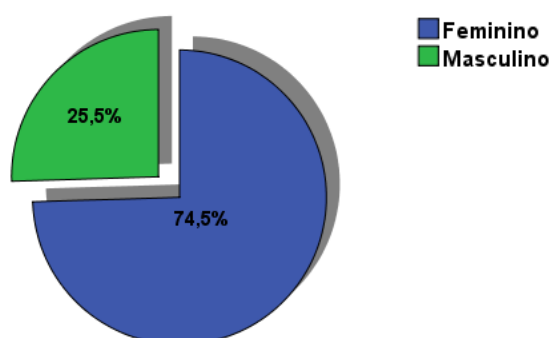


Gráfico 1 – Caraterização da amostra em termos de género (n = 51).

No gráfico 2 observa-se a caracterização etária dos participantes, dos quais 51.0 % (n = 26) encontravam-se na faixa etária dos 14 anos, 29.4% (n = 15) na faixa etária dos 15 anos, 17.6 % (n = 9) na faixa etária dos 16 anos e com 2.0 % (n = 1) na faixa etária dos 17 anos.

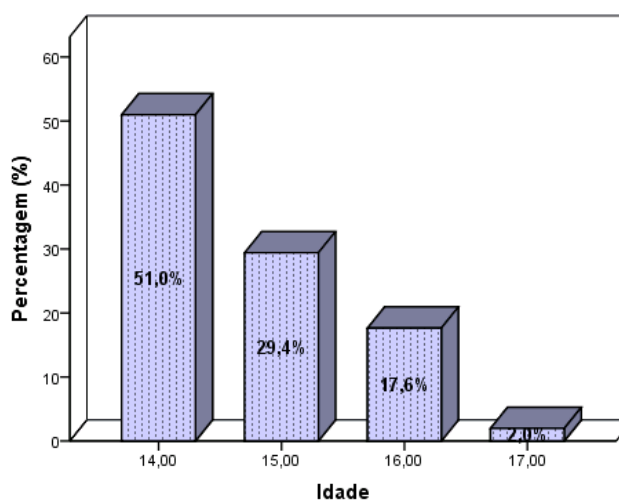


Gráfico 2 - Distribuição dos alunos quanto à faixa etária.

A média das idades foi de 14.71 e o desvio-padrão de 0.83, conforme ilustrado na tabela 6.

Tabela 6 - Estatística descritiva para a variável sociodemográfica (Idade).

Variável	Média	Mediana	Moda	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Idade	14.71	14.00	14.00	0.83	14.00	17.00

Quanto à escola frequentada por estes alunos, verificou-se que 45.1 % (n = 23) frequentam a Escola Secundária António Damásio e 54.9 % (n = 28) frequentam a Escola Básica Jardim de Infância Vasco da Gama, como referenciado no gráfico 3.

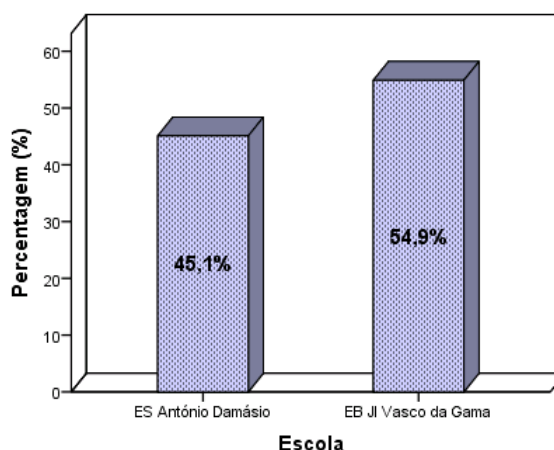


Gráfico 3 - Percentagem de alunos por escola (n = 51).

Para se ter uma melhor perceção dos resultados obtidos relativamente às afirmações do questionário, formou-se uma nova variável denominada itens globais. Esta nova variável resulta do somatório dos dados recolhidos em todas as afirmações e varia numa escala entre 10 - 50 (tendo em conta os valores assumidos). Para esta nova variável obtêm-se uma média de 39.09 e um desvio-padrão de 3.92, como ilustrado na tabela 7.

Tabela 7 - Estatística descritiva para a variável itens globais.

Variável	Média	Mediana	Moda	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Itens globais	39.09	38.00	38.00	3.92	32.00	48.00

O gráfico 4 caracteriza as respostas dadas pelos alunos para cada afirmação do questionário face aos conhecimentos do subtema Estrutura Atómica. Observou-se uma concordância máxima no conhecimento dos participantes neste tema de 19.6 % (n = 10) para a escala de 38.00, de 11.8 % (n = 6) para a escala de 37.00, de 7.8 % (n = 4) para a escala de 39.00, 42.00, 43.00 e 44.00, de 5.9 % (n = 3) para a escala de 33.00, 34.00, 36.00 e 41.00, de 3.9 % (n = 2) para a escala de 35.00, de 2.0 % (n = 1) para a escala de 32.00, 45.00, 46.00, 47.00 e 48.00.

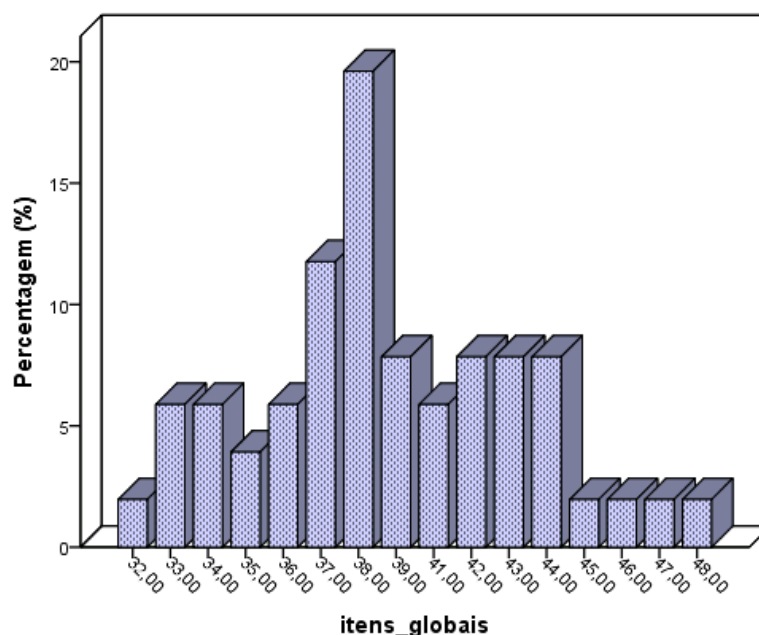


Gráfico 4 - Percentagem dos itens globais referentes ao conhecimento do tema, Estrutura Atómica.

Formou-se uma nova variável para a idade designada por “Nova Idade”, a qual foi subdividida em dois grupos: o grupo dos alunos mais novos cujas idades estavam compreendidas entre 14 - 15 anos e o grupo dos alunos mais velhos cujas idades estavam compreendidas entre os 16-17 anos.

Observámos que 80.4 % dos participantes pertencem ao grupo dos alunos mais novos e os restantes 19.6 % ao grupo dos alunos mais velhos, como ilustrado na tabela 8.

Tabela 8 – Caracterização da amostra em termos de grupo etário (n = 51).

Nova idade (Anos)	N	Percentagem (%)
14 - 15	41	80.4
16 - 17	10	19.6
Total	51	100.0

A média das idades para a nova variável “Nova idade” foi de 1.20 e o desvio-padrão foi de 0.40 como referenciado na tabela 9.

Tabela 9 - Estatística descritiva para a variável sociodemográfica (Nova idade).

Variável	Média	Mediana	Moda	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Nova idade	1.20	1.00	1.00	0.40	1.00	2.00

3.3. Descrição do Estudo

Este estudo foi realizado com os alunos de duas escolas distintas, Escola Secundária António Damásio e Escola Básica Jardim de Infância Vasco da Gama, teve como finalidade a compreensão do átomo e, como base inicial, um questionário.

Algumas características e condicionantes do trabalho de pesquisa realizado prendem-se com a complexidade do tema e do domínio de estudo. A recolha de dados centra-se na estratégia desenvolvida pelo professor, cujos resultados vão depender dos questionários e da sua respetiva análise.

De certo modo, os estudos realizados neste projeto podem ser considerados como “Quasi-Experimentais”, porque existe uma situação controlada que é planificada, estruturada, mantida constante, com quantificação de resultados e estes são apresentados de uma forma objetiva, em gráficos e tabelas.

Relativamente a estas duas escolas, Escola Básica Jardim de Infância Vasco da Gama e Escola Secundária António Damásio, constata-se que existem algumas lacunas na disciplina de Físico-Química, que devem e podem ser colmatadas.

Pode verificar-se que há aspetos positivos que as diferentes escolas partilham, mas existem diferenças de cultura científica, na disciplina de Físico-Química, que estão na base de discrepâncias nos resultados obtidos pelos alunos. Foi pertinente realizar um questionário para se compreender quais as dificuldades que os alunos possuem nesta parte específica da matéria - Classificação de Materiais – o átomo.

O questionário é direcionado aos alunos do 9ºAno e foi desenvolvido com o objetivo de estudar a motivação, o interesses pelas áreas das ciências, e, principalmente, compreender o porquê dos alunos terem mais dificuldades na compreensão do estudo do átomo. Algumas questões foram colocadas com o intuito de detetar causas que poderão estar relacionadas com o seu insucesso.

O questionário aborda o tema classificação de materiais relativos à disciplina de Ciências Físico-Químicas. Os resultados obtidos neste questionário poderão servir de instrumento de estudo para ajudar a traçar políticas educativas que possam apoiar/beneficiar os alunos a entender a Físico e a Química em contexto de sala de aula. Como estratégia apresenta-se o questionário que foi disponibilizado aos alunos, de forma a poder desenvolver este projeto.

1 - Discordo totalmente		2 - Discordo		3 - Não discordo nem concordo		4 - Concordo		5 - Concordo totalmente	
Questões					1	2	3	4	5
1. O modelo atómico é um modelo que serve para representar um átomo.									
2. O modelo atómico de Rutherford defende que os eletrões giram à volta do núcleo em órbitas elíticas, cada orbita tem um nível de energia específico em que os eletrões transitam de um nível para outro por emissão ou absorção de energia.									
3. O modelo atómico atual é conhecido pelo modelo da nuvem eletrónica.									
4. Um átomo é a partícula mais pequena de um dado elemento químico.									
5. O átomo é uma partícula indivisível.									

6. Os prótons e neutrões encontram-se no núcleo do átomo e os eletrões na nuvem eletrónica.					
7. Um átomo é eletricamente neutro quando o número de prótons (carga positiva) é igual ao número de eletrões (carga negativa).					
8. Designam-se por isótopos os elementos químicos que têm o mesmo número atómico (número de prótons) e diferente número de massa (número de neutrões).					
9. O ião Cl^- tem maior tamanho relativamente ao elemento químico que o originou porque captou um eletrão.					
10. O ião Na^+ tem maior tamanho relativamente ao elemento químico que o originou porque cedeu um eletrão.					

Figura 2 - Questionário, apresentado aos alunos.

Apresenta-se um quadro com as perguntas do questionário e os objetivos de cada pergunta:

Tabela 10 – Comparação entre as perguntas do questionário e os objetivos pretendidos.

Perguntas do Questionário	Objetivos Pretendidos
1. O modelo atómico é um modelo que serve para representar um átomo.	Verificar se existem conhecimentos relativos à identificação do que é um modelo atómico, que lhes permita uma maior cultura científica - "...é um modelo que serve para representar um átomo".
2. O modelo atómico de Rutherford defende que os eletrões giram à volta do núcleo em órbitas elíticas, cada orbita tem um nível de energia específico em que os eletrões	Identificar se o aluno conhece os diferentes modelos atómicos e se o aluno responde "Concordo ou Concordo totalmente", o

transitam de um nível para outro por emissão ou absorção de energia. 3. O modelo atómico atual é conhecido pelo modelo da nuvem eletrónica.	porquê desta opção – “O modelo atómico de Rutherford defende que...”.
4. Um átomo é a partícula mais pequena de um dado elemento químico.	Compreender se estes alunos, que estão quase a completar o 3º Ciclo, conseguem definir ou explicitar conceitos específicos que digam respeito ao átomo, ou seja, à Química – “...é a partícula mais pequena de um dado elemento químico”.
5. O átomo é uma partícula indivisível.	Reconhecer se os alunos conseguem dar uma definição correta de uma das características do átomo – “...é uma partícula indivisível”.
6. Os prótons e neutrões encontram-se no núcleo do átomo e os eletrões na nuvem eletrónica.	Inferir causas que poderão estar na base de algumas dificuldades que os alunos encontram na disciplina de Ciências Físico-Químicas, como por exemplo, saber identificar intrinsecamente o átomo, definindo cargas – “ Os prótons e neutrões...”, “...Um átomo é eletricamente neutro quando o número de prótons...”.
7. Um átomo é eletricamente neutro quando o número de prótons (carga positiva) é igual ao número de eletrões (carga negativa).	
8. Designam-se por isótopos os elementos químicos que têm o mesmo número atómico (número de prótons) e diferente número de massa (número de neutrões).	Compreender se os alunos conseguem interligar os assuntos estudados na disciplina das Ciências Físico-Químicas com outros tópicos que iniciaram no 8º ano e que têm de estar consolidados no 9º ano, nomeadamente os isótopos e os iões- “Designam-se de isótopos...”, “O ião Cl^- tem maior tamanho relativamente...”, “O ião Na^+ tem maior tamanho relativamente...”.
9. O ião Cl^- tem maior tamanho relativamente ao elemento químico que o originou porque captou um eletrão.	
10. O ião Na^+ tem maior tamanho relativamente ao elemento químico que o originou porque cedeu um eletrão.	

Relativamente ao questionário acima mencionado, pretende-se que os alunos façam uma interligação com os conteúdos que estão a estudar. Adaptando estas perguntas aos objetivos pretendidos, ao contexto de sala de aula, verifica-se que poderá ser um modo prático e rápido de o professor fazer a aferição dos conhecimentos científicos adquiridos pelos alunos.

3.3.1. Elaboração e Validação do questionário

Na elaboração do questionário foi tida em conta a definição dos conteúdos e a forma do questionário, para que através deste se conseguisse obter a informação necessária para dar resposta ao objetivo do estudo. Durante a sua execução houve especial atenção relativamente à linguagem utilizada uma vez que esta deve ser clara, concisa e objetiva para que todos os elementos da amostra, independentemente da idade, conseguissem facilmente perceber o que era pretendido. Normalmente, a clareza de uma pergunta está inversamente relacionada com a extensão da mesma, daí ter-se elaborado afirmações de fácil leitura para permitir uma resposta rápida. Foi tido em atenção a apresentação e o formato do questionário para que este fosse de resposta fácil para os inquiridos.

As afirmações selecionadas para o questionário são afirmações fechadas e de fácil compreensão, para posteriormente facilitar a sua análise, em que o inquirido apenas se limita a responder dentro dos parâmetros que lhe são fornecidos, 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo, 3 – Não discordo nem concordo, 4 – Concordo e 5 – Concordo totalmente.

Não foram elaboradas afirmações múltiplas, uma vez que as respostas poderiam ser ambíguas introduzindo erros nos resultados da investigação. Como tal, foi controlado um outro fator, o tempo que os alunos tinham para responder ao questionário, por forma a minimizar possíveis erros que daí pudessem advir.

Tendo em atenção os objetivos do questionário, procedeu-se à sua validação utilizando o programa estatístico denominado *Statistical Package for the Social Sciences 22.0* (SPSS 22.0).

3.3.2. Tratamento dos Dados

Após a recolha dos dados, procedeu-se ao seu registo e tratamento. Para tal, utilizou-se o programa estatístico denominado *Statistical Package for the Social Sciences 22.0* (SPSS 22.0). Durante o tratamento dos dados, foram consideradas como variáveis sócio-demográficas o género (masculino e feminino), a idade e a escola frequentada. Todas as outras variáveis (que correspondem a cada uma das afirmações apresentadas) são tratadas como variáveis dependentes.

Maroco (2003) divide as variáveis dependentes em:

- *Variáveis qualitativas nominais*, que são variáveis cuja escala de medida apenas indica a sua presença em categorias de classificação discreta exaustivas e mutuamente exclusivas e não é possível estabelecer à partida um qualquer tipo de qualificação ou ordenação.

- *Variáveis quantitativas intervalares*, variáveis cuja escala de medida permite a ordenação e quantificação de diferenças entre elas, assumem valores quantitativos.

Consideram-se variáveis deste tipo todas as afirmações utilizadas no questionário. Em primeiro lugar realizar-se-á uma caracterização da amostra em estudo em termos de género, idade, nível de escolaridade e escola que frequentam, através da distribuição de frequências e representação gráfica das mesmas. Seguidamente, procedeu-se a uma análise descritiva de todas as afirmações do inquérito para, posteriormente, apresentar uma súmula dos dados obtidos.

Depois, analisou-se a influência das variáveis sociodemográficas nas respostas dadas pelos inquiridos às afirmações. Para tal foram utilizados vários testes estatísticos, abaixo descritos.

O Teste Anova (Analysis of variance) é um teste que permite verificar a influência das variáveis sóciodemográficas nas variáveis ordinais ou intervalares, podendo este testar diferenças entre diversas situações e para duas ou mais variáveis. Para se poder aplicar este teste, a amostra deve obedecer a duas condições (Maroco 2003): a variável dependente deve possuir uma distribuição normal e as variâncias populacionais devem ser homogéneas (iguais), caso estejamos a comparar duas ou mais populações.

O teste Alpha de Cronbach é usado para verificar a consistência interna da escala de Likert. Esta escala varia entre 0 e 1, considerando-se a consistência interna razoável a partir de 0,7 até 1 que é muito boa.

O Teste Kolmogorov-Smirnov é um teste que testa a normalidade das variáveis.

Capítulo 4 – Análise dos Resultados

Eccles *et al.* (1993) defenderam que um desenvolvimento saudável tem lugar quando existe uma conjugação entre as necessidades de desenvolvimento individual e as oportunidades proporcionadas pelos seus ambientes sociais. As crianças e jovens encontram-se profundamente influenciados pelo seu ambiente em família, entre amigos, com os colegas de turma, com os vizinhos, com a comunidade e com a cultura. De igual modo, o meio onde vivem e com o qual se relacionam influencia o comportamento dos pais. Por conseguinte, a capacidade de um pai para cuidar e educar com sucesso um filho não é apenas uma questão de personalidade, mas também o é em função da comunidade e cultura particular onde pais e filhos vivem. A capacidade dos pais para educarem os filhos com sucesso depende, parcialmente, do nível de riqueza das redes de relações sociais de ambos. Nesta perspetiva, o ambiente familiar pode ser apontado como uma das variáveis fundamentais na explicação do desenvolvimento individual e da adaptação aos diferentes contextos de vida.

Assim, neste trabalho teve-se a intenção de analisar a relação entre a aprendizagem dos alunos que frequentam duas escolas com características bastante diferenciadas, fazendo um paralelismo quanto aos conhecimentos adquiridos sobre a Estrutura Atómica, tendo em conta a sua situação socioeconómica e familiar. Verificou-se que os alunos das duas escolas tiveram dificuldades em atingir várias metas, como por exemplo:

- Analisar e comparar a evolução do modelo atómico e através deste correlacioná-la com a constituição do átomo;
- Definir isótopos;
- Associar o tamanho dos átomos aos limites convencionados da sua nuvem eletrónica.

4.1. Análise de consistência interna da escala de *Likert*

Para verificar a consistência interna do questionário (escala de *Likert*) utilizou-se o teste estatístico Alpha de Cronbach. Assim sendo, a consistência interna do instrumento de medida é pouco razoável dado que para a versão completa, 10 itens, foi encontrado um valor de Alpha de Cronbach igual a 0.498. No questionário os alunos tiveram que expressar a sua opinião através de uma escala de *Likert* de cinco pontos (1 - discordo totalmente; 2 - discordo; 3 - não discordo nem concordo; 4 - concordo; 5 - concordo totalmente), relativamente a afirmações que abordam vários tópicos relacionados com o tema. As afirmações focam desde o conhecimento dos diversos modelos atómicos, a constituição do átomo até à formação do ião. O questionário foi formado por dez afirmações / itens (Anexo II), sobre as quais os alunos tiveram que dar a sua opinião. Da análise estatística descritiva dos 10 itens avaliados no questionário, ilustrados na tabela 11, observa-se que todos os participantes possuem bons conhecimentos face ao tema Estrutura Atómica, visto que a média obtida na maioria dos itens é superior a 3.00.

Tabela 11 - Estatística descritiva para as perguntas referentes às respostas efetuadas pelos alunos.

Variável	Média	Mediana	Moda	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Item 1	4.27	4.00	4.00	0.67	3.00	5.00
Item 2	3.57	3.00	3.00	0.70	2.00	5.00
Item 3	4.33	5.00	5.00	0.91	2.00	5.00
Item 4	4.05	4.00	4.00	0.76	3.00	5.00
Item 5	3.78	4.00	4.00	1.01	1.00	5.00
Item 6	3.92	4.00	4.00	1.20	1.00	5.00
Item 7	4.25	5.00	5.00	0.99	1.00	5.00
Item 8	3.76	4.00	3.00	0.84	2.00	5.00
Item 9	3.57	3.00	3.00	1.01	1.00	5.00
Item 10	3.57	4.00	3.00	0.98	1.00	5.00

Na tabela 12, encontram-se referenciadas a percentagem de respostas dadas pelos alunos ao questionário. Relativamente aos itens 1, 2 e 3 que correspondem ao modelo atómico os alunos deveriam ter selecionado “Concordo Totalmente”, no entanto, verificou-se que só

apenas 56.9 % dos alunos selecionaram assertivamente no item 3 denotando-se uma maior percentagem nos itens 2 e 3 para “Concordo” e “Não discordo nem concordo”.

Tabela 12 - Percentagem das respostas referentes às afirmações do questionário.

Itens		1 – Discordo totalmente	2 – Discordo	3 – Não discordo nem concordo	4 - Concordo	5 – Concordo totalmente	Totais
1	N Percentagem (%)			6 11.8	25 49.0	20 39.2	51 100.0
2	N Percentagem (%)		1 2.0	25 49.0	20 39.2	5 9.8	51 100.0
3	N Percentagem (%)		3 5.9	6 11.8	13 25.5	29 56.9	51 100.0
4	N Percentagem (%)			13 25.5	22 43.1	16 31.4	51 100.0
5	N Percentagem (%)	1 2.0	4 7.8	14 27.5	18 35.3	14 27.5	51 100.0
6	N Percentagem (%)	4 7.8	3 5.9	5 9.8	20 39.2	19 37.3	51 100.0
7	N Percentagem (%)	1 2.0	3 5.9	5 9.8	15 29.4	27 52.9	51 100.0
8	N Percentagem (%)	1 2.0		22 43.1	16 31.4	12 23.5	51 100.0
9	N Percentagem (%)	1 2.0	5 9.8	20 39.2	14 27.5	11 21.6	51 100.0
10	N Percentagem (%)	1 2.0	5 9.8	19 37.3	16 31.4	10 19.6	51 100.0

Os itens 4, 6 e 7 reportam-se à constituição do átomo e às suas características intrínsecas em que a seleção correta seria “Concordo Totalmente”, no entanto, somente no item 7 se verificou que 52.9 % dos alunos selecionou a afirmação correta. Nos restantes itens observa-se uma maior percentagem para “Concordo”. O item 8 refere a definição de isótopo, à qual somente 23.5 % dos alunos respondeu corretamente, “Concordo Totalmente”, verificando-se uma maior percentagem para a opção “Não discordo nem Concordo”. Os itens 9 e 10 comparam o tamanho dos iões com o elemento químico que o originou, verificou-se

que só apenas 21.6 % dos alunos selecionou corretamente a opção “Concordo Totalmente”, denotando-se uma maior percentagem na opção “Não discordo nem Concordo”. No item 5 (O átomo é uma partícula indivisível) e 10 (O ião Na^+ tem menor tamanho que o elemento químico que o originou) constata-se que só 2.0 % dos alunos respondeu assertivamente “Discordo Totalmente”, concluindo-se que a maioria dos alunos não possui conhecimentos sólidos neste tema, devido à enorme discrepância de valores obtidos.

Em geral, podemos, assim, inferir que os alunos não têm os conhecimentos bem consolidados, daí a diferença significativa nos valores obtidos nos diversos itens. Em questões essenciais do questionário, itens 2, 8, 9 e 10 os alunos demonstraram a existência de dúvidas tendo por vezes mesmo ideias erradas.

4.2 Influência das Variáveis Sociodemográficas

Após a caracterização das variáveis com base na estatística descritiva, as mesmas foram sujeitas ao teste *Kolmogorov-Smirnov (K-S)* para se verificar a sua normalidade. Como se obteve um $p = 0.159$ ($p < 0.05$) utilizaram-se testes paramétricos, teste t e ANOVA, para relacionar as variáveis em estudo, género, idade, escola e itens globais, como ilustrado nas tabelas em anexo II. Foi efetuado um teste- t para determinar eventual relação entre géneros face ao conhecimento do tema, Estrutura Atómica, na tentativa de responder à primeira hipótese colocada. Observou-se um valor de $t = 0.675$; $p = 0.982$, como ilustrado na tabela 13.

Tabela 13 - Resultados do teste- t , para o género no conhecimento da subunidade, Estrutura Atómica.

	Género	N	Média	Desvio-padrão	t	Df	p
Itens_globais	Feminino	38	39.32	3.71	0.675	49	0.982
	Masculino	13	38.46	4.58			

Apesar de as mulheres indicarem terem mais conhecimento no tema, Estrutura Atómica, ($\bar{x} = 39.32$) relativamente aos homens, no nosso estudo estas diferenças nas médias não são tão significativas, logo podemos rejeitar a nossa hipótese (Há diferenças entre géneros face ao conhecimento adquirido pelo tema, Estrutura Atómica).

Para testar a segunda hipótese colocada, realizou-se novo teste t para determinar eventual relação entre grupos de idades nas atitudes face ao conhecimento do tema, Estrutura Atómica. Obteve-se um valor de $t = 0.989$; $p = 0.366$, como representado na tabela 14.

Tabela 14 - Resultados do teste-t, para o grupo etário no conhecimento da subunidade: Estrutura Atómica.

	Nova idade (Anos)	N	Média	Desvio-padrão	t	Df	p
Itens_globais	14 - 15	41	39.37	3.94	0.989	49	0.366
	16 - 17	10	38.00	3.80			

Neste estudo verificou-se que o grupo dos alunos mais novos (14 – 15 anos) evidencia ter mais conhecimentos sobre o tema, Estrutura Atómica, ($\bar{x} = 39.37$), comparativamente ao grupo dos alunos mais velhos. No entanto, essas diferenças nas médias não são muito significativas. Por conseguinte, podemos rejeitar a hipótese inicialmente formulada (Há diferenças entre idades face ao conhecimento adquirido pelo tema, Estrutura Atómica).

Para testar a terceira hipótese, utilizou-se o teste ANOVA a fim de determinar uma eventual relação entre as diferentes escolas e o conhecimento adquirido pelos alunos sobre o tema, Estrutura Atómica. Observou-se que todos os participantes, independentemente do tipo de escola que frequentam possuem, em geral, conhecimentos sobre o tema (Anexo III). No entanto, registaram-se diferenças significativas nas médias para o item 2 [$F = 8.974$; $df (1)$; $p = 0.004$], item 4 [$F = 12.669$; $df (1)$; $p = 0.001$], item 6 [$F = 15.653$; $df (1)$; $p = 0.000$], item 9 [$F = 22.092$; $df (1)$; $p = 0.000$] e item 10 [$F = 23.439$; $df (1)$; $p = 0.000$]. Relativamente aos restantes itens obteve-se níveis de significância superiores, como ilustrado na tabela 15.

Tabela 15 - Resultados do teste ANOVA, por escola no conhecimento da subunidade: Estrutura Atómica.

	Df	F	p (p < 0.001)
Item 1	1	0.503	0.481
Item 2	1	8.974	0.004
Item 3	1	4.079	0.049
Item 4	1	12.669	0.001
Item 5	1	4.018	0.051
Item 6	1	15.653	0.000
Item 7	1	0.359	0.552
Item 8	1	0.650	0.424
Item 9	1	22.092	0.000
Item 10	1	23.439	0.000
Itens globais	1	2.517	0.119

Da análise dos resultados da tabela 16 relativamente aos itens 4, 6, 9 e 10 observa-se que todos os participantes, independentemente da escola que frequentam, demonstraram ter alguns conhecimentos sobre o tema em estudo. No entanto, o grupo dos participantes que frequenta a Escola Secundária António Damásio revelou valores de média mais elevados relativamente aos restantes alunos da outra escola.

Tabela 16 - Resultados do teste ANOVA, por escola no conhecimento da subunidade: Estrutura Atómica.

		N	Média	Desvio Padrão
Item 4	ES António Damásio	23	4.43	0.66
	EB JI Vasco da Gama	28	3.75	0.70
	Total	51	4.06	0.76
Item 6	ES António Damásio	23	4.56	0.59
	EB JI Vasco da Gama	28	3.39	1.31
	Total	51	3.92	1.20
Item 9	ES António Damásio	23	2.96	0.78
	EB JI Vasco da Gama	28	4.07	0.90
	Total	51	3.57	1.00
Item 10	ES António Damásio	23	2.96	0.77
	EB JI Vasco da Gama	28	4.07	0.86
	Total	51	3.57	0.95

Da análise dos resultados constata-se que não existem diferenças significativas relativamente ao género e à faixa etária face aos conhecimentos adquiridos pelos alunos de 9º ano sobre o tema, Estrutura Atómica, pelo que podemos rejeitar as hipóteses formuladas, “Há diferenças entre géneros face ao conhecimento adquirido sobre o tema, Estrutura Atómica”, “Há diferenças entre as faixas etária face ao conhecimento adquirido sobre o tema, Estrutura Atómica”.

Relativamente à hipótese que relaciona as diferenças entre escolas sobre o conhecimento dos alunos relativo à estrutura atómica, observam-se diferenças significativas nas médias para alguns itens (4, 6, 9 e 10). No entanto, os alunos que frequentam a Escola Secundária António Damásio têm mais conhecimentos do que os seus colegas que frequentam a Escola Básica Jardim de Infância Vasco da Gama, relativamente a determinados conceitos, o átomo é a partícula mais pequena de um dado elemento (item 4), os eletrões encontram-se

na nuvem eletrónica mas os protões e os neutrões encontram-se no núcleo do átomo (item 6), que o ião Cl^- tem maior tamanho que o átomo que o originou (item 9) e que o ião Na^+ tem menor tamanho que o átomo que o originou (item 10).

Esta discrepância de resultados foi surpreendente e pode dever-se a um maior empenho destes alunos, comparativamente com os alunos da Escola Básica Jardim de Infância Vasco da Gama, que não apresentam tanto empenho e dedicação, provavelmente devido à cultura de facilitismo que têm.

Durante a elaboração desta dissertação a dificuldade sentida pelos alunos em entenderem o conceito de átomo e conseguirem fazer a sua visualização espacial, sendo estas dificuldades observáveis após análise das respostas ao questionário que lhes foi entregue. Uma das estratégias que se propõe para a superação dos problemas encontrados é recorrer à história da evolução do átomo de forma a que os alunos consigam fazer diversas associações para entenderem como os cientistas pensaram, ao longo dos tempos, para chegar ao modelo atual de constituição da matéria. Deste modo pretende-se que olhem para este tópico como algo aliciante e não como “uma matéria chata, uma verdadeira seca”, conforme palavras suas.

O conceito de átomo é demasiadamente abstrato para os alunos ao nível do ensino básico, o que torna complicada a sua compreensão. No entanto, a interiorização do seu significado é fundamental pois permite fazer a conexão com muitos outros temas que estão associados à Química, como por exemplo a tabela periódica, energia de ionização, entre outros.

De fato, as respostas que os alunos dão à pergunta 2, do questionário aplicado, corroboram esta evidência: “O modelo atómico de Rutherford defende que os eletrões giram à volta do núcleo em órbitas elípticas, cada orbita tem um nível de energia específico em que os eletrões transitam de um nível para outro por emissão ou absorção de energia”. Verifica-se que a grande parte dos alunos responde “Não discordo nem Concordo”, denotando-se uma falta de capacidade cognitiva, nesta área, dos modelos atómicos; tal como na ionização, pergunta 9 e 10, onde a maioria dos alunos errou nas respostas a estas perguntas.

Considerações Finais

Este projeto teve como ponto de partida analisar as dificuldades que os alunos de duas escolas diferentes têm em compreender o átomo e as diversas matérias que lhe estão inerentes e apurar as causas dessas dificuldades, relativamente aos isótopos e energia de ionização.

Após os resultados obtidos através do questionário efetuado aos alunos da Escola Secundária António Damásio e da Escola Básica Jardim de Infância Vasco da Gama, verificou-se que os discentes da primeira escola obtiveram melhores resultados em relação aos discentes da segunda escola. Este fato advém de um maior empenho por parte dos alunos da escola que obteve melhores resultados, Escola Secundária António Damásio, em contraste com os alunos da Escola Básica Jardim de Infância Vasco da Gama, alunos estes, que apresentam uma cultura de facilitismo e pouca motivação. Estes aspetos são verificáveis nas vivências diárias com os alunos.

Confirmou-se que os alunos que frequentam a Escola Secundária António Damásio têm bons conhecimentos sobre determinados conceitos, tais como, o átomo é a partícula mais pequena de um dado elemento (item 4); Os eletrões encontram-se na nuvem eletrónica mas os prótons e os neutrões encontram-se no núcleo do átomo (item 6); O ião Cl^- tem maior tamanho que o átomo que o originou (item 9); O ião Na^+ tem menor tamanho que o átomo que o originou (item 10), em comparação com os alunos que frequentam a Escola Básica Jardim de Infância Vasco da Gama, que, nas mesmas questões anteriormente citadas, obtiveram médias ligeiramente inferiores. Estes dados são visíveis no anexo III – Tratamento Estatístico – referente aos resultados do teste ANOVA onde se verifica que a Escola Secundária António Damásio obteve uma média de 40.04 em contraste com a Escola Básica Vasco da Gama que obteve uma média de 38.32. Estes resultados, com um pequeno intervalo de 1.72, requerem alguma reflexão e uma atitude de mudança por parte de alguns elementos envolvidos no processo educativo, como por exemplo os encarregados de educação, professores e os próprios alunos.

São várias as dificuldades apontadas pelos alunos das duas escolas sobre o tema em estudo – classificação de materiais, das quais se destacam:

- “Ausência de interesse pelo tema”
- “Dificuldade de compreensão do tema nas aulas”

A complexidade de algumas matérias, a falta de estudo por parte dos alunos e o método usado por estes, poderão estar na base destas dificuldades. Tais obstáculos poderiam ser ultrapassados, por exemplo, com o aumento da carga horária da disciplina, que possibilitaria aos professores terem mais tempo para explicar a matéria e, dessa forma, cativar o interesse dos alunos, permitindo, por exemplo, realizar atividades experimentais e usar *applets*.

Os resultados obtidos provêm dos questionários entregues aos alunos, no centro Horizontes Criativos e, como tal, a tese enquadra-se, na íntegra, num projeto de investigação que teria de ser mais abrangente a nível de tempo e de amostra. Dessa forma, poder-se-iam inserir mais variáveis, por exemplo, nível de literacia dos pais dos alunos, profissões dos mesmos, aspetos culturais e idade, o que permitiria obter maior grau de fiabilidade dos resultados. As condicionantes de tempo para a realização deste projeto não permitiram otimizar as condições para a sua realização. Apesar das limitações referidas, propõe-se, através deste projeto, que o papel do professor em sala de aula e as propostas sugeridas, no anexo IV, possam ser um instrumento muito eficaz de aprendizagem e particularmente útil para os alunos que tiveram piores resultados.

Sugestões para melhorar o ensino das ciências

Vários problemas foram identificados no decorrer deste trabalho, a saber: a falta de cultura científica e de interesse pelas Ciências em geral; a dificuldade em promover o ensino experimental das ciências indispensável ao desenvolvimento das competências dos alunos e à compreensão dos conceitos científicos; a falta de uma atitude crítica; a falta de sistematicidade no processo de observação; de observação e de resolução de problemas e a fraca criatividade dos alunos. A reflexão sobre os resultados deste projeto deu lugar a algumas sugestões para ajudar a resolver os problemas encontrados e ajudar os alunos a assumir a disciplina de Ciências Físico-Químicas como estruturante para todas as áreas da sua vida. Assim:

- Seria vantajoso que as duas escolas participassem em Olimpíadas de Física e de Química e criassem clubes de ciências, fortes e dinâmicos, para os alunos de todas as faixas etárias. Será portanto fulcral o professor, explicar e persuadir os alunos da importância e das vantagens deste tipo de atividades.
- Seria importante promover uma maior colaboração com as instituições de ensino superior, de forma a existir um intercâmbio de experiências na área do ensino.
- Motivar os alunos para conseguirem a participação dos pais na sala de aula, partilhando o seu conhecimento e experiências profissionais.
- As turmas não deveriam ter um número tão elevado de alunos (nas duas escolas, a maioria das turmas, tem 26 ou mais alunos).
- Fazer um maior esforço para interligar as aulas com o meio exterior e as situações reais do quotidiano dos alunos, dado que nos inquéritos aplicados observam-se dificuldades na compreensão de algumas matérias abstratas em ambas as escolas. No entanto, a interligação com a realidade concreta é apenas um ponto de partida, porque o desenvolvimento da capacidade de abstração requer sempre um salto intelectual a partir de casos particulares. É necessário que os alunos sejam confrontados com questões progressivamente mais elaboradas que exijam um maior esforço cognitivo e uma maior abstração. A capacidade de abstração e o raciocínio treinam-se, mas os manuais e programas escolares não estão elaborados de forma a

desenvolver essas capacidades. Os alunos podiam, especificamente, ser incentivados a identificar e a aprofundar a componente científica do trabalho dos seus pais (conhecimentos de eletricidade numa profissão de eletricista; conhecimentos de Química e Física subjacentes à elaboração de um produto numa fábrica, etc).

- Em alguns casos será importante alterar a dinâmica interna das aulas da disciplina de ciências Físico-Químicas. O professor da disciplina de Ciências Físico-Químicas poderá orientar e dar sugestões para os alunos poderem consultar páginas de ciência na *Internet*. Alguns alunos mencionam que é necessário diversificar os recursos didáticos que são usados na sala de aula e sugerem, nomeadamente, jogos, experiências para realizarem em casa, *PowerPoint*, etc.

- A existência de estágios universitários e em instituições que apoiem a ciência (ex. Fundação Calouste Gulbenkian) no âmbito da disciplina de Ciências Físico-Químicas também poderia ser uma mais-valia para ajudar no enriquecimento das respetivas aulas.

-Propõe-se, ainda, a criação de um clube de ciências, a análise de letras de músicas relacionadas com o átomo, algumas fichas de trabalho recorrendo a *applet* sobre o átomo para a sua melhor compreensão e também como um contributo para o sucesso do aluno para que este se torne autónomo, motivado, reflexivo, crítico.

Bibliografia

- Atkins, P. W. (2000). Moléculas. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). Investigação Qualitativa em Educação, Colecção Ciências da Educação, Porto, Porto Editora.
- Caamaño, A. (2002). Como transformar los trabajos prácticos tradicionales en trabajos prácticos investigativos? Aula de Innovación Educativa 113/114: 21-26.
- Cachapuz, A., Jacinto, F. & Leite, E. (1997). Ensino Secundário: Situações e Perspectivas. Em Ministério da Educação, A Evolução do Sistema Educativo e o Prodep – Estudos Temáticos. Vol. II (pp.191-321) Lisboa:
- Cachapuz, A. (Org.) (2000). Perspectivas de Ensino, Colecção Formação de Professores-Ciências, Textos de Apoio nº1. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência.
- Cachapuz, A., Praia, J., Paixão, F. & Martins, I. (2000a). Uma visão sobre o ensino das ciências no pós-mudança Conceptual: Contributos para a formação de professores. Inovação, 13 (2/3): 117- 137.
- Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2000b). Reflexão em torno de perspectivas do ensino das ciências: Contributos para uma nova orientação curricular - Ensino por Pesquisa. Revista de Educação, 9 (1): 69-79.
- Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2002). Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências. Lisboa: Ministério da Educação.
- Cachapuz, A., Paixão, F., Lopes, J. B. & Guerra, C. (2008). Do estado da arte da pesquisa em Educação em Ciências: Linhas de pesquisa e o caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”. Revista da em Ciência e Tecnologia 1 (1): 27-49.
- Callapez, M.Elvira (2006), Em defesa da história das ciências e tecnologia em todos os graus de ensino.
- Campos, C. & Cachapuz, A. (1997). Imagens de ciência em manuais de química portugueses. Química nova na escola. Nº 6, novembro, p.23-29.
- Carmo, H. & Ferreira, M. M. (1998). Metodologia da investigação – Guia para Auto - aprendizagem, Universidade Aberta, Lisboa.
- Célia, B. M. B. (2006). Promoção do Ensino Experimental das Ciências: Construção e Integração de Material Didáctico num Software, na temática Reprodução sexuada. Dissertação de Mestrado em Biologia Ensino, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

- Chaimovich, H. (2000). Brasil, ciência, tecnologia: alguns dilemas e desafios. *Estudos Avançados* 14 (40): 134-143.
- Dawson, T. E. & Brooks, P. D. (2001). Fundamentals of stable isotope chemistry and measurement. In: Unkovich M. et al. (Ed.). *Stable isotope techniques in the study of biological processes and functioning of ecosystems*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, cap. I, p. 1-18.
- Deboer, G. E. (2006). Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools In Flick, L. D and Lederman, N. G. (Ed.), *Scientific Inquiry and Nature of Science*, Netherland, NED, Springer, p.17-35.
- DGDIC (2011). Ciências Experimentais. Direcção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular. Acedido em 25 de janeiro de 2013 em: edu.pt/experimentais/Paginas/default.aspx
- Eccles, J., Midgley, C., Wigfield, A., Buchanan, C., Reuman, D., Flanagan, C., & Iver, D. (1993). Development during adolescence. The impact of stage-environment fit on young adolescents' experiences in schools and in families. *American Psychologist*, 48 (2), 90-101.
- Educação (2011). Lei nº 46/86 – 14 de Outubro - Lei das Bases do Sistema Educativo. Acedido em 25 de janeiro de 2014 em: <http://www.educacao.te.pt/professores/index.jsp?p=173&idDocumento=96>.
- Eymur G., Çetin P., & Geban O. (2013). Analysis of the Alternative Conceptions of Preservice Teachers and High School Students Concerning Atomic Size.
- Figueiredo, C. C. (2000). Área-Escola: Sete vozes, sete percursos em escolas básicas e secundárias. Instituto de Inovação Educacional, Lisboa.
- Fiolhais, C., Ferreira, A. J., Constantino, B. Portela, C., Braguez, F., Ventura, G., Nogueira, R. & Rodrigues, S. (2013). Metas Curriculares do 3º Ciclo do Ensino Básico, Ciências Físico-Químicas.
- Garcia, R. L. & Moreira, A. F. B. (2003). Começando uma conversa sobre currículo. In: (orgs.). *Curriculum na contemporaneidade: incertezas e desafios*. São Paulo: Cortez (pp: 7 - 39).

- Gil-Pérez, D. & Carrascosa-Alis, J. (1994). Bringing Pupils' Learning Closer to a Scientific Construction of Knowledge: A Permanent Feature in Innovations in Science Teaching. *Science Education*, 79 (3): 301-315.
- Gomez, G., Flores, J. & Jiménez, E. (1996). *Metodologia de la investigacion cualitativa*; Malaga, Ediciones Aljibe.
- Gould, S. J. (1991). *Seta do tempo, ciclo do tempo: mito e metáfora na descoberta do tempo geológico*. São Paulo: Cia. das Letras.
- Seaborg, G. (1980). "Century of the Atom". International Atomic Energy Agency – IAEA.
- Likert, R. (1932). "A Technique for the Measurement of Attitudes". *Archives of Psucology* 140: pp 1-55.
- Boutier, L. (1936). "El Atomismo Griego". Editorial Nova. Buenos Aires.
- Maiztegui, A., Acevedo, J., Caamaño, A., Cachapuz, A., Cañal, P., Carvalho, A., Del Carmen L., Dumas Carré, A., Garritz, A., Gil, D., Gonzáles, E., Gras-Martí, A., Guisasola, J. López- Cerejo J., Macedo, B., Martínez-Torregrosa, J., Moreno, A., Praia, J., Rueda, C., Tricárico, H., Valdéz, P. & Vilches, A. (2002). *Papel de la Tecnología en la Educación Científica: Una dimensión olvidada*. II Congreso Internacional de Didáctica de las Ciencias, La Habana: Pueblo.
- Markus Rehm & Peter Buck (2009), *problems of education in the 21st century* Volume 17.
- Marroco, J. (2003). *Análise Estatística com utilização do SPSS*. 1ª Edição, Edições sílabo.
- Mathews, M. M. (1994). *Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual*. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, v. 12, n. 2, p. 255-77.
- ME/Dep. *Avaliação Prospectiva e Planeamento*.
- Merce` Izquierdo-Aymerich & Agustín Adu´riz-Bravo (2008), *Physical Construction of the Chemical Atom: Is it Convenient to Go All the Way Back?*
- Miller, J. D. (1994). *Scientific literacy: an updated conceptual and empirical review*. Em Gago, M. (Coord.) *O Futuro da Cultura Científica* (pp. 37-57). Lisboa: Instituto de Prospectiva.
- Novick, S. & Nussbaum (1978). *J. Junior High School Pupil's understanding of the Particule Nature of Matter: A crossage study*, *Science Education*, 62(3), 273-281, 1978.
- Paiva, J. C. & Costa, L. A. (2005). *Roteiros de Exploração-valorização pedagógica de software educativo de Química*. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 96.
- Acedido em 10 de fevereiro de 2014 em:

<http://www.jcpaiva.net/getfile.php?cwd=curriculum/11/1113RoteirosdeExploracaovlorizacaopedagogicadesoftwareeducativodeQuimica&f=29781>.

Pólya, George (1945). *How to Solve It*. Princeton University Press.

Ponte, J. P. (1994). O estudo de caso na investigação em educação matemática. *Quadrante*, vol. 3(1): 3-17.

Schurmann, P. F. (1994). “Historia de la Física”. Editorial Nova, Buenos Aires. Vol I e II.

Rohrer, H. (2014). The Scanning Tunneling Microscope. Acedido em 31 de março de 2014 em:

http://nobelprize.org/educational_games/physics/microscopes/scanning/index.html

Taber, K. S. (2001). Building the structural concepts of chemistry: Some considerations from educational research. *Chemistry Education: Research and practice in Europe*, 1(2): 249-262.

Talley, L. (1973). The use of three dimensional visualization as an moderator in the higher cognitive learning of concepts in college level chemistry. *Journal of Research in Science Education*, 10(3): 263-269.

Rodrigues, M.L.; Duarte, J. e A.P. Gravito (2000). Os Portugueses perante a Ciência. O inquérito de 1996/97. Em M.E., Gonçalves (Org.) *Cultura Científica e Participação Pública* (pp.33-39). Oeiras: Celta Editora.

Simões, A. (1990). Investigação-Ação: natureza e validade, *Revista Portuguesa de Pedagogia*, Ano XXIV, 39-51.

Simões, A. & Vieira, C. M. (1997). A Investigação Participativa: Uma Investigação com (pelas) pessoas e não sobre (para) as pessoas; *Revista Portuguesa de Pedagogia*, Ano XXX, nº 3, 57-81.

Thomson, J. J. (2014). J. J. Thomson – Biographical. Acedido em 13 de março de 2014 em: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1906/thomson-bio.html.

Valadares, Jorge; Caldeira, Cremilde; Neves, Margarida; Vicente, Margarida & Teodoro, Vítor (2004). *Viver melhor na Terra*; Didáctica editora; 1ª Edição.

Wu, H., Krajcik, J. S. & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students’ use of visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (7), 821-842.

Kuhn, T. (1970). *The Structure of Scientific Revolution*. Chicago: The University of Chicago Press, 2ª edição.

Kunt, T. (1978). *Estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva.

ANEXO I – Evolução Histórica da Estrutura Atômica

O Átomo é a partícula mais pequena de um determinado elemento químico, ou seja, caracteriza esse elemento químico já que cada elemento químico é representado por um átomo específico.

Este é constituído por um núcleo com carga positiva que contém quase toda a sua massa (mais de 99,9%) e um determinado número de eletrões que orbita em torno do núcleo. Num átomo, o número de protões é sempre igual ao número de eletrões, já que os átomos são eletricamente neutros.

Até ao final do século XIX, era considerado a menor porção em que se poderia dividir a matéria. Mas nas duas últimas décadas do século, as descobertas do protão e do eletrão revelaram que esta teoria estava errada. Posteriormente, o reconhecimento do neutrão e de outras partículas subatômicas reforçou a necessidade de revisão do conceito de átomo.

Atualmente sabe-se que os átomos são constituídos por três tipos diferentes de partículas fundamentais, sendo estas, os protões, os neutrões e os eletrões.

No núcleo, no centro do átomo, encontram-se os protões e os neutrões, enquanto os eletrões orbitam em seu redor. Na figura 1, está representado o núcleo e a nuvem eletrónica de um átomo, pois esta nuvem representa a probabilidade de encontrar um eletrão num determinado local do espaço.

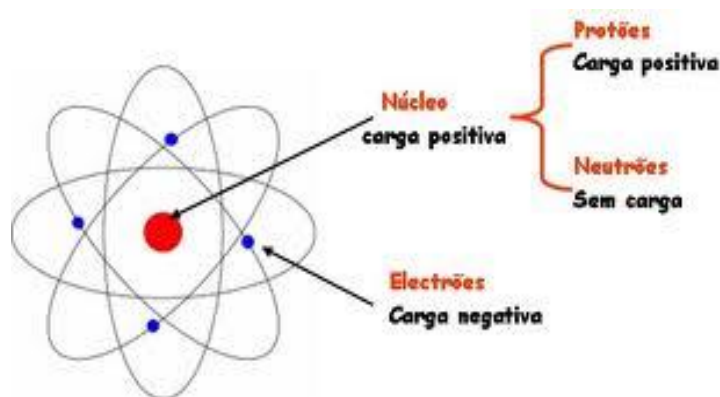


Figura 1 – Representação esquemática de átomo.

Considera-se que os eletrões de um átomo ocupam determinados níveis de energia, ou seja, o número de eletrões em cada nível de energia é expresso pela distribuição eletrónica.

As propriedades das partículas fundamentais que constituem o átomo encontram-se descritas na tabela 1.

~

Tabela 1 - Partículas Fundamentais do Átomo

Partícula	Carga eléctrica	Massa Atómica
Neutrão	Neutra	Aproximadamente igual à do protão
Protão	Positiva	Aproximadamente igual à do neutrão
Elétrão	Negativa	1840 vezes inferior à do protão (ou do neutrão)

É o número de prótons (número atómico - Z) que diferencia um elemento químico (tipo de átomo) de outro. Um átomo que tenha dez prótons pertence a um elemento químico diferente de um outro que tenha onze prótons.

Quando um átomo ganha ou perde eletrões, deixa de ter carga eléctrica neutra e passa a ser designado por **ião**. No caso de ganhar eletrões designa-se por anião (ião negativo), se perder eletrões designa-se por catião (ião positivo). Quando os átomos se combinam entre si, dão origem a **moléculas**, como ilustrado na figura 2.

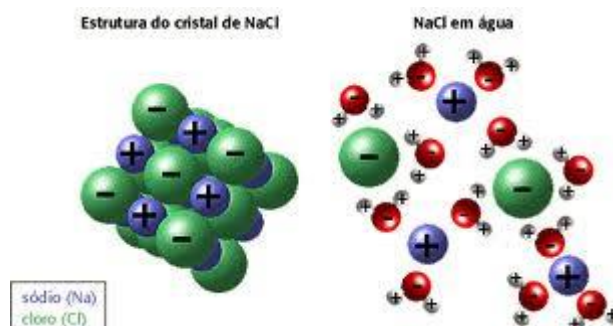


Figura 2 - Diferenciação entre molécula e ião (Raymund Chang, 2010).

A matéria é constituída por átomos de diferentes elementos químicos, que podem estar dispostos de diferentes maneiras e proporções, formando compostos ou substâncias. O sistema solar tem uma estrutura muito semelhante ao átomo pois no centro localiza-se o núcleo, carregado positivamente e à volta dele orbitam partículas de carga negativa (eletrões), como os planetas orbitam em torno do sol. O protão é a partícula que constitui o núcleo de todos os átomos, possuindo esta uma carga positiva da mesma ordem de grandeza e massa, 1850 vezes maior relativamente ao eletrão. Para que o átomo seja eletricamente neutro, o número de eletrões presentes na nuvem eletrónica é igual ao número de prótons no

núcleo. Ainda fazem parte do núcleo, partículas sem carga elétrica e com massa pouco maior que a do próton, que são os neutrões. O número de prótons e neutrões no núcleo define a massa dos átomos.

O número de eletrões nos átomos e a distribuição pelas orbitais determinam as propriedades químicas dos diferentes elementos químicos, enquanto que o número de prótons no núcleo que definem o número de eletrões do átomo sendo característico de cada elemento químico.

Os átomos dos elementos químicos são caracterizados pela constituição do seu núcleo, ou seja, pelo número de prótons e de neutrões. Os átomos que possuem diferente número de neutrões no núcleo mas que contêm o mesmo número de prótons designam-se por isótopos, no entanto representam o mesmo elemento químico. A forma geral de se representar isótopos é dado por A_ZX , em que X representa o símbolo do elemento químico (ex.: N - nitrogénio, P - fósforo, K - potássio, etc.), A representa o número de prótons e de neutrões no núcleo (ex.: ${}^{14}_7\text{N}$, ${}^{31}_{15}\text{P}$, ${}^{39}_{19}\text{K}$, etc.) e Z representa o número de prótons (ex.: ${}^{14}_7\text{N}$, ${}^{31}_{15}\text{P}$, ${}^{39}_{19}\text{K}$, etc.).

A palavra “isótopo” vem do grego, isos (igual) e topos (lugar), referindo-se a um local comum de um elemento específico na tabela periódica. Considerando que um átomo é constituído por um núcleo rodeado por eletrões, em que no núcleo existem prótons (Z) e neutrões (N) que constituem a massa do átomo. A massa atómica de um elemento químico, por sua vez, é a soma do número de prótons, Z, com o número de neutrões, N, existentes no núcleo. Um núcleo, ou átomo específico-isótopo, é uma “espécie” de um elemento que pode ser estável ou radioativo, definido pelo seu único número de prótons (Z) e de neutrões (N) (Dawson & Brooks, 2001).

O hidrogénio encontrado na natureza é constituído por três isótopos: **prótio** ${}^1_1\text{H}$ ou H, o **deutério** ${}^2_1\text{H}$ ou D e o **trítio** ${}^3_1\text{H}$ ou T. Estes isótopos contêm no núcleo 1 próton e zero 1 ou 2 neutrões, respetivamente. O prótio é o isótopo mais abundante já que o hidrogénio encontrado na natureza contém 99,986 % do isótopo ${}^1_1\text{H}$, 0,014 % do isótopo ${}^2_1\text{H}$ e 7×10^{-16} % do isótopo ${}^3_1\text{H}$, de modo que as propriedades do hidrogénio são essencialmente devido ao isótopo mais leve. Estes isótopos apresentam a mesma configuração eletrónica e essencialmente as mesmas propriedades químicas, as únicas diferenças são encontradas nas velocidades de reação e nas constantes de equilíbrio.

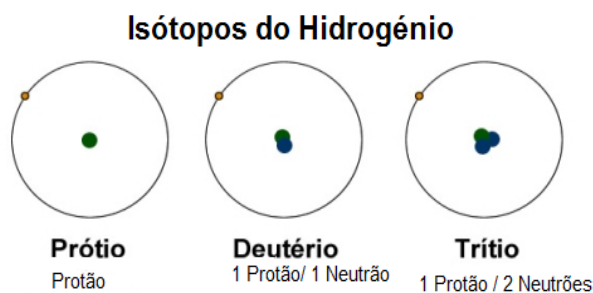


Figura 3 - Ilustração dos isótopos de Hidrogénio.

Evolução do Modelo Atómico

O homem nem sempre pensou que o átomo fosse como se conhece atualmente, porém foi um conceito que evoluiu ao longo dos anos. Apesar do primeiro modelo atómico ter sido apresentado já no séc. XIX, a ideia de que a matéria era feita de minúsculos corpúsculos surgiu há muito tempo.

No século V A.C., o filósofo grego Leucipo e seu discípulo Demócrito imaginaram a matéria como sendo constituída por pequenas partículas indivisíveis, os átomos, como lhes chamaram. Concluíram que a matéria não poderia ser infinitamente divisível, pois se fosse separada muitas vezes, chegava-se a uma partícula muito pequena, indivisível e impenetrável, que denominaram de átomo.

Átomo é um termo de origem grega que deriva de "a + thomos", que significa "sem divisão". Esta teoria de que os átomos seriam pequenas partículas indivisíveis perpetuou durante mais de vinte séculos. Porém, o átomo evoluiu e as ideias iniciais foram decaindo, como se demonstra nos diferentes modelos enunciados abaixo.

Modelo Atómico de Dalton:



John Dalton nasceu a 6 de Setembro de 1766 em Eaglesfield foi um químico, meteorologista e físico inglês. Foi um dos primeiros cientistas a defender que a matéria é feita de pequenas partículas, os átomos e fundador da teoria atómica moderna. Contudo, passou à história da ciência pela criação da primeira teoria atómica, pois desenvolveu a sua teoria atómica numa série de conferências que proferiu na Royal Institution de Londres, nos anos de 1804 e 1805.

Em 1807, com o seu consentimento, Thomas Thomson incluiu um sumário da teoria atômica na terceira edição de sua obra *System of chemistry* (Sistema de química). O próprio Dalton, no ano seguinte, no primeiro volume do seu *New system of chemical philosophy* (*Novo sistema de filosofia química*), apresentou as bases de sua nova teoria. A palavra átomo, de origem grega, significa exactamente indivisível, pois segundo Demócrito, a sua divisão era impossível.

John Dalton, considerava que tudo era formado por partículas, e retomou a ideia do átomo e da sua estrutura. Utilizou o nome de "átomo", em homenagem a Leucipo e seu aprendiz Demócrito. Essas partículas eram esferas de diferentes tipos em relação a quantidades de átomos conhecidos. A palavra átomo, de origem grega, significa exactamente indivisível, pois segundo Demócrito, a sua divisão era impossível. O modelo atômico que desenvolveu, representava o átomo como uma partícula maciça. Ficou então conhecido como o modelo da "Bola de bilhar", também chamado de modelo de Dalton.

No séc. XIX (a partir de 1803) John Dalton retomou a ideia de que os átomos eram os constituintes básicos da matéria. Para este os átomos seriam partículas pequenas, indivisíveis e indestrutíveis. Cada elemento químico seria constituído por um tipo de átomos iguais entre si e quando combinados, os átomos dos vários elementos formariam compostos novos.

Assim, na sequência dos seus trabalhos, concluiu que:

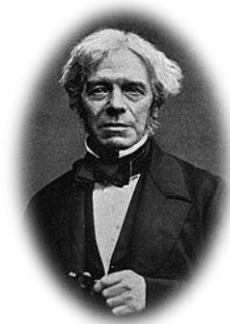
- Os átomos que pertencem a elementos químicos diferentes, apresentam massas diferentes, assim como propriedades químicas diferentes.
- Os compostos são associações de átomos de elementos químicos diferentes.
- As reações químicas podem ser explicadas com base no rearranjo dos átomos, de acordo com a lei de Lavoisier.



Figura 4 - Modelo atômico de Dalton.

Modelo Atômico de Thomson ou Modelo do pudim de passas

Joseph John Thomson, em 1887, atestou a presença de eletrões usando um tubo de raios catódicos (tubo de Crookes), determinando a encadeamento entre a carga e a massa da partícula.



Outros cientistas também contribuíram para o conhecimento e desenvolvimento da Química, tal como Ernest Rutherford e Albert Einstein onde as suas teorias nunca se tinham desenvolvido se antes destes não existissem outros que tivessem desenvolvido o estudo da matéria/modelo atómico, com um suporte científico válido.

Joseph John Thomson, inicialmente, pensou que um átomo tivesse milhares de eletrões, considerando que a massa do eletrão fosse aproximadamente 1,7 vezes menor que a massa do átomo de hidrogénio. Porém, os resultados experimentais não davam suporte a essa hipótese. Na ausência de informações sobre a maneira pela qual as cargas positivas e negativas estão distribuídas num átomo, Thomson propôs um modelo simples. Em 1904, Thomson propôs seu modelo atómico, mais conhecido como **“pudim de passas”**. Thomson admitia que o átomo era uma esfera com carga positiva distribuída de forma uniforme, não tendo um caráter de partícula. Desta forma os eletrões (passas), ficavam espalhados dentro dessa “massa positiva” e permeável, daí o nome do modelo sendo, então, o material positivo a parte mais massiva do átomo.

Demonstra-se perspicaz desenvolver e demonstrar a importância que outras teorias tiveram no seguimento do átomo, pois tudo isto contribui para a validação da ciência (Thomson, 2014).

Em 1897, Thomson descobriu partículas negativas muito mais pequenas que os átomos, os eletrões, demonstrando com esta descoberta que os átomos não eram indivisíveis.

Formulou a teoria de que os átomos seriam uma esfera com carga elétrica positiva onde estariam dispersos eletrões suficientes de forma a que a carga total do átomo fosse nula.

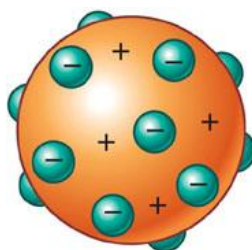


Figura 5 - Modelo atómico de Thomson.
Modelo Atómico de Rutherford



Ernest Rutherford, nasceu a 30 de agosto de 1871 em Cambridge, foi um físico e químico neozelandês que se tornou conhecido como o pai da física nuclear. No início da sua carreira, descobriu o conceito de meia-vida radioactiva, ao provar que a radioatividade causa a transmutação de um elemento químico num outro elemento, e também distinguiu e nomeou as radiações alfa e beta. Em 1902, juntamente com Frederick Soddy, distinguiram os raios alfa e beta e desenvolveram a teoria das desintegrações radioactivas espontâneas. Em 1908 foi premiado com o Nobel da Química pelas suas investigações sobre a desintegração dos elementos e a química das substâncias radioactivas. Em 1919 dirigiu o Laboratório Cavendish e realizou a primeira “transmutação” induzida, também conhecida como reacção nuclear, ao converter um núcleo de azoto em oxigénio, por bombardeamento com partículas alfa. As suas experiências conduziram à descoberta dos meios de obtenção de energia nuclear. Estes fatos levaram a que Rutherford fosse considerado como o fundador da Física Nuclear.

Em 1932 detetou juntamente com Walton e Cockroft a captura de um protão pelo Lítio, decompondo-se em duas partículas alfa, libertando energia. Atualmente é considerado o fundador da Física Nuclear, Rutherford introduziu o conceito de núcleo atómico ao investigar a dispersão das partículas alfa em folhas de metal. Rutherford verificou que a grande maioria das partículas atravessava a folha sem se desviar e concluiu, com base nessas observações e em cálculos, que os átomos de ouro - e, por extensão, quaisquer átomos - eram estruturas praticamente vazias, e não esferas maciças. Rutherford também descobriu a existência dos protões, as partículas com carga positiva que se encontram no núcleo.

Posteriormente, Rutherford mostrou que a maior parte do átomo era espaço vazio, situando-se a carga positiva no núcleo (ponto central do átomo), tendo este a maior parte da massa do átomo, enquanto os eletrões orbitavam em torno do núcleo.

Rutherford descobriu partículas com carga positiva que se encontram no núcleo, os protões. Porém este modelo não explicava a atração que os eletrões apresentam pelas cargas positivas, existentes no núcleo.

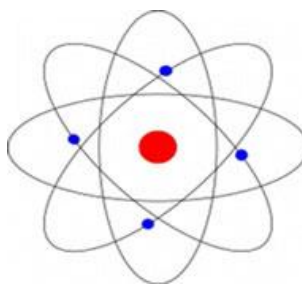


Figura 6 - Modelo atômico de Rutherford.

Segundo os estudos deste cientista, o modelo atômico que explicaria as propriedades da matéria seria aquele que enunciava o átomo como sendo composto por um pequeno núcleo positivo (constituído por protões e neutrões) onde estaria inserida a massa praticamente total do átomo, orbitando os eletrões em volta do núcleo.

Contudo, o modelo atômico de Rutherford possuía alguns erros, pois o eletrão possui carga negativa, portanto, se ele orbitasse ao redor do núcleo, que é positivo, ele iria perder energia na forma de radiação, com isso, as suas órbitas iriam diminuir significativamente e os eletrões iriam adquirir um movimento em espiral, acabando por chocar com o núcleo.

Mas isso não ocorre na prática, pois em 1913, o cientista Niels Bohr (1885-1962) propôs um modelo que se baseou no modelo de Rutherford, apenas aprimorando-o, por isso ele passou a ser chamado de modelo atômico de Rutherford-Bohr.

Bohr baseou-se, também, na teoria quântica da energia de Max Planck e nos espectros de linhas dos elementos para criar os seguintes princípios fundamentais:

1. Os eletrões não se movem aleatoriamente ao redor do núcleo, mas sim em órbitas circulares, sendo que cada órbita apresenta uma energia bem definida e constante (nível de energia) para cada eletrão de um átomo. Quanto mais próximo do núcleo, menor a energia do eletrão, e vice-versa;
2. Os níveis de energia são quantizados, ou seja, só são permitidas certas quantidades de energia para o eletrão cujos valores são múltiplos inteiros do fóton (*quantum* de energia);
3. Para passar de um nível de menor energia para um de maior energia, o eletrão precisa de absorver uma quantidade apropriada de energia. Quando isso ocorre, considera-se que o eletrão realizou um salto quântico e atingiu um estado excitado. Esse estado é instável e quando o eletrão volta para o seu nível de energia original (estado fundamental), ele liberta a energia que havia absorvido na forma de ondas eletromagnéticas.

Modelo Atómico de Bohr



Niels Bohr nasceu a 7 de outubro de 1885, em Copenhaga. Era um físico dinamarquês cujos trabalhos contribuíram decisivamente para a compreensão da estrutura atómica e da física quântica.

Em 1908, ganhou uma medalha de ouro e tendo publicado a sua descoberta na “Transactions of the Royal Society”. Em 1913, realizou um trabalho sobre a absorção de raios alfa, o qual foi publicado na “Philosophical Magazine”. Interpretou algumas das propriedades das séries espectrais do hidrogénio e da teoria da quantificação dos eletrões do modelo atómico de Rutherford. Formulou o princípio da correspondência e em 1928, o princípio da complementaridade.

De 1914 a 1916 foi professor de Física Teórica na Universidade de Victoria, em Manchester. Em 1920 foi director do Instituto de Física Teórica. Em 1922, recebeu o prémio Nobel de Física, tendo escrito um livro “The Theory of Spectra and Atomic Constitution”, cuja segunda edição foi publicada em 1924. Em 1933, juntamente com seu aluno Wheeler, Bohr aprofundou a teoria da fissão, evidenciando o papel fundamental do urânio 235. Estes estudos permitiram prever também a existência de um novo elemento, descoberto pouco depois: o plutónio. Em 1934, publicou o livro “Atomic Theory and the Description of Nature”, que foi reeditado em 1961. Em 1950, Bohr escreveu a “Carta Aberta” às Nações Unidas em defesa da preservação da paz. Em 1957, recebeu o Prémio Átomos pela Paz (Infopédia, 2014).

Bohr expôs algumas modificações ao modelo de Rutherford: os eletrões só podem ocupar níveis de energia bem definidos e orbitam em torno do núcleo em órbitas circulares bem definidas, com energias distintas. As órbitas interiores apresentam um nível de energia inferior, contudo à medida que se encontram mais afastadas do núcleo o valor da sua energia aumenta. Quando um eletrão recebe energia suficiente passa a ocupar uma órbita mais externa (com maior valor de energia) ficando o átomo num estado excitado. Contudo, se um eletrão passar de uma órbita de nível superior para uma órbita de nível inferior liberta energia já que os eletrões tendem para um estado de menor energia, designado por estado fundamental do átomo.

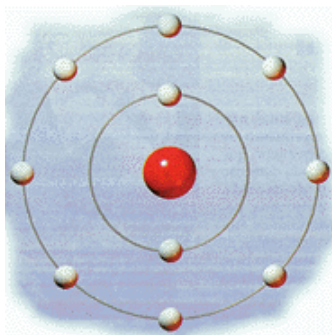


Figura 7 - Modelo atómico de Bohr.

Modelo da Nuvem Eletrónica

O átomo possui um núcleo, onde se encontram os prótons e os neutrões enquanto os eletrões orbitam em redor deste. Na figura 7 está representada a nuvem eletrónica, de um átomo, onde se verifica a probabilidade de encontrar um eletrão num determinado local do espaço. Os eletrões de um átomo ocupam determinados níveis de energia (o número de eletrões em cada nível de energia é expresso pela distribuição eletrónica).

Os principais cientistas responsáveis por estas propostas foram os denominados anteriormente, pois estas contribuições importantes permitiram o conhecimento do modelo que hoje se considera como válido.

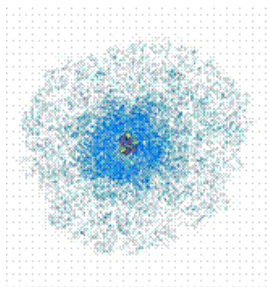


Figura 8 - Modelo da nuvem eletrónica (Modelo Atual).

ANEXO II - Questionário

Questionário:

Data: _____ **Masculino / Feminino**

Ano: _____ **Idade:** _____ **Estabelecimento de Ensino:** _____

Classifica as seguintes questões, utilizando a escala mencionada abaixo:

1 - Discordo totalmente	2 - Discordo	3 - Não discordo nem concordo	4 - Concordo	5 - Concordo totalmente
-------------------------	--------------	-------------------------------	--------------	-------------------------

Questões	1	2	3	4	5
1. O modelo atómico é um modelo que serve para representar um átomo.					
2. O modelo atómico de Rutherford defende que os eletrões giram à volta do núcleo em órbitas elíticas, cada orbita tem um nível de energia específico em que os eletrões transitam de um nível para outro por emissão ou absorção de energia.					
3. O modelo atómico actual é conhecido pelo modelo da nuvem eletrónica.					
4. Um átomo é a partícula mais pequena de um dado elemento químico.					
5. O átomo é uma partícula indivisível.					
6. Os protões e neutrões encontram-se no núcleo do átomo e os eletrões na nuvem eletrónica.					
7. Um átomo é eletricamente neutro quando o número de protões (carga positiva) é igual ao número de eletrões (carga negativa).					
8. Designam-se por isótopos os elementos químicos que têm o mesmo número atómico (número de protões) e diferente número de massa (número de neutrões).					
9. O ião Cl^- tem maior tamanho relativamente ao elemento químico que o originou porque captou um eletrão.					
10. O ião Na^+ tem maior tamanho relativamente ao elemento químico que o originou porque cedeu um eletrão.					



Bom Trabalho!



ANEXO III - Tratamento Estatístico



Teste de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis Itens globais e Nova idade.

		Itens_globais	Nova_idade
N		51	51
Parâmetros normais ^{a,b}	Média	39.10	1.20
	Desvio-padrão	3.92	0.401
Diferenças Mais Extremas	Absoluto	0.159	0.492
	Positivo	0.159	0.492
	Negativo	-0.084	-0.312
Kolmogorov-Smirnov Z		0.159	0.492
Significância Sig. (2 extremidades)		0.002 ^c	0.000 ^c

a. A distribuição do teste é Normal.

b. Calculado dos dados.

c. Correção de Significância de Lilliefors.

Teste de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis Itens globais e Género.

		Itens_globais	Género
N		51	51
Parâmetros normais ^{a,b}	Média	39.10	1.25
	Desvio-padrão	3.92	0.440
Diferenças Mais Extremas	Absoluto	0.159	0.464
	Positivo	0.159	0.464
	Negativo	-0.084	-0.281
Kolmogorov-Smirnov Z		0.159	0.464
Significância Sig. (2 extremidades)		0.002 ^c	0.000 ^c

a. A distribuição do teste é Normal.

b. Calculado dos dados.

c. Correção de Significância de Lilliefors.

Teste de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis Itens globais e Escola.

		Itens_globais	Escola
N		51	51
Parâmetros normais ^{a,b}	Média	39.10	1.55
	Desvio-padrão	3.92	0.503
Diferenças Mais Extremas	Absoluto	0.159	0.364
	Positivo	0.159	0.314
	Negativo	-0.084	-0.364
Kolmogorov-Smirnov Z		0.159	0.364
Significância Sig. (2 extremidades)		0.002 ^c	0.000 ^c

a. A distribuição do teste é Normal.

b. Calculado dos dados.

c. Correção de Significância de Lilliefors.



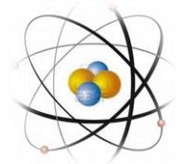
Resultados do teste ANOVA, para as escolas no conhecimento do tema, Estrutura Atómica.

		N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Item1	ESAD	23	4.35	0.71	3.00	5.00
	EB JI Vasco da Gama	28	4.21	0.63	3.00	5.00
	Total	51	4.27	0.67	3.00	5.00
Item2	ESAD	23	3.87	0.81	2.00	5.00
	EB JI Vasco da Gama	28	3.32	0.48	3.00	4.00
	Total	51	3.57	0.70	2.00	5.00
Item3	ESAD	23	4.61	0.50	4.00	5.00
	EB JI Vasco da Gama	28	4.11	1.10	2.00	5.00
	Total	51	4.33	0.91	2.00	5.00
Item4	ESAD	23	4.43	0.66	3.00	5.00
	EB JI Vasco da Gama	28	3.75	0.70	3.00	5.00
	Total	51	4.06	0.76	3.00	5.00
Item5	ESAD	23	4.09	1.16	1.00	5.00
	EB JI Vasco da Gama	28	3.54	0.79	2.00	5.00
	Total	51	3.78	1.01	1.00	5.00
Item6	ESAD	23	4.57	0.59	3.00	5.00
	EB JI Vasco da Gama	28	3.39	1.31	1.00	5.00
	Total	51	3.92	1.20	1.00	5.00
Item7	ESAD	23	4.34	0.88	2.00	5.00
	EB JI Vasco da Gama	28	4.18	1.09	1.00	5.00
	Total	51	4.25	0.99	1.00	5.00
Item8	ESAD	23	3.87	0.97	2.00	5.00
	EB JI Vasco da Gama	28	3.68	0.723	3.00	5.00
	Total	51	3.77	0.84	2.00	5.00
Item9	ESAD	23	2.96	0.77	1.00	5.00
	EB JI Vasco da Gama	28	4.07	0.90	2.00	5.00
	Total	51	3.57	1.01	1.00	5.00
Item10	ESAD	23	2.96	0.77	1.00	5.00
	EB JI Vasco da Gama	28	4.07	0.86	2.00	5.00
	Total	51	3.57	0.95	1.00	5.00
itens_globais	ESAD	23	40.04	3.94	33.00	48.00
	EB JI Vasco da Gama	28	38.32	3.79	32.00	47.00
	Total	51	39.10	3.92	32.00	48.00



ANEXO IV – Propostas Futuras





Ficha de atividade prática 1

Avanço Tecnológico

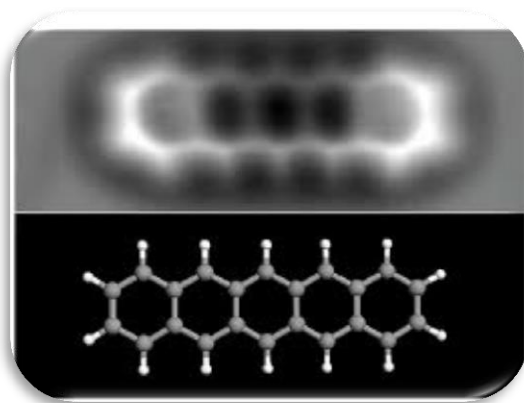
Objetivos:

- Perceber a utilidade dos avanços científico na sociedade.
- Entender a importância da primeira imagem dos átomos com a evolução dos modelos atômicos.
- Compreender a passagem do modelo de Thomson para o modelo de Rutherford até se chegar ao modelo da Nuvem Eletrónica.

Cientistas da IBM conseguem ver a primeira imagem dos átomos de uma molécula

Recentemente cientistas do laboratório da IBM em Zurique, na Suíça, deram um grande passo para a nanotecnologia e eletrónica molecular graças ao avanço conseguido no desenvolvimento dos serviços oferecidos pelos dispositivos eletrónicos atuais.

Pela primeira vez na história conseguiram visualizar bem os átomos que formam uma molécula, concretamente a do $C_{22}H_{14}$. Esta molécula é formada por cinco anéis de benzeno que ligados entre si formando uma cadeia aromática, a qual é um forte candidato a ser usado nos novos semicondutores orgânicos.



Esta observação foi conseguida com o uso de um Microscópio de Forças Atómicas (AFM) e publicado na revista Science. A pesquisa tem vindo a ser estudada desde alguns anos e, segundo Gerhard Meyer, um dos responsáveis por ela, já tinham conseguido definir a nanoestruturas a escala atómica, mas só agora foi possível mostrar a estrutura química de uma molécula com uma resolução atómica, vendo átomos individualmente, algo similar ao que acontece com os raios X que ultrapassam a pele para conseguir a imagem dos ossos.



Sem dúvida é um grande avanço no desenvolvimento da eletrônica molecular que incidirá nas dimensões da nossa tecnologia.

Fonte: <http://www.fayerwayer.com.br/2009/08/cientistas-da-ibm-conseguem-ver-a-primeira-imagem-dos-atomos-de-uma-molecula/>

1. Os modelos atômicos foram propostos como uma forma de representar os fatos observados pelos cientistas, já que o átomo não poderia ser “visto a olho nú” diretamente. Essa percepção indireta (baseada nas propriedades dos átomos) originou modelos que foram sofrendo modificações para se ajustar e se aproximar à realidade, à medida que novas informações foram obtidas. Dessa forma, se o modelo de Thomson estivesse correto, como seria o resultado de Rutherford?

2. Relacione as novas descobertas, com a evolução atômica.





Ficha de atividade prática 2

Diálogo entre químicos

Objetivos:

- Identificar as personagens do diálogo.
- Fazer a correlação do átomo com a evolução do modelo atômico.
- Pesquisar e identificar o contributo dado pelas personagens para o conhecimento científico da química.

“Deus deu a ciência ao homem para que ela o permita viver melhor e resolver problemas [...]”.

Winston Churchill

Para debater o estudo da química, acompanhe o diálogo fictício entre o professor Dalton e os seus dois alunos, Marie Curie e Lavoisier.

Lavoisier: Para quê estudar química, se eu nunca vou usar isto na minha vida?

Marie Curie: Você sabia que a química vem da natureza? Todos os produtos químicos são feitos das matérias-primas que se encontram na natureza.

Prof. Dalton: Muito bem, Marie, a química é apenas uma das várias formas de compreendermos o universo, através das suas transformações.

Lavoisier: Lá vem o Professor com a história da matéria e transformação. É por isso que eu odeio química!

Marie Curie: Lavoisier, o universo é como uma fabulosa fábrica de química.

Prof. Dalton: Isso mesmo. Por exemplo, o que é que vocês fazem antes de chegarem à escola?

Lavoisier e Marie Curie: Tomamos café.

Prof. Dalton: Para preparar o café, a primeira coisa a fazer é acender o fogão. Nesse caso, ocorre uma reação química entre o enxofre na ponta do fósforo e o oxigénio do ar para acender o bico do fogão, uma reação também chamada de combustão.

Marie Curie: Professor, eu nunca tinha pensado que um café fosse tão complicado!

Prof. Dalton: A química não é só isso. A água, o açúcar, o café, são formados por substâncias químicas. Quando a água começa a ferver está a ocorrer uma mudança de estado: a ebulição – passagem do estado líquido para o estado gasoso.



Lavoisier: Como o Professor está a explicar, até parece que a cozinha da minha mãe é um laboratório de química.

Prof. Dalton: Não tenha dúvida. A cozinha é um laboratório de química!

Lavoisier: Estou a começar a entender: “Na natureza nada se perde, tudo se transforma...”

Prof. Dalton: A química também é importante para a natureza. Todos os seres vivos que morrem sofrem reações de decomposição que promovem a reciclagem das substâncias na natureza.

Lavoisier: A química também está no computador? Como seria a minha vida sem computador? Agora, já gosto dessa tal de QUÍMICA!

Os nomes das personagens deste diálogo foram cientistas importantes. Faça uma pesquisa na internet sobre estes cientistas e mencione quais as suas contribuições para o avanço da química e do modelo atómico.





Ficha de atividade prática 3

Ouve e canta a versão adaptada da canção I'm Yours de Jason Mraz (I'm Atoms - Scientific Cover of Jason Mraz's I'm Yours)

Objetivos:

- Entender que a música do quotidiano tem uma interpretação química.
- Explicar os conceitos químicos e fazer a interligação com as temáticas dadas em sala de aula.

Well an atom's made of protons, neutrons, and electrons
the first two in the nucleus, the third around it
it's mostly empty space, but it feels solid in any case
The elements are all the different types of atoms
they differ by the number of protons in the middle.
Hydrogen has only one, but Uranium has a ton

It's just chemistry that you and me are made of these atoms

Well atoms bond together to form molecules
Most of what's surrounding me and you
Water, sugar, things yet undreamed of of of of

Look around you, see the combinations in a eucalypt tree
Mendeleev's periodicity
gives us sand and water and the air above ove ove ove ove

It's just chemistry that you and me are made of these atoms:
Hydrogen, Oxygen, Carbon, Nitrogen, make up the world's life forms

Do do do you, do do do do
but do you wonder how



matter forms something strange
when there's a chemical change?

Where did these atoms come from? They were fused in stars
Light elements combine releasing light from afar
Fusion in the sun, creates Helium

I guess what I be saying is you gotta use your reason
To open up your mind and see the cause of the seasons
-How do we know what's true? The scientific method shows you

It's just chemistry that you and me are made of these atoms

Atoms bond together to form molecules
Most of what's surrounding me and you
Water, sugar, sand and you'll find things undreamed of

So Argon, Neon, Xenon
There's no need to overstate
'Cause we are of course
This, of this, of this, we're made: atoms

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=DBjZz0iQrzI>

1. Faz a tradução da letra e realiza um resumo sobre o que entendes por átomo.





Ficha de atividade prática 4

Construção de um Átomo

Objetivos:

- Desenhar modelos que demonstrem átomos.
- Saber identificar o número de prótons, nêutrons e elétrons, de forma a identificar o elemento na tabela periódica.
- Determinar se o modelo corresponde a um átomo ou a um ião.

1. Com a ajuda do *applet* **Build an Atom**, <https://phet.colorado.edu/pt/simulation/build-an-atom> constrói um átomo de forma a conferir os seguintes elementos:

3 prótons (P)

4 nêutrons (N)

3 elétrons (E)

Desenha um átomo que confira os elementos em cima representados:



- 1.1 Rodeia o elemento correspondente ao átomo em questão, na tabela periódica representada:



H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe

1.2 Selecciona a opção que representa a massa atómica do elemento químico que representaste anteriormente. Explica a tua resposta.

- a. 3
- b. 4
- c. 6
- d. 7
- e. 11

1.3 Selecciona a opção que representa a carga do elemento químico que representaste anteriormente. Explica a tua resposta.

- a. 0
- b. 3
- c. -1
- d. +1
- e. +3

2. Considera o seguinte átomo constituído por 3 *protões*, 4 *neutrões* e 3 *eletrões*. Pretende-se mudar as propriedades atómicas, do átomo em questão.

2.1. Selecciona qual dos elementos químicos abaixo mencionados corresponde ao átomo em questão.

Hidrogénio Hélio Lítio Berílio Boro Carbono



2.2. Selecciona a opção correta.

A. Pode-se transformar o átomo num ião positivo através de ganho de....

(Rodeia)

Protão	Sim ou Não
Neutrão	Sim ou Não
Eletrão	Sim ou Não

B. O aumento ou a diminuição do valor da carga do ião negativo deve-se ao ganho ou perda de....

(Rodeia)

Protão	Sim ou Não
Neutrão	Sim ou Não
Eletrão	Sim ou Não

C. A massa atómica de um átomo deve-se ao valor de

(Rodeia)

Protão	Sim ou Não
Neutrão	Sim ou Não
Eletrão	Sim ou Não

D. A carga nuclear de um átomo é maior quanto maior for o número de

(Rodeia)

Protão	Sim ou Não
Neutrão	Sim ou Não
Eletrão	Sim ou Não

E. A carga elétrica da nuvem eletrónica é dada pelo número de

(Rodeia)

Protão	Sim ou Não
Neutrão	Sim ou Não
Eletrão	Sim ou Não



F. A partícula que não possui carga elétrica é o

(Rodeia)

Protão

Sim ou Não

Neutrão

Sim ou Não

Elétron

Sim ou Não





Ficha de atividade prática 5

Construção de um Átomo

Objetivos:

- Desenhar modelos que demonstrem a diferença entre átomos e iões.
- Saber identificar o número de prótons, neutrões e eletrões, de forma a identificar o elemento na tabela periódica.
- Determinar se o modelo corresponde a um átomo ou a um ião.
- Determinar quais as mudanças que podem ser originadas caso se mude o número de prótons, neutrões e eletrões e que influência terá a carga e a massa do átomo ou do ião.

Proposta de trabalho.

Explora o *applet* Build **an Atom**, <https://phet.colorado.edu/pt/simulation/build-an-atom>, com o teu colega (cerca de 5 minutos) e responde às seguintes questões.

1. O que está no centro do átomo? _____
2. Designa-se de núcleo o que está no centro do átomo. Demonstra recorrendo ao *applet* três exemplos de possíveis átomos, não esquecendo que estes têm de ser estáveis.

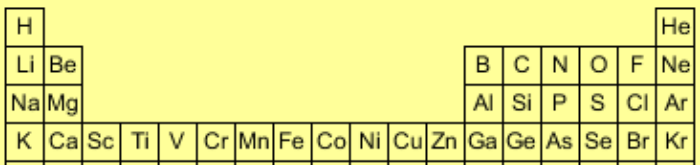
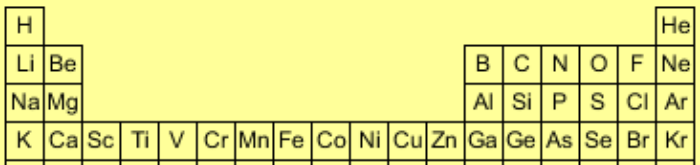
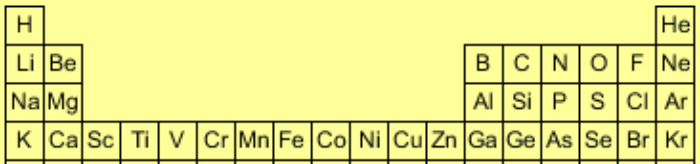
Número de elementos que estão no núcleo:	Desenha o núcleo	Qual é o elemento?
Prótons: ____ Neutrões: ____		
Prótons: ____ Neutrões: ____		



Protões: ____ Neutrões: ____		
---------------------------------	--	--

Tudo o que nos rodeia é feito de diferentes elementos. O ar é constituído por Oxigénio (O) e Nitrogénio (N). As plantas e os seres humanos necessitam de Carbono (C). O Hélio é utilizado (He) para os balões. E o Hidrogénio (H) constitui as moléculas da água.

3. Descobre quais são os elementos químicos e determina o seu nome.

Elemento Químico	Qual é o elemento?	Rodeia o elemento
Protões: 1 Neutrões: 2 Eletrões: 1		
Protões: 19 Neutrões: 20 Eletrões: 19		
Protões: 6 Neutrões: 8 Eletrões: 6		



4. Determina, com auxílio do *applet*, um átomo eletricamente neutro, um ião positivo e um ião negativo.

	Número de partículas	Desenha o teu átomo ou ião	Qual é a sua carga?
Átomo	Protões:____ Neutrões:____ Eletrões:____		
Ião positivo	Protões: ____ Neutrões:____ Eletrões:____		
Ião negativo	Protões:____ Neutrões:____ Eletrões:____		

5. Designa-se de núcleo o que está no centro do átomo. Demonstra recorrendo ao *applet* três exemplos de possíveis átomos, não esquecendo que estes têm ser estáveis.

Número de elementos que estão no núcleo:	Desenha o núcleo	Qual é o elemento?
Protões: __ Neutrões:__		
Protões: __ Neutrões:__		
Protões: __ Neutrões:__		

