

# **Da Literacia Científica dos docentes do 1ºCEB à concretização de uma Educação CTS**

**António Manuel Almeida da Costa**

Tese para obtenção do Grau de Doutor em  
**Educação**  
(3º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Manuel Joaquim da Silva Loureiro  
Co-orientadora: Prof. Doutora Maria Eduarda Revés Roque Cunha Ferreira

**junho de 2020**



# Dedicatória

À Rita. Aos meus pais.

À Alexandra e ao Fernando Jorge.

À “*pirata*” Luísa, que nasceu já com este trabalho em andamento.



# Agradecimentos

Este trabalho é resultado da experiência refletida ao longo de anos dedicados ao ensino, em especial do ensino das ciências. Por isso, é tributário de muitas influências e contribuições que fui recebendo através da interação e diálogo com uma multiplicidade de colegas, que vão desde a Escola onde trabalho, passando pelo grupo de investigação que tive o privilégio de pertencer até aos companheiros de divulgação científica. De uma forma particular, quero valorizar o meu agradecimento a algumas pessoas que, com a sua disponibilidade abertura e sabedoria, me incentivaram na construção deste trabalho.

Agradeço em primeiro lugar aos meus orientadores, Professor Manuel Loureiro, pela sua confiança, apoio e validação, e Professora Maria Eduarda Ferreira, com quem mantive um diálogo profícuo e estimulante, que muito me ajudou no crescimento e no pôr o ponto final nesta dissertação.

Quero, também, agradecer ao Professor José Miguel Salgado pelos preciosos conselhos fornecidos no que à utilização do software *IBM SPSS Statistics Standard*<sup>®</sup> diz respeito.

Não poderia deixar de lembrar os docentes e coordenadores de docentes que, despendendo do seu tempo individual, decidiram participar deste trabalho preenchendo os questionários distribuídos por todos os Agrupamentos de Escolas do distrito da Guarda.

Aos meus amigos e familiares que com a sua solicitude e apoio moral me incentivaram para finalmente levar a bom termo este trabalho.

Finalmente, o meu profundo e sincero reconhecimento à Rita, que nos momentos em que este trabalho me despertou mais dúvidas, incertezas e receios quanto à conclusão do mesmo, sempre teve uma palavra de serenidade, confiança e determinação.



## Resumo

Compreender o papel que a Ciência e a Tecnologia (C&T) desempenham na acomodação do modelo de Sociedade atual, significa indissociar estes três campos nas intencionalidades da Educação em Ciências. Perante as transformações sociais atuais e suas problemáticas, as aprendizagens a desenvolver deverão estar focadas na educação para a cidadania. Como tal, a estruturação do constructo *Literacia Científica* deve atender aos desafios sociais, culturais e económicos que os cidadãos enfrentam. Neste quadro, a construção de conhecimentos científicos e o desenvolvimento de capacidades de pensamento e de atitudes, organizados tendo em conta a grelha conceptual que define *Literacia Científica*, tem-se revelado central no Ensino das Ciências (EdCs) a partir da perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), onde os docentes do 1.º Ciclo do Ensino Básico (1.º CEB), alvo deste estudo nesta investigação, desempenham um papel essencial.

Neste contexto, esta investigação tem como objetivos aferir qual a grelha conceptual que permite enquadrar a *Literacia Científica*, na primeira década do século XXI, e verificar o grau o envolvimento do docente do 1.º CEB, enquanto ator social e cultural, pelos temas de C&T. Para dar resposta a estes objetivos específicos foram conduzidos dois estudos: *Revisão Sistemática da Literatura* sobre o constructo *Literacia Científica*, e um *Estudo Exploratório* sobre os conhecimentos e atitudes dos docentes do 1.º CEB pelos temas de C&T.

Os resultados obtidos indicam que, na primeira década do século XXI, a *Literacia Científica* define-se como constructo de natureza deítica, que molda o seu conteúdo ao contexto social, político, cultural e científico na Sociedade onde se insere. Conclui-se, desta forma, que um cidadão cientificamente literado tem de incorporar esta natureza, reconhecendo a génese cumulativa, provisória e cética da Ciência, as limitações do inquérito científico, a necessidade de existirem evidências suficientes e conhecimento consolidado para apoiar ou rejeitar reivindicações, o impacto da C&T no ambiente político, social e económico e ainda a influência da Sociedade na C&T. Os resultados do *Estudo Exploratório* evidenciam um grupo de docentes com interesse moderado por questões de C&T, revelando maior interesse pelos *Problemas Ambientais*. A proeminência deste assunto sugere resultar da importância que a comunicação social, têm dado ao tema, mas também as políticas educativas. Estes intervenientes revelaram

um grau de envolvimento muito aquém do que seria desejado, resumindo-se, quase na totalidade, a assistir a debates e encontros sobre *Problemas Ambientais*.

A conjugação destes resultados revela a necessidade de formação dos docentes do 1.º CEB, que possibilite a ancoragem de uma *identidade tecnocientífica* aos saberes disciplinares e didáticos, oferecendo aprofundamento do conhecimento e orientação para o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem, nomeadamente no quadro do referencial CTS.

## **Palavras-chave**

Literacia Científica; Estudo Exploratório; Natureza Dédica; Perspetiva Ciência-Tecnologia e Sociedade; Docentes do 1.º CEB; Identidade docente.



# Abstract

Understanding the role that science and technology play in accommodating the current model of society means to dissociate these three fields into the intentionalities of *science education*. Given the contemporary social transformations and their problems, the learning to be developed should focus on citizenship education. As such, the structuring of the *scientific literacy* construct must address the social, cultural and economic challenges that citizens face. The construction of scientific knowledge and the development of thinking skills and attitudes organized taking into account the conceptual grid that defines *scientific literacy*, has proved to be central to science education from the Science-Technology-Society approach, where teachers of the Primary Basic education, the target of this study in this research, play an essential role.

This research aims to measure the conceptual grid that allows the framing of scientific literacy in the first decade of the Twenty-First Century and to verify the degree of involvement of the primary teachers by the themes of Science-Technology. Two studies were conducted: a systematic review of the literature on the scientific literacy construct, and exploratory research on the knowledge and attitudes of the primary teachers by the Science-Technology themes.

The results indicate that, in the first decade of the century, *scientific literacy* was defined as a deictic construct that shapes its content to the social, political, cultural and scientific context of the society where it operates.

It follows that a scientifically literate citizen must incorporate this nature, recognizing the cumulative, tentative, and skeptical nature of science, the limitations of scientific inquiry, and the need for sufficient evidence and consolidated knowledge to support or reject claims. It is also important to understand the impact of S&T on political, social, and economic environments, and the influence of the company on S&T. The results of the exploratory study show that a group of teachers with a moderate interest in S&T issues will have a greater interest in environmental problems. The prominence of the subject matter suggests that the focus the media gives to environmental issues and educational policies is important. These stakeholders have shown a degree of involvement far below what would be desired, boiling down almost entirely to attending debates and meetings on environmental problems.

The combination of these results reveals the need for primary-teacher training that will enable the anchoring of a *technoscientific identity* to disciplinary and didactic knowledge. This will offer a deepening of knowledge and guidance for the development of the teaching-learning process, namely within Science-Technology-Society approach.

## **Keywords**

Scientific Literacy; Exploratory Study; Deictic Nature; Science –Technology - Society Approach; Teacher´s identity



# Índice

<b>Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Ciência e Sociedade.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. A Ciência enquanto imaginário social .....</b>	<b>9</b>
1.1.1. A Filosofia da Ciência na Cultura Científica.....	21
1.1.2. Representações Sociais.....	23
1.1.3. Percepção Social da Ciência e a Cultura Científica.....	25
<b>1.2. Literacia Científica.....</b>	<b>32</b>
1.2.1. Enquadramento Histórico.....	32
1.2.2. A relevância da Literacia Científica.....	33
1.2.3. Natureza do conceito.....	37
<b>1.3. Aprender Ciência .....</b>	<b>39</b>
1.3.1. Movimento CTS.....	43
1.3.2. O movimento CTS no Ensino das Ciências.....	47
1.3.3. Evolução do movimento CTS.....	49
1.3.4. Críticas ao movimento CTS.....	50
1.3.5. Ensino das Ciências: ensino tradicional vs novas tendências .....	52
<b>1.4. Os Docentes e o Ensino das Ciências.....</b>	<b>57</b>
<b>1.5. Docentes do 1.º CEB no Ensino das Ciências.....</b>	<b>61</b>
<b>1.6. Objetivos e questões de investigação .....</b>	<b>67</b>
<b>2. Método.....</b>	<b>72</b>
<b>2.1. Estudo I – Revisão Sistemática da Literatura .....</b>	<b>72</b>
2.1.1. Critério de Inclusão/Exclusão e Filtros.....	73
2.1.2. Codificação das diferentes definições de <i>Literacia Científica</i> .....	74
2.1.3. Parâmetros de análise.....	75
<b>2.2. Estudo II – Conhecimentos dos docentes do 1.º CEB em C&amp;T.....</b>	<b>76</b>
2.2.1. Questões de Investigação e objetivos.....	76
2.2.2. Participantes.....	77
2.2.3. Instrumento.....	79
2.2.4. Procedimento.....	81
<b>3. Resultados .....</b>	<b>83</b>
<b>3.1. Estudo I: Revisão Sistemática da Literatura.....</b>	<b>83</b>
3.1.1. Parâmetros de análise dos artigos científicos.....	83
3.1.2. Dimensões da Literacia Científica .....	86

<b>3.2. Estudo II: Conhecimentos dos docentes do 1.ºCEB .....</b>	<b>99</b>
3.2.1.Grau de Interesse.....	99
3.2.2.Grau de informação adquirido através dos <i>Media</i> .....	100
3.2.3.Grau de Envolvimento em temas de C&T .....	100
3.2.4.Grau de Concordância com afirmações sobre investigação científica. ....	101
3.2.5.Grau de Concordância com afirmações sobre C&T.....	102
3.2.6.Associação entre o Grau de Interesse e Grau de Informação.....	105
3.2.7.Associação entre o Grau de Envolvimento e Grau de Interesse .....	106
3.2.8.Associação entre o Grau de Envolvimento vs Grau de Informação .....	107
<b>4. Discussão .....</b>	<b>108</b>
<b>4.1. Revisão Sistemática da Literatura .....</b>	<b>108</b>
<b>4.2. Conhecimentos dos docentes do 1º CEB .....</b>	<b>116</b>
<b>4.3. Fronteiras entre a Literacia Científica e o Ensino das Ciências .....</b>	<b>121</b>
<b>5. Limitações, síntese conclusiva e propostas para futuras investigações .....</b>	<b>127</b>
<b>5.1. Limitações da Investigação .....</b>	<b>127</b>
<b>5.2. Síntese Conclusiva.....</b>	<b>128</b>
<b>5.3. Futuras Investigações .....</b>	<b>132</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>134</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>152</b>



# Lista de Figuras

Figura 1 - Visão conceptual da Literacia Científica no início do séc. XXI.

Figura 2 - Etapas do *Scientific Inquiry*.

Figura 3 - Categorias CTS em Ciência escolar.

Figura 4 - Etapas da seleção dos artigos.



# Lista de Tabelas

Tabela 1 - Caracterização sociodemográfica da amostra (N=85)

Tabela 2 - Descrição do questionário

Tabela 3 - Dimensões da Literacia Científica - Ideias Chave

Tabela 4 - Grau de interesse sobre questões societais (N=85)

Tabela 5 - Grau de informação adquirido pelos media, sobre questões societais (N=85)

Tabela 6 - Grau de envolvimento em questões C&T (N=85)

Tabela 7 - Grau de concordância com afirmações sobre investigação científica (N=85)

Tabela 8 - Grau de concordância com afirmações de C&T (N=85)

Tabela 9 - Coeficiente de Correlação de Spearman para a associação entre o grau de interesse do docente do 1ºCEB, pelas questões de C&T e o grau de informação adquirido através da comunicação social sobre essas mesmas questões (N=85)

Tabela 10 - Coeficiente de Correlação de Spearman para a associação entre o grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em encontros e debates em C&T e o grau de interesse do docente por questões C&T (N=85)

Tabela 11 - Coeficiente de Correlação de Spearman para a associação entre o grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em questões C&T está relacionado com o grau de informação, adquirido através da comunicação social, do docente sobre questões C&T (N=85)

Tabela 12 - Níveis de Literacia Científica



# **Lista de Gráficos**

Gráfico 1 – Filiação dos autores dos artigos

Gráfico 2 – Número de autores por artigo

Gráfico 3 - Número de publicações por país de origem da revista

Gráfico 4 - Número de publicações de artigos por ano

Gráfico 5 - Dimensões da Literacia Científica

# Lista de Acrónimos

1ºCEB	1.º Ciclo do Ensino Básico
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
PORDATA	Base de Dados de Portugal Contemporâneo



# Introdução

O final do século XX e o início do século XXI testemunham um desenvolvimento económico sem precedentes no que aos avanços tecnológicos e globalização diz respeito. Este marco histórico permite constatar o sucesso que a aliança entre a C&T alcançaram, proporcionando uma grande capacidade de explicar, controlar e transformar o mundo.

A importância da C&T aumenta à medida que o mundo aprofunda a “Sociedade do Conhecimento”, isto é, Sociedades nas quais a importância do conhecimento científico cresce constantemente pela incorporação nos processos produtivos, pela relevância dos exercícios da participação dos cidadãos na tomada de decisão em processos democráticos e na influência positiva na vida pessoal, profissional e social dos indivíduos. É perceptível a propagação da influência social da C&T às formas de pensar, às disposições cognitivas e às orientações da ação da vida quotidiana (Costa, Ávila & Mateus, 2002), como resultado do cidadão necessitar participar ativamente na discussão de temas de C&T, sendo essencial alargar à população em geral, ou pelo menos a segmentos tão vastos quanto possível, a apreensão de conhecimentos e práticas científicas sobre temas de C&T. O acesso a estes temas de C&T necessita de um nível significativo de familiaridade com o empreendimento e a prática da C&T, ou seja, necessita de um certo grau de *Literacia Científica*.

A *Literacia Científica* é desejável não apenas para os indivíduos, mas também para o bem-estar das comunidades e da Sociedade. Mais do que apenas um repositório de conhecimentos acerca de C&T, a definição contemporânea de *Literacia Científica* foi alargada para incluir a compreensão dos processos e práticas científicas, a capacidade para medir e avaliar os produtos da Ciência e para se envolver na tomada de decisões acerca dos valores da Ciência. Ainda que, tradicionalmente, a *Literacia Científica* seja vista como uma responsabilidade individual dos cidadãos, incluídos em comunidades, que por sua vez fazem parte de Sociedades, é pertinente verificar qual a grelha conceptual que permite construir a definição para o constructo de *Literacia Científica* na primeira década do século XXI. A definição conceptual da *Literacia Científica* permitirá à Educação, em particular ao EdCs, através dos seus atores e metodologias de

ensino-aprendizagem, desenvolver as ferramentas e estratégias para a formação de cidadãos cientificamente literados.

A crescente importância do papel da Ciência no mundo moderno, aumentou o impacto do EdCs no ensino básico. O qual é, necessariamente, balizado por diferentes formas de ver a Ciência e de conceber os alunos e o processo de ensino. É, pois, crucial que o EdCs permita ao aluno compreender as temáticas, os processos, a natureza da ciência (NdC) e, simultaneamente, desenvolva atitudes de responsabilidade social. O conhecimento científico permite pensar de forma crítica e estruturar as questões de modo produtivo, conferindo ao indivíduo o poder de ser um ator e não um espectador. Nesta linha de pensamento, conclui-se que o conhecimento científico é mais do que um meio para atingir o sucesso laboral, é um recurso que permite aos cidadãos participarem ativamente na Sociedade e serem promotores da democracia.

As premissas inerentes ao papel no EdCs na *Literacia Científica* caracterizam-se não apenas por proporcionar aos jovens conhecimentos instrumentais ou competências cognitivas, artísticas ou afetivas, mas também deve educar para o exercício de uma cidadania livre, solidária participativa e democrática (Vilches & Pérez, 2007). Neste sentido, o objetivo fundamental do EdCs é proporcionar aos cidadãos e aos alunos uma formação plena que os ajude a estruturar a identidade e a desenvolver as suas capacidades de participar na construção da Sociedade, pondo em prática valores que facilitem a convivência em Sociedades plurais e democráticas, tais como o respeito, a tolerância ou o diálogo a partir de uma formação tecnocientífica. Para atingir tal objetivo pode afirmar-se que os alunos beneficiariam com a utilização de uma metodologia de ensino-aprendizagem a partir de perspectiva CTS. Terá de contar com docentes cujo perfil e estratégias pedagógicas difiram daqueles que são adotados no ensino tradicional da Ciência. Saliente-se que para potenciar os efeitos positivos da utilização deste tipo de orientação é necessário que os docentes, enquanto atores fulcrais no processo ensino-aprendizagem, possuam sólidos conhecimentos científicos e tecnológicos, que lhes permitirá criar uma identidade tecnocientífica robusta. É, pois, oportuno verificar o grau de interesse e envolvimento dos docentes do 1.º CEB por questões de C&T, que nos fornecerá alguma informação acerca da sua identidade tecnocientífica.

Assim, partindo da necessidade do cidadão ser cientificamente literado, o presente trabalho de investigação procura enquadrar a grelha conceptual onde assenta a *Literacia Científica* na transição de século, mais propriamente na primeira década do

século XXI. Para construir esta grelha conceptual é realizado um estudo de *Revisão Sistemática da Literatura* dos artigos publicados em revistas científicas da especialidade, no intervalo de tempo de 2000 a 2010. Com base nesta matriz conceptual é realizado um segundo estudo, que procura verificar o grau de envolvimento e interesse dos docentes do 1.º CEB por questões de C&T, dimensões fundamentais para a construção de uma identidade profissional tecnocientífica, que lhe permita concretizar uma educação CTS.

Esta dissertação está organizada em duas partes.

A **primeira parte** baliza a componente teórica da análise, mapeando os principais fundamentos teóricos dos temas *Literacia Científica*, EdCs e Docentes do 1.º CEB. Inicia-se com o enquadramento da Ciência na Sociedade remetendo para a ideia de que um cidadão para participar ativamente na Sociedade, marcadamente tecnocientífica, necessita de possuir conhecimentos científicos, inicialmente promovidos, em ambiente escolar, através do EdCs numa perspetiva CTS. É retratada a Ciência enquanto imaginário social, realizando-se, para tal, uma apresentação pertinente acerca das ideias, teorias e metodologias da Ciência. É, também, explorado o papel da cultura científica na relação com os cidadãos e com a sociedade, delimitando o constructo *Literacia Científica*, através do enquadramento teórico e da natureza do conceito. Seguidamente, é feita a ponte entre a *Literacia Científica* e o papel que o EdCs desempenha na promoção da mesma. Na fronteira entre estas duas dimensões, a *Literacia Científica* e o EdCs, situam-se os docentes, enquanto profissionais do ensino e atores participantes na Sociedade. Faz-se a ligação entre o EdCs e o docente, olhando para o docente não apenas enquanto profissional de ensino, mas como cidadão societal, que molda sua *identidade docente*, a partir das interações que gera na sociedade. Faz-se a descrição e análise, a partir de uma grelha conceptual teórica, do papel que o docente do 1.º CEB desempenha no EdCs e por consequência na promoção da *Literacia Científica*.

Na **segunda parte**, que corresponde à análise empírica, é apresentada a metodologia de investigação que dá suporte aos dois estudos, **Estudo I: Revisão Sistemática da Literatura** e **Estudo II: Conhecimentos dos docentes do 1.º CEB**, realizados nesta investigação. Deste modo, procedeu-se à descrição da estrutura de análise empírica, sendo definidos os objetivos específicos e Questões de Investigação. São apresentados os resultados dos dois estudos e procede-se à discussão dos mesmos, procurando-se analisar as fronteiras da *Literacia Científica* com o EdCs numa perspetiva CTS. Finalmente, são sintetizadas as principais conclusões alcançadas na

investigação, bem como as limitações do estudo e propostas para futuras investigações no âmbito da temática da *Literacia Científica* e do EdCs.

## **PARTE I ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

# 1. Ciência e Sociedade

Ao longo deste trabalho será recorrente utilizar conceitos como Ciência, Tecnologia ou Tecnociência, com os quais se construirá, reconstruirá, afinará ou refinará o constructo *Literacia Científica*. Neste sentido, faz todo o sentido que se inicie uma discussão prévia desses conceitos e dos significados que lhe atribuímos. Os conceitos aludidos encontram-se na literatura com um uso muito variado, de tal forma que existe uma infinidade de definições para Ciência e para Tecnologia. Por detrás desta quantidade avassaladora de definições está um forte enraizamento que uma e outra têm na Sociedade contemporânea, o que conduz à utilização destes conceitos em diferentes contextos como a educação, a comunicação social, os discursos políticos e muitos outros canais de divulgação. De igual modo, esta diversidade explica-se pelas diversas correntes filosóficas, sociológica e históricas, que ao longo dos últimos cem anos estudaram a Ciência, e em menor escala, a Tecnologia. Resulta fundamental colocar uma ordem conceptual mínima nestes conceitos, realçando as profundas e intensas interações que caracterizam, ao dia de hoje, os vínculos entre a Ciência e a Tecnologia. A relação recíproca entre as duas representam um elemento essencial da atual civilização tecnológica. O conceito de tecnociência servirá para destacar os limites cinzentos, indistinguíveis e, por vezes, inexistentes entre a C&T.

O conceito de Ciência é, regularmente, o contraponto da definição de técnica, atendendo às diferentes funções que realizam. Por princípio, a função da Ciência, vincula-se à aquisição de conhecimentos, ao processo de conhecer, cujo ideal mais tradicional é a verdade, em particular a teoria científica verdadeira. A verdade e o rigor são atributos desse conhecimento.

A função da técnica é a realização de procedimentos operativos úteis para determinados fins. Constitui-se um saber como, ainda que não se exija, necessariamente um saber por quê. Esta capacidade de oferecer explicações é própria da Ciência.

A Ciência é um motor poderoso que pode melhorar substancialmente a vida dos cidadãos. Equipa de cientistas participam na descoberta de curas para doenças, na criação de tecnologia para distribuir água potável em terrenos áridos ou no desenvolvimento de modelos computacionais que ajudam a registar o impacto da humanidade no meio ambiente. O estudo deste e de outros temas será importante quer a curto, quer a longo prazo, pelo que para se produzir esta produção científica é

necessária uma força de trabalho, não apenas, formada por profissionais ligados diretamente à Ciência (cientistas, investigadores, ...), mas também jornalistas, docentes, políticos, e uma ampla rede de profissionais que contribuam para o desenvolvimento da Ciência.

Nas últimas décadas, historiadores, filósofos científicos e sociólogos estudaram com pormenor o que realmente fazem os cientistas. Do ponto de vista convencional, o cientista solitário, é identificado como um homem de tez branca que luta heroicamente contra a natureza a fim de a compreender. Por vezes, os cientistas são encarados como aqueles que aplicam o *método científico* para obter resultados. São perçecionados como seres que se aliam do mundo real, desenvolvendo a investigação num mundo abstrato e distante.

Os trabalhos de investigação realizados nas últimas décadas desmentem estes estereótipos. Os cientistas enfrentam problemas de diferentes dimensões e com diferentes ideias preconcebidas. Não existe um único *método científico* que seja utilizado de modo universal por todos os cientistas. Os cientistas utilizam uma ampla gama de métodos para desenvolver hipóteses, modelos e teorias formais e informais. Também utilizam diferentes métodos para avaliar a produtividades das teorias e refinar os modelos propostos. Utilizam uma gama de técnicas para recolher dados de maneira sistemática e uma variedade de ferramentas para melhorar as observações, medições e análise de dados e representações.

Esses mesmo estudos demonstraram que a Ciência é uma ferramenta social. Os cientistas falam com frequência com os seus colegas, tanto em ambiente formal como informal. A Ciência é constituída por uma extensa rede de científica, com um aumento exponencial da participação de mulheres e minorias. Os cientistas trocam mensagens de correio eletrónico, debatem em conferência e representam e respondem a ideias através de publicações em revistas académicas e em livros. Da mesma forma, utilizam uma ampla variedade de ferramentas culturais, incluindo dispositivos tecnológicos, representações matemáticas e métodos de comunicação. Neste quadro atual, o principal desafio do século XXI reside na margem que separa o poder de que dispõe a humanidade e a sabedoria que é capaz de demonstrar na sua utilização (Vieira, Tenreiro-Vieira, & Martins, 2011). As democracias dependem de cidadãos literados que possam tomar decisões informadas que são importantes para a vida em Sociedade, pelo que a necessidade de possuir conhecimentos científicos é crítica na Sociedade.

É precisamente neste ponto que tiveram origem os trabalhos desenvolvidos na área CTS, procurando uma participação crítica da Sociedade na discussão sobre os caminhos que a C&T deveriam traçar (Bayram & Comek, 2009; Deboer, 2000). A ideia de desenvolver um potencial cognitivo coletivo permitiu ao cidadão compreender a realidade, concedendo-lhe um sentido válido para vida e, deste modo, tornando mais eficaz a sua ação material sobre a Sociedade (Caraça, 2001). Esta participação cívica individual no coletivo social deve ter como alicerces uma matriz sociocientífica (Hofstein, Eilks, & Bybee, 2010), isto é, mais do que possuir um conjunto básico de conhecimentos científicos, os cidadãos deverão, também, possuir uma visão acerca de como estes conhecimentos estão relacionados com outros eventos da Sociedade, por que motivo são importantes e qual a visão do mundo que temos a partir deles (Osborne, 2007).

Neste sentido, o conhecimento científico e, mais especificamente, a Ciência tem significado, na medida em que dispõe de uma metodologia - *método científico* - que lhe permite ter êxito na Sociedade. Esta primazia, relativamente a outras formas de conhecimento, não reside nas mentes mais ou menos privilegiadas de quem produz esse conhecimento, mas sim das regras, da lógica ou das estratégias de indagação. A racionalidade científica, a prática experimental e o marco institucional, que as protege e consolida, seriam os mecanismos centrais responsáveis pelo avanço laborioso, mas constante, na produção e na validação do conhecimento científico (Merton, 1973). Justamente, a filosofia popperiana assevera que a Ciência é feita de uma revolução permanente, dado que todas as conjunturas teóricas seriam submetidas a contínuas tentativas de refutação empírica. Ainda que, se tenha encarado, como habitual, na prática científica tanto a crença na aceitação, como o mais severo ceticismo (Kuhn, 1970). O consenso científico existe e desempenha uma função relevante, ainda que a sociologia nos mostre que o necessário protagonismo social e académico desse consenso seja apenas conseguido apenas por ser contextual, provisório e controverso (Bourdieu, 2004).

Verifica-se, pois, uma alteração no modo de conceber a Ciência, não só atendendo aos ideais abstratos de Merton e Kuhn, mas também, e principalmente, as práticas efetivas. Isto permitiu, através das mais recentes sociologias do conhecimento, à C&T questionar os aspetos essenciais dos diferentes binómios: *Ciência vs Sociedade, Especialistas vs Leigos, Conhecimento vs Opinião/Crença/Superstição* (Larrión, 2017).

Esta perspectiva sociocultural tem crescido nas últimas décadas dentro do EdCs o que reflete a mudança cultural na forma de olhar para a relação CTS. Esta visão crítica, histórica, política e socioecológica, juntamente com um pensamento pós-moderno, fazem parte de uma nova luminescência do discurso da Educação em Ciência, onde se destacam três áreas. A primeira, resulta das críticas à Ciência promovidas pelo campo designado *science studies* e que têm ganho uma influência muito grande na literatura do EdCs

A segunda, foca o seu objeto de estudo no multiculturalismo e no encontro entre a normativa cultural do EdCs e a diversidade linguística (Lemke, 2001). Estudos publicados no início do século XXI atentam ao desenvolvimento da EdCs a partir de ambientes urbanos simultaneamente com elevada densidade populacional e cultural e linguisticamente muito diversificados (Calabrese & Tobin, 2002). Ainda que não de forma muito explícita, observa-se na literatura um aumento dos estudos de EdCs focados nesta diversidade, fruto das complexas transformações globais que se observam no mundo em resultado da rápida globalização mundial (Carter, 2005). Por fim, o impacto da vida social nos sistemas planetários naturais e as potenciais crises ecológicas foram um foco de estudo de EdCs que surgiu na literatura. Os elevados níveis de consumo e de produção de lixo associado ao paradigma tecnocientífico global caracterizado por Hamilton (2003) por “fetichismo de crescimento” significa que os cidadãos alteraram as condições de vida na Terra (Hamilton, 2003).

Estas três perspectivas socioculturais, na tentativa de situar o EdCs na fronteira entre as condições materiais e culturais, levantam algumas questões cruciais que irromperam da incerteza e insegurança que vem acoplada à Ciência e conseqüentemente à globalização.

Embora a Ciência tenha providenciado conhecimento poderoso e confiável, permitindo o desenvolvimento humano, esta tem sido alvo das críticas dos intelectuais no que diz respeito à objetividade e universalidade. Esta perspectiva crítica emergiu de diversos campos do conhecimento criando um imaginário social da Ciência.

### **1.1. A Ciência enquanto imaginário social**

O desenvolvimento socioeconómico a que temos assistido desde a Revolução Industrial, com especial destaque para o período que se inicia após o fim da Segunda Guerra Mundial e que se prolonga até aos dias de hoje, tem sido suportado pela C&T. Toda esta mudança conceptual, do manual para o mecatrónico, passando pelo mecânico, assenta nos ideais republicanos da Igualdade, Fraternidade e Liberdade, tendo como objetivo a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. Esta reformulação conceptual teve

consequências profundas nas relações que se estabelecem na relação Homem-Homem e Homem-Máquina, e que tal como refere Postman “alteram a estrutura dos nossos interesses: as coisas que pensamos; alteram o carácter dos nossos símbolos: as coisas com que pensamos; e modificam a natureza da comunidade: a arena em que se desenvolvem os pensamentos” (Postman, 1994, p. 25) .

Neste novo paradigma societal, a C&T despenham, para além do suporte ao desenvolvimento científico, um papel de vanguarda no qual aproximam o distante e permitem alargar os limites do conhecimento do mundo micro para o mundo macro. Não obstante, o papel de vetor-força nos avanços científicos do desenvolvimento pela C&T, existe, no relacionamento da Ciência com a Tecnologia alguma fricção, fruto da valorização do estatuto cultural, académico e filosófico da Ciência em relação à Tecnologia. A subvalorização da Tecnologia deve-se sobretudo, como realça Acevedo-Díaz, ao dogma cultural que coloca o conhecimento teórico à frente do saber ligado às capacidades operativas próprias das técnicas; a supremacia racional e dogmática da teoria, que nasce com o programa teorista desenvolvido pela antiga filosofia grega e que se estende desde o epistemológico até ao ético e ao político (Acevedo-Díaz, 1996).

A tensão conceptual existente entre a C&T tem deixado marcas na relação do indivíduo com o meio que o rodeia, uma vez que ao procurarem compreender a Sociedade que os envolve, os cidadãos encontram-se condicionados pela realidade envolvente, não só no modo de pensar, mas também na forma de interagir com os outros indivíduos. O pensamento humano das últimas décadas segue a matriz de atuação do pensamento científico materializada numa prática/atividade científica que se estende por todos os lugares da Sociedade. Não é de estranhar que os indivíduos demonstrem um “comportamento científico” face ao real, que sintam necessidade de possuir provas para justificar os factos científicos, que privilegiem o quantificável, o mensurável, aquilo que se pode comprovar pelo recurso a instrumentos. Esta atitude científica reflete a ideia de que no mundo tudo é suscetível de ser posto em causa, sendo cada vez menos aceites realidades ou afirmações baseadas na confiança mútua e crença na autoridade de alguém e cada vez mais se exigem provas de todos os factos e afirmações (Schatzman, 1973).

Sente o cidadão necessidade de verificação dos resultados científicos, sendo apenas, para estes, válido o que já foi experimentado, o que é verificável ou pseudoverificável, o que implica a mensuração de todos os procedimentos desenvolvidos pelos cientistas. Esta necessidade de verificação resulta da natureza humana da Ciência, que se

apresenta como um sistema dinâmico em desenvolvimento progressivo, quer na forma, quer no conteúdo. Dentro desta fronteira orgânica, a definição de Ciência e o seu desenvolvimento institucional são determinantes da divulgação, da conceção e da sua compreensão pelos cidadãos (Canavarro, 1999). São estes os mesmos alicerces que estiveram na fundação da *ciência moderna*, enquanto projeto eminentemente humanista, baseado no princípio de que a compreensão acerca do funcionamento da natureza, e o seu controlo, estariam ao alcance do homem comum, através do exercício do pensamento racional, da observação e da experimentação. A convicção na inteligibilidade do real, na possibilidade de controlo das condições de existência e no valor da razão e do debate crítico como instrumentos de acesso à “verdade dos factos”, torna-se elemento chave do projeto de *ciência moderna*, confundindo-se, paralelamente, com os valores da democracia (Bittar & Ferreira Jr., 2014). A fundação da *ciência moderna* está muitas vezes associada ao período da revolução científica, ainda que alguma literatura não assuma de forma cristalina a existência de uma rutura concetual com as épocas precedentes. Este facto é sustentado pela existência de uma continuidade da linha de pensamento de anteriores modelos de compreensão do mundo, e pelo papel desencadeado por alguns debates sobre qual o método mais adequado a adotar pela Ciência. Paolo Rossi, no livro *Os filósofos e as máquinas*, define os pressupostos desta nova conceção de Ciência (Bittar & Ferreira Jr., 2014, p. 27):

1. a Ciência é uma lenta construção, nunca concluída, à qual cada um, dentro dos limites da sua capacidade, pode trazer a sua contribuição;
2. a pesquisa científica tem como finalidade o benefício não de uma única pessoa, grupo, classe ou etnia, mas, sim, de todo o género humano;
3. o desenvolvimento e o crescimento da própria investigação é algo mais importante do que cada indivíduo que a executa.

Estas características definem o carácter público, democrático e colaborativo assumido pela *ciência moderna*. Estas três dimensões permitiram, à época, o envolvimento de intelectuais no questionamento da realidade natural e social e na procura de novos métodos que permitissem captar as leis da natureza. Entendendo que estes métodos teriam necessariamente de assentar no exercício da razão, da observação sistemática do real e na adoção de uma atitude de curiosidade permanente e generalizada sobre o mundo à sua volta, assim como na busca e recetividade de um olhar crítico sobre toda e qualquer preposição a este respeito. Esta ideia está em linha com o argumentário de Caraça quando admite serem estes alguns dos elementos mais recorrentes para o que se designa por *cultura científica* (Caraça, 2001).

Esta nova forma de conhecimento emergiu no seio da controvérsia que se criou entre os defensores do conhecimento *inato* e os adeptos do conhecimento construído pelo Ser Humano. A corrente chamada inatismo, que teve Platão como o seu primeiro representante, afirma que o ser humano quando nasce traz na sua inteligência não só os princípios racionais, mas algumas ideias verdadeiras, logo inatas. Na mesma linha, muitos séculos depois, o filósofo Emanuel Kant, preconizou que o centro é a razão, ela é inata, não dependendo da experiência para existir, ela é do ponto de vista do conhecimento, anterior à experiência (Bittar & Ferreira Jr., 2014). Nessa teoria, prevalece o excesso de subjetivismo, acredita-se que o conhecimento racional dependeria, exclusivamente, do sujeito do conhecimento, das estruturas, da sensibilidade e do entendimento. Além disso, a filosofia kantiana negou que inatistas e empiristas estivessem certos, isto é, pudessem conhecer a realidade em si das coisas. Já para o empirismo de Bacon, Locke, Hume, Berkeley e Hume, a razão, com os seus princípios, procedimentos e ideias, é adquirida por nós através da experiência. Como contraponto a esta linha de pensamento surge Hegel que afirmava que o *inatismo* e o *empirismo* não compreendiam que a razão é histórica, a razão não está na História, é a própria História, a razão é o tempo (Bittar & Ferreira Jr., 2014). Para os empiristas, a realidade faz parte da condição humana fruto da experiência, já para os inatistas, a verdade faz parte da condição humana através do poder de uma força espiritual. Hegel acrescenta ainda que a razão resulta da unidade necessária entre o objetivo e o subjetivo, ideia que mais tarde foi recuperada e aprofundada por Marx ao defender a supremacia da realidade histórica sobre as ideias. Para Marx não são as ideias que criam a realidade, mas sim a realidade que cria as ideias. Neste sentido, factos humanos são: “construções sociais e históricas produzidas não pelo espírito e pela vontade livre dos indivíduos, mas, sim, pelas condições objetivas nas quais a ação e o pensamento se devem realizar” (Bittar & Ferreira Jr., 2014, p.28).

No processo de produção de conhecimento pelo Ser Humano, o marxismo criticou o *positivismo* de Auguste Comte. O *positivismo* nasceu como corrente progressista, que criticava os dogmas religiosos e negava a verdade como algo revelado, sustentando que o método científico é o único válido para se chegar ao conhecimento. O *positivismo* tem por objetivo a produção de Leis que permitam compreender os fenómenos naturais. Esta corrente diferencia-se do empirismo puro porque não reduz o conhecimento científico somente aos factos observados, na medida em que é através da elaboração de Leis, que o Homem é capaz de prever fenómenos naturais, podendo agir sobre a realidade. A conceção positiva da Ciência é dominante até meados do século XX,

quando em torno de instituições científicas e da sua relação com a Sociedade começam a surgir mais intensos e abrangentes desafios. A resposta a estes emergentes reptos surgiu em forma de reflexão sobre os contextos sociais, económicos e culturais que influenciaram o aparecimento da *ciência moderna*. Este debate foi-se desenvolvendo em torno das implicações sociais, éticas ou ambientais dos avanços da Ciência ou às possibilidades de apropriação social dos seus processos e resultados com as conclusões produzidas que por vezes colidiram com a conceção dominante da Ciência. Formaram-se duas linhas de pensamento: uma, dominada pela obra de Robert Merton, e outra, dominada pela obra de Thomas Kuhn.

No contexto anglo-americano e no que corresponde ao período anti-kuhniano, a Sociologia da Ciência apresentou-se dominada pelo *empirismo lógico*, cujas raízes assentam no trabalho de matemáticos e lógicos como Frege e Russel, nas teses de empiristas clássicos como Hume e Mille e, por último, na conceção Einsteiniana de Ciência (Canavarro, 1999). Os defensores do empirismo lógico tinham como objetivo legitimar a Ciência pela identificação das suas fundações epistemológicas e lógicas, relegando para segundo plano a explicação do funcionamento da Ciência. Seguindo esta linha de raciocínio, grande parte do esforço foi dedicado ao desenvolvimento da conceção de teoria científica. Este seria um sistema formal e lógico que interpreta empiricamente termos não lógicos, aspeto que o distancia das conceções matemáticas. O seu vocabulário divide-se em duas partes: a teórica e a empírica e o significado dos termos teóricos seria função do significado dos termos empíricos em conjugação com as relações formais especificadas nos axiomas da teoria. No quadro do empirismo lógico, as teorias científicas são sistemas formais e axiomáticos que contêm ou encerram, em si mesmas, alguma interpretação empírica. Neste sentido, justificar e legitimar a Ciência seria um dos objetivos do *empirismo lógico*, facto que recai na questão da demarcação – separação e individuação da Ciência face ao que não é Ciência – que permite distinguir uma teoria científica duma outra qualquer teoria ou explicação para um mesmo fenómeno (Bittar & Ferreira Jr., 2014; Canavarro, 1999).

Problematizando os limites do *indutivismo clássico*, Popper postula que uma proposição científica não poderá jamais ser confirmada em absoluto. Será apenas exequível atestá-la como falsa. A possibilidade de *infirmar* as teorias científicas constituirá uma das premissas chave do seu carácter científico. Neste quadro, Popper deu um nome e critério ao problema da demarcação, considerando-o como pertencente ao foro epistemológico e resolúvel a parir de uma metodologia científica que permitisse encontrar argumentos favoráveis à Ciência, designadamente teorias que permitam gerar conhecimentos válidos e fiáveis acerca do mundo. A questão seria metodológica,

ao contrário dos empiristas lógicos para os quais a Ciência procura justificação e conformação para as suas teorias através de realizações empíricas. Popper sustenta que esta estratégia verificacionista contraria os fundamentos lógicos da indução. A *falsificabilidade*, critério lógico que se opõe à acumulação de evidências comprovativas, permite ultrapassar a deficiência lógica da verificação (Popper, 2018).

Nesta linha de pensamento, as teorias científicas são teorias potencialmente falsificáveis, geradoras de um maior número de observações capazes de refutá-las e contribuem, dessa forma, muito mais para o progresso da Ciência do que aquelas teorias que procuram dar resposta a todos os problemas. A Ciência é entendida como progredindo pela eliminação de erros e não pela acumulação de confirmações.

Uma teoria científica deve permitir a conceção e organização de observações empíricas capazes de refutá-la, deve determinar um esforço nesse sentido e não deve resistir a provas empíricas que a refutem.

Merton foca o seu interesse na compreensão da Ciência enquanto esfera social específica e legítima, servindo como fundamento para a elaboração do que denominou de *ethos* científico, um conjunto de imperativos institucionais fortemente articulados entre si – *universalismo, comunalismo, desinteresse e ceticismo organizado* - que fornecem as bases para a organização e continuidade da Ciência, enquanto sistema social particular, sob o qual se processa e legitima a conduta dos cientistas - e sem os quais o conhecimento válido não seria possível (Bourdieu, 2004; Guarido Filho, 2014). Sob esta perspetiva, a Ciência é vista como um subsistema da Sociedade, dotada de valores próprios, cuja dinâmica e estrutura internas merecem consideração a partir do olhar da comunidade científica. O *ethos* seria, assim, um sistema facilitador e integrador da ação social no quadro da comunidade científica (Bourdieu, 2004). Seguindo a linha de pensamento de Merton, as normas do *ethos* científico são expressas na forma de prescrições, proscricções, preferências e permissões. A ênfase atribuída a valores do *ethos* da Ciência define o que Merton entende pelo aspeto social da Ciência, nesse caso, o seu sentido institucional (Guarido Filho, 2014). Merton considerava que a conjugação dos objetivos, das normas e dos valores específicos da comunidade científica dotaria a Ciência de uma considerável singularidade e autonomia relativa face a outros domínios sociais. Tal não invalidava que perspetivasse a possibilidade de alguns dos seus traços culturais serem transpostos para outras esferas.

O *universalismo*, segundo Merton, está relacionado ao imperativo moral de que proposições de conhecimento devem estar pautadas por critérios impessoais, previamente estabelecidos, consonantes com as observações e com o conhecimento aceite. Seguindo esta linha de pensamento, a validade do conhecimento científico está ligada à sua objetividade, não dependendo de idiosincrasias do cientista, como seja a classe social, a crença religiosa ou a nacionalidade. Para Merton o segundo *ethos* científico é o *comunalismo*, onde o conhecimento é concebido como fruto da colaboração social dos cientistas que constituem uma comunidade para a qual comunicam. Assim o imperativo institucional da Ciência é contraditório com a noção da propriedade privada, não medida em que os avanços científicos são produto de colaboração social e, assim, devem ser acessíveis a toda a comunidade científica (Bourdieu, 2004). O *desinteresse* é outro valor institucional da Ciência defendido por Merton, para o qual, segundo o autor, a atividade do cientista não deve promover o interesse próprio do cientista. O desinteresse diz respeito não aos motivos particulares dos cientistas, mas a um padrão institucional específico de controle de uma ampla gama de comportamentos dos cientistas. Comportamentos como fraude ou manipulação de resultados são raros não devido à integridade dos cientistas, mas sim, ao caráter público da Ciência, em que as ações desempenhadas são alvo de um escrutínio rigoroso por parte dos pares. Decorrente desta teorização de Merton, é possível concluir que a estabilidade científica, a reputação da Ciência e a integridade do cientista decorrem da confluência entre a obrigação e o sentimento coletivo em torno do desinteresse associado à prática científica (Bourdieu, 2004; Guarido Filho, 2014)

O último dos elementos do *ethos* científico apresentado por Merton é o *ceticismo organizado* que diz respeito ao uso de critérios científicos no julgamento de conhecimentos proferidos, o que remete à suspensão temporária de opiniões e juízos de valor, ao uso de critérios lógicos e empíricos e adquirir uma atitude cética (Bourdieu, 2004; Merton, 1973). Este mesmo autor afirma que estes quatro imperativos institucionais permitem distinguir Ciência de não-Ciência ou da ideologia, uma vez que não considera como científicas atividades produtoras de conhecimentos que não se guiem por este quadro normativo.

As suas propostas não foram, contudo, isentas de críticas. Em alguns casos estas prenderam-se, no essencial, com a identificação de ambivalências e desvios face ao sistema normativo da instituição científica. Em apreciações críticas das teses de Merton diferentes autores lembram que a definição dos imperativos institucionais é um processo socialmente construído, interpretado pelos atores sociais envolvidos e não uma definição emanada por qualquer entidade independente dos atores ou

omnipresente (Canavarro, 1999). Mulkay critica também o quadro normativo definido por Merton apontando o frequente incumprimento imperativo institucional de partilhar e de tornar públicos conhecimentos e descobertas, muitas vezes determinada pelo contexto político ou financeiro de realização do estudo que impede a divulgação (Bourdieu, 2004; Mulkay, 1979). Seguindo esta linha de pensamento, é de referir que o quadro normativo funciona a um nível retórico, o que em certa medida está em linha com o avançado por Merton, já que o *ethos* científico terá sido por este perspectivado mais como um *ideal* do que norma absoluta ou estanke (Guarido Filho, 2014). Por outro lado, acusa-se Merton, não só de naturalizar as desigualdades sociais patentes nas comunidades científicas, ao dar ênfase aos fundamentos democráticos e meritocráticos do sistema social da Ciência, obscurecendo outros critérios, mas, também, de pressupor, e assim, perpetuar, uma conceção positivista e objetivista do conhecimento científico (Mulkay, 1979; Woolgar, 1995). Face às ideias de Merton, Kuhn expressa dúvidas acerca da questão da demarcação, sobre a possibilidade de separar a Ciência de outras explicações para os fenómenos naturais a partir de critérios bem definidos e decisivos, isto é, questiona a existência de critérios alheios aos modelos de pensamento (ou paradigmas) partilhados pelos cientistas de um determinado domínio.

Neste sentido, o principal contributo de Thomas Kuhn foi ter mostrado que o desenvolvimento da Ciência não é um processo contínuo, mas que é marcado por uma série de ruturas e pela alternância de períodos de *ciência normal* (atividade pela qual os cientistas, apoiados em determinada tradição, desenvolvem as suas investigações) e de *revoluções*, introduzindo uma filosofia descontinuista da evolução científica em rutura com a filosofia positivista (Kuhn, 1970, 1989) que considera o progresso da Ciência como movimento contínuo de acumulação. Elaborou a ideia de “comunidade científica” ao enunciar que os cientistas formam uma comunidade fechada cuja investigação assenta num leque bem definido de problemas e que utilizam métodos adaptados a esse trabalho. Para Kuhn, os cientistas que praticam a *ciência normal* acreditam que a comunidade científica conhece o mundo tal como ele realmente é. Isto implica referir que as realizações científicas anteriores descreveram o mundo de maneira apropriada, e dessa forma tudo o que contraria tal pressuposto é negado pela *ciência normal*, que assim suprime novidades que podem ser promissoras para o desenvolvimento científico (Bourdieu, 2004; Canavarro, 1999; Kuhn, 1970).

Nesta perspetiva, a atividade dos cientistas não pode ser norteadada pela constante crítica ao conhecimento acumulado, sob pena de se tornar caótica e ineficaz. As atividades dos cientistas são determinadas por um *paradigma*, ou seja, um estado de realização

científica que é aceite por uma fração importante de cientistas e tende a impor-se a todos os outros (Bourdieu, 2004). O *paradigma* é o equivalente de uma linguagem ou de uma cultura: determina as questões que podem ser formuladas e as que são excluídas, o pensável e o impensável; sendo simultaneamente um conhecimento adquirido e um ponto de partida, é um guia para a ação futura, um programa de investigações a emprender, mais do que um sistema de regras e normas. No que se designa por *ciência normal*, a atividade do cientista tenderá a centrar-se num conjunto restrito de problemas, pautando-se por um modelo de resolução de enigmas que, por algum tempo, se mantém estável. Este constitui o quadro de referência numa determinada área disciplinar, emergindo em torno de modelos exemplares e materializando-se num conjunto de termos, princípios teóricos, objetos de pesquisa, metodologias e instrumentos técnicos consensualmente aceites como válidos e relevantes, num dado momento, no seio da respetiva comunidade científica. Neste quadro de referência, os cientistas trabalham, não para a descoberta de novas teorias, mas para a solução de problemas concretos, considerados como enigmas (*puzzles*). A mais valia do pensamento de Kuhn foi ter alertado para as ruturas, para as revoluções, descrevendo o mundo científico como uma comunidade dominada por uma norma central – o *paradigma* (Kuhn, 1989). A *tensão essencial* da Ciência, não faz com que haja uma tensão entre a revolução e a tradição, mas que a revolução implique a tradição, que as revoluções se enraízem no paradigma, tal como a defende Kuhn (1989):

As mudanças revolucionárias de uma tradição científica são relativamente raras, e a sua condição necessária são longos períodos de investigação convergente (...). Só as investigações firmemente enraizadas na tradição científica contemporânea têm hipótese de quebrar essa tradição e dar origem a uma nova. (Kuhn, 1989, p. 307)

Para Kuhn, o cientista produtivo deve ser um tradicionalista que gosta de se entregar a jogos complexos governados por regras preestabelecidas, para ser um inovador eficaz que descobre novas regras e peças com as quais pode continuar a jogar (Guarido Filho, 2014; Kuhn, 1989). Significa isto que um verdadeiro revolucionário em matéria de Ciência é alguém que possui grande domínio da tradição, e não alguém que faz tábua rasa do passado ou que simplesmente o ignora (Bourdieu, 2004). As atividades de resolução de enigmas da *ciência normal* assentam num paradoxo vulgarmente aceite que define de forma relativamente incontestada, aquilo que pode valer com solução correta ou incorreta. Nas situações revolucionárias, pelo contrário, o contexto que só por si pode definir a “correção” é posto em causa (Kuhn, 1989). Assim se fundará um

paradigma emergente, cuja novidade, mesmo que inicialmente sujeita a resistência, se assumirá como alternativa face aos limites e às incongruências do anterior. Surge um *período de revolução* da Ciência que consiste na substituição de paradigmas reciprocamente incompatíveis. Ou seja, tanto o paradigma antigo quanto aquele que o substituirá, não podem conviver pacificamente, de modo que é necessário fazer uma escolha entre os dois. Para Kuhn a escolha entre paradigmas em competição demonstra ser uma escolha entre modos incompatíveis de vida comunitária. Este ponto é importante porque, apesar de não dizer isso de forma explícita, Kuhn refere-se à comunidade científica, e disso podemos deduzir que a competição entre dois paradigmas ocorre no interior de uma comunidade determinada. A comunidade científica não é simplesmente o palco onde ocorre tal disputa, pois possui um papel determinante nesse processo (Bourdieu, 2004; Kuhn, 1989). Os mecanismos de aceitação do novo paradigma não devem ser apenas entendidos de forma lógica ou experimental, na medida em que o filósofo defende que a assimilação de um novo tipo fenômeno ou de uma nova teoria científica devem provocar a rejeição de um paradigma anterior, e isso não pode derivar da estrutura lógica do conhecimento científico, uma vez que é logicamente possível que um novo fenômeno ou teoria surja sem precisar de entrar em conflito com uma tradição. Kuhn afirma a *incomensurabilidade* dos paradigmas. Tal situação manifestar-se-á tanto em termos de orientações observacionais e metodológicas, como em termos semânticos e taxionômicos (Guarido Filho, 2014; Kuhn, 1989). Não sendo passível de comparação direta e revelando-se difícil a comunicação entre os proponentes de diferentes teorias, Kuhn considera que a opção por um dos paradigmas dependerá da obtenção de um renovado *consenso* entre o conjunto de cientistas que se dedicam à área disciplinar em causa; consenso fundado tanto na discussão segundo critérios lógico-formais genéricos, como na alusão e mobilização de fatores idiossincráticos. Muitas das concepções da ciência, do conhecimento científico e das suas especificidades estão presentes nas representações que orientam os profissionais de algum modo ligados à produção, aplicação e difusão do conhecimento científico.

Sendo Kuhn, juntamente como Merton, um dos responsáveis pela consolidação da sociologia do conhecimento, é importante olhar para algumas das ideias centrais do pensamento kuhniano e correlacioná-las com a visão mertoniana. Sob este olhar comparativo, a perspectiva mertoniana é criticada por adotar um viés institucional e estrutural cujo sentido social da ação científica é restrito, enquanto a teoria kuhniana, por dar atenção ao conteúdo substantivo da Ciência, é considerada precursora dos estudos que consideram as ideias científicas, não os cientistas, como objeto de estudo.

Estas ideias advêm da importância que Kuhn dá à história da Ciência e à compreensão do papel que as comunidades científicas desempenham na história da Ciência. Para este autor, as comunidades surgem enquanto tal porque partilham paradigmas (teorias, métodos, modelos e valores). Por outras palavras, é o conteúdo substantivo do conhecimento científico que serve de base à organização das comunidades em Ciência (Barnes & Dolby, 1970).

Se a proposta de Merton, não atende à influência dos fatores sociais sobre os cognitivos, já a obra de Kuhn promove, ainda que de forma moderada, o debate do papel da dimensão social nas mudanças científicas. A crítica ao enfoque normativo arranca da observação que as normas supõem um sistema fechado pouco dependente do exterior. Supõe também que os cientistas interiorizam essas normas e as convertem num padrão de comportamento. Segundo Barnes e Dolby (1970), este enfoque normativo não é aceitável na medida em que: - na Sociedade moderna, o trabalho científico é realizado em diferentes quadros institucionais e em estruturas normativas relevantes que dependem deles; as normas de Merton não resultam do contacto com a Sociedade, são elaboradas pelos próprios cientistas em situações de celebração/confrontação com os *mass media* entre outros. As normas assentes na Sociedade dependem do apoio económico, contexto tecnológico e do conteúdo substantivo da Ciência. Contudo, estas normas são muito genéricas e não podem converter-se em tornar critérios de decisão definidos para os cientistas, daí a necessidade de se recorrer aos critérios de Kuhn para explicar o funcionamento da Ciência, o qual defende que a Ciência se organiza em grupos de consenso que assentam em paradigmas. Isto é, os grupos e comunidades científicas, existem enquanto tal, porque partilham paradigmas, que podem ser revelados estudando os grupos e comunidades. A particularidade é que esta visão vincula a estrutura organizativa da Ciência a um corpo substantivo de conhecimento e não a umas normas gerais.

O constructo paradigma é parte de um modelo de desenvolvimento da Ciência que se apoia em vários conceitos chave, a saber: *ciência normal*, *ciência extraordinária*, *revolução científica* e *anomalias* (Kuhn, 1970). Parte-se da ideia de que a realidade é vista a partir de paradigmas, não existindo investigação na ausência destes paradigmas, deste modo o normal funcionamento da Ciência assenta nesses paradigmas. Um paradigma é uma conquista científica que inclui uma teoria, aplicações, deixa questões em aberto, bem como a crença aceite por um grupo que não existe necessidade de polemizar o paradigma sem antes aplicá-lo e explorá-lo. A ambiguidade com que o constructo paradigma é tratado permite atribuir a esses conceitos os seguintes sentidos: - aspeto cognitivo: preposições teóricas e metodológicas, assim como valores

e crenças; - vertente social sobre a prática científica: um paradigma é comparável a um comunidade científica concreta porque esse paradigma proporciona uma linguagem e uma educação comuns; - conjunto de realizações científicas que proporciona modelos, exemplos de problemas e soluções à comunidade científica.

Em trabalhos posteriores, Kuhn prefere a noção de *matriz disciplinar* em substituição de paradigma, na qual o conceito de *matriz* se refere a generalizações simbólicas ou relações lógicas e empíricas estabelecidas entre os elementos fundamentais da matriz as quais expõem as leis da natureza. Também se refere aos modelos com a ajuda dos quais se explicam fenômenos, se formulam ideias heurísticas entre outros. Por último, designa os exemplos, como sendo aquelas soluções a questões que podem ser utilizadas para resolver problemas semelhantes, e que constituem uma promessa para investigações futuras.

Menos explorado por Kuhn (1989) foi o termo *disciplinar*, que é designado pelo conjunto de profissionais de uma especialidade científica unidos por elementos comuns como a educação, a comunicação, unanimidade de opiniões e a existência de consensos. Nesta perspectiva, o conceito *disciplinar* fica explicado pelo próprio conceito de matriz, isto é, pelo conjunto de compromissos cognoscitivos e metodológicos.

Grande parte do trabalho de um cientista passa por assimilar, aplicar e aumentar a extensão do paradigma, isto é, procurar a partir de um “mapa” determinados fenômenos significativos, que serão acomodados a teorias que irão prever novos fenômenos. Este conjunto de atividades denomina-se por *ciência normal*. Kuhn define a *ciência normal* como a prática que acolhe o conjunto de investigações baseadas em uma ou mais realizações científicas anteriores que foram reconhecidas pela comunidade científica como fundamentais para o trabalho posterior. É um período que sucede às revoluções científicas que produzem novos paradigmas.

A *ciência normal* caracteriza-se por “obrigar” a natureza a adaptar-se aos padrões conceptuais, pois é aí que estão definidos quais são os problemas significativos e os modelos para os resolver. É uma atividade essencialmente cumulativa.

Existe uma relação direta entre a *ciência normal* e a educação científica. Os livros de texto e as práticas pedagógicas são os veículos que perpetuam o paradigma e iniciam as pessoas na *ciência normal*. Tal como na aprendizagem da música, a educação científica espera desenvolver o máximo de rigor, de disposições mentais e de habilidades. A educação é um processo de ensinar a resolver problemas com ferramentas já

conhecidas. Essa mesma educação é responsável por proporcionar uma linguagem partilhada, que é a base da existência de comunidades científicas: elas são sempre comunidades linguísticas. Esta ideia permite identificar uma importante raiz social do conhecimento científico; o docente ensina a falar e a escrever de acordo com a linguagem própria e específica da disciplina que leciona, pelo que o estudante que termina o ensino aprendeu a falar e a escrever de acordo com o vocabulário, as técnicas de argumentação, exposição e esquemas de raciocínio e debate característicos das disciplinas universitárias.

A metodologia positivista colocou o ênfase na linguagem, procurando tornar essa mesma linguagem neutra e acumulativa, por forma a não perder informação devido às transformações que vai sofrendo. Contudo, não existe linguagem neutra ou pura, a linguagem simples implica consensos entre a comunidade e os usuários dessa linguagem.

Os períodos de *ciência normal*, onde a prática científica apresenta carácter acumulativo, precedem os períodos de revolução científica, no qual os paradigmas anteriores são destronados. Estas etapas começam com a percepção de anomalias, isto é, com a percepção de existência de problemas irresolúveis com os procedimentos estabelecidos. Esses problemas são atribuídos, inicialmente, a fracassos individuais ou a outras explicações contingentes, só depois destas etapas é que se assume a crise do paradigma, dando lugar à *ciência extraordinária*. Surgem assim novos candidatos a paradigmas que procuram os problemas. Este é o caminho para as comunidades adquirirem novos compromissos.

### 1.1.1. A Filosofia da Ciência na Cultura Científica

Uma tese comumente aceite refere que a formação da Filosofia da Ciência está tradicionalmente orientada a estudar o projeto analítico do Círculo de Viena<sup>1</sup> e que resultou da eclosão histórica iniciada por Kuhn e continuada por Lakatos, Laudau e Feyerabend. Se bem que o projeto do Círculo de Viena e os debates que se seguiram suscitados pela obra de Kuhn tiveram o mérito de cimentar as bases para a metodologia da Ciência.

---

<sup>1</sup> O Círculo de Viena foi fundado por Moritz Schlick, em 1921, e manteve-se como tal até à morte deste, em 1936. Tratava-se inicialmente da *reunião das quintas-feiras* que uma série de professores universitários realizavam num seminário para discutir questões de Ciência e Filosofia e, a partir de 1922, para ler em pormenor a influente obra do filósofo austríaco Ludwig Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus*. A Filosofia torna-se a Filosofia da Ciência segundo o conceito positivistas ou empirista lógico do Círculo, isto é, cumprindo a exigência de se ater ao dado, ao positivo, à experiência.

Atualmente, a Filosofia da Ciência caracteriza-se pelo abandono definitivo do modelo formal da filosofia pré-kuhniana e propõe abordar o estudo da Ciência tal como se pratica, colocando o foco na visão naturalista (Ambrogi, 1999).

De modo paralelo, a atividade científica e a autoimagem dos cientistas, e da sua profissão, alterou-se significativamente. Este facto teve como consequência o repensar da prática científica, gerando novas disciplinas, tendências e ideias na forma de compreender o estudo da Ciência. Deste modo, os filósofos da Ciência, nas universidades e centros de investigação, desenvolveram programas curriculares mais alargados e interdisciplinares, incorporando simultaneamente os historiadores e os sociólogos da Ciência e da Tecnologia, e renunciando paulatinamente à autonomia filosófica na reflexão sobre a Ciência. Neste processo de adaptação a esta nova realidade, quem melhor fez a transição foram os estudos sociais em CTS.

A este facto não são alheias as alterações verificadas nas políticas científicas que, durante a década de sessenta e setenta, que coincidiram com uma forte mobilização social que se opõe à militarização da Ciência, que desconfia dos relatórios e avaliações dos *experts*, que contesta abertamente algumas das inovações de C&T e que reclama a participação na tomada de decisões. Surge então, um novo agente no sistema, a Sociedade, que exige um maior controlo social e democrático da investigação científica, pondo, deste modo, a tónica num dos pilares do contrato social da Ciência: a autonomia para decidir os objetos da investigação (Echeverría, 2002). Contudo, este novo tipo de relação entre a Ciência e a Sociedade vai ter consequências que vão muito para lá da promoção da investigação. As críticas e desconfianças provocam na comunidade científica preocupação quanto à imagem que a Sociedade projeta dos cientistas.

Esta nova preocupação teve como consequência o desenvolvimento de numerosos programas de alfabetização e divulgação da C&T que tinham os objetivos bem traçados: melhorar a imagem da C&T por forma a garantir apoio para o desenvolvimento de projetos de investigação e atrair jovens para as carreiras científica, garantindo, assim, recursos humanos. Neste sentido, é recorrente a necessidade de investigar e refletir acerca das representações e perceções sociais da Ciência por parte da comunidade científica. Neste campo, surge a necessidade de avaliar até que ponto os cidadãos possuem condições para compreender a complexidade das questões/problemas inerentes à Ciência e emitir uma opinião fundamentada. Neste sentido, os questionários de perceção pública da Ciência converteram-se em ferramentas úteis para medir as expectativas sociais e o rendimento individual dos membros da Sociedade

em torno da C&T. A nível internacional, as principais referências deste tipo de estudos foram o *Eurobarómetro*, da Comissão Europeia, e as investigações compiladas pelo *National Science Foundation* dos Estados Unidos da América.

### 1.1.2. Representações Sociais

A necessidade de conhecer a perceção social que a Sociedade tem da C&T ocupa um lugar de destaque nos trabalhos de investigação atuais e dentro das instituições governativas e educativas (Guerrero & Melgoza, 2011). Estudar as representações sociais ajuda-nos a conhecer as crenças, valores e atitudes que os cidadãos possuem sobre um conceito, neste caso, a C&T. Conhecimento que resulta muito útil para a criação de políticas educativas e públicas, assim como para o desenho de mecanismos adequados para a divulgação dos conhecimentos científicos. Este interesse nas perceções sociais da C&T apoia-se no reconhecimento de que o conhecimento não é o resultado de uma mera cópia da realidade preexistente, mas sim de um processo dinâmico e interativo através do qual a informação é interpretada e reinterpretada pela mente; é um processo onde vão sendo construídos modelos explicativos cada vez mais potentes e complexos.

Tanto a apropriação da informação por parte do sujeito como a aprendizagem são processos de interação entre sistemas complexos: o ser humano e o ambiente natural, cultural e social. A caracterização destes processos como sistemas complexos refere-se à relação não linear entre as variáveis que intervêm em cada um, o que implica que quando cada uma delas sofre pequenas variações podem produzir-se enormes alterações, isto é, tratam-se de sistemas onde a capacidade de vaticínio é limitada e o número de variáveis alto.

A imagem que os indivíduos e as Sociedades vão construindo sobre a Ciência e dos cientistas dependem de vários fatores, entre os quais se encontram a cultura e educação familiar, o meio ambiente e o contexto onde os indivíduos se desenvolvem e a formação escolar. Ainda que a generalidade das instituições educativas tenha sempre defendido a pertinência dos conhecimentos que a Ciência pode conceder e em algumas ocasiões afirmando que esses conhecimentos são verdadeiros, indelévels e irrefutáveis, a visão que o cidadão tem da Ciência é muito distinta.

As ideias que os indivíduos apresentam acerca do mundo que os rodeia, e em especial da C&T, são crenças e atitudes que se vão construindo a pouco e pouco a partir das experiências do quotidiano, da informação disponível, dos conhecimentos, valores e

modelos de pensamento que são transmitidos através dos meios de comunicação, da educação, da história e da tradição: o conhecimento constrói-se de maneira individual e social. Nas instituições educativas procura-se criar uma imagem neutra da Ciência, apresentado os conhecimentos científicos como verdadeiros e valorizando a importância desses conhecimentos na compreensão do que rodeia o cidadão, sem aprofundar os riscos e a forma como esses conhecimentos são produzidos e utilizados (Guerrero & Melgoza, 2011). Por outro lado, ainda que existam alguns políticos que apresentam uma imagem positiva da C&T, existem outros que destacam os riscos das aplicações da Ciência e geram, desta forma, uma imagem muito negativa da atividade científica.

Desta forma, é possível encontrar duas visões sobre a Ciência: uma positiva e outra negativa. Entre outros autores, Torres-Albero olhou para esta ambivalência afirmando que existe:

uma representação social ambivalente da C&T – intrínseca à sua natureza - entre, por um lado, a possibilidade da constante inovação que se traduz no progresso, abundância e melhorias da qualidade de vida, e por outro lado, a permanente possibilidade de alterar os princípios básicos da vida natural, que alcança os extremos na alteração dos ciclos básicos da natureza e na possível ausência de orientações éticas que permitam enfrentar as realidades artificiais que a tecnociência tornou possível (2005, pp. 29-30).

A noção de *representação social* foi introduzida no léxico da sociologia por Serge Moscovici. Atualmente, as representações sociais consideram-se não apenas como parte integrante da psicologia, mas sim, tal como defende Moscovici (2003) como uma teoria que, “parte da filosofia, encontrando o seu lugar, de uma forma ou de outra, num número de ciências humanas” (p.71). Esta noção de *representação social* constitui uma rutura epistemológica em algumas áreas do saber como a psicologia porque colocaram dúvidas em algumas dimensões que se consideravam exclusivamente como apropriações individuais ou realizações pessoais, como por exemplo a conduta, a atitude, as crenças e destacaram a construção partilhada ou social. Assim, é possível concluir que as representações sociais são produtos socioculturais, gerados em Sociedade e que nos dizem algo sobre essa Sociedade (Ibáñez, 2003). Trata-se de uma ferramenta para aceder aos conhecimentos que estão presentes no contexto social e que nos ajudam a identificar o que os cidadãos pensam acerca de um objeto, um fenómeno ou acontecimento.

As representações sociais formam-se a partir dos conhecimentos e das informações que circulam no contexto social em que se encontram emersos os cidadãos (Guerrero & Melgoza, 2011). Os conhecimentos adquiridos são para dar sentido à realidade; os cidadãos constroem o seu próprio conjunto de representações e o adequam para uso quotidiano. Estas representações que dão forma ao comportamento regular são derivadas da Ciência, ainda que estejam ligadas a ela de forma muito ténue (Moscovici, 2003) no sentido em que muitas vezes a linguagem e forma de utilizar os conhecimentos não apresenta uma relação direta com a teoria que se desenvolveu (Guerrero & Melgoza, 2011). As representações sociais não são só apenas um processo de reprodução de informações e conhecimentos, mas, também, um autêntico mecanismo de construção (Ibáñez, 2003). Os cidadãos constroem a realidade a partir dos conhecimentos e informações, pelo que representar um objeto ou um estado, não é simplesmente desdobrá-lo, repeti-lo ou reproduzi-lo, é sim reconstruir, retocar e modificar o texto (Moscovici, 1979), para que desta forma seja uma referência: torná-lo comum para se tornar familiar. Para que conseguir que esta representação social tenha significado é necessário “repensar a representação com uma rede de imagens e conceitos interatuáveis cujos conteúdos evoluam continuamente no tempo e no espaço” (Moscovici, 2003, p. 79). Nestas representações está presente o processo de interação, o qual mobiliza e concede sentido às representações existentes no fluxo de relações entre grupos de pessoas, que ultrapassam os conceitos tradicionais de imagem, de opinião ou de atitude, os quais não consideram as ligações interativas que se criam nas relações interpessoais ou intergrupais (Moscovici, 1979).

### 1.1.3. Perceção Social da Ciência e a Cultura Científica

Nos dias que correm, os cidadãos são fortemente influenciados pelo fluxo informativo que chega até eles através de diferentes plataformas e a um ritmo muito elevado quer na forma, quer no conteúdo. As ideias dos indivíduos e a utilização que estes fazem dos conhecimentos e saberes adquiridos através destas plataformas marcam fortemente a experiências que os cidadãos vivem no dia a dia, a educação que recebem no seio da família e da escola, bem como, os restantes espaços de socialização. É de salientar que atualmente estas diferentes plataformas comunicacionais estão ao mesmo nível da escola ou da família no processo de socialização dos indivíduos (Guerrero & Melgoza, 2011).

As experiências pessoais estão marcadas de uma forma ou de outra pelo contexto ambiental e social em que os indivíduos se desenvolvem. Isto é, observa-se e

experimenta-se o que está ao alcance dos cidadãos, isto é, absorvem para si o que faz parte do seu contexto social. Os cidadãos percebem a Ciência através do que encontram dela no ambiente social que os rodeia, em síntese, olham para a Ciência através das lentes da comunicação social, da família, da escola e dos cenários que são familiares aos cidadãos (Larrión, 2017).

Desta mesma forma, os estudantes constroem as ideias do mundo através de esquemas mentais que surgem como resultado da experiência pessoais de conteúdos apreendidos na Escola. Muitas vezes estas construções mentais não passam de *realidades alternativas* ou *realidades do senso comum* em resultado da incompreensão de conceitos e estratégias que foram transmitidos pela Escola. Estas concepções erradas, mais do que vistas como erros, constituem a melhor fonte de informação sobre os conhecimentos dos alunos e as suas percepções sobre C&T, para além de que são um reflexo da cultura em que estão imersos.

Faz, pois, todo o sentido saber o que os cidadãos pensam da aplicação dos resultados que a Ciência produz e como reagem aos múltiplos impactos desses resultados; como é que a Sociedade assume os riscos que resultam do desenvolvimento da C&T e como é que se apropria do conhecimento criado pela Ciência; qual o grau de confiança nos cientistas e nos especialistas em Ciência; quanta informação sobre Ciência flui na Sociedade e que atitude se assume perante essa Ciência. Neste sentido, conhecer qual a percepção que os cidadãos possuem da C&T tornou-se imprescindível para as Sociedades atuais, tanto como ferramenta de avaliação da educação como para conhecer o grau de alfabetismo científico da Sociedade (Guerrero & Melgoza, 2011). A atividade científica é uma produção sociocultural e, como tal, é importante conhecer em que medida os indivíduos pertencentes à Sociedade valorizam e apresentam determinadas atitudes face à C&T. A preocupação de dar resposta a estas e outras questões converteu-se num campo de estudo que foi ganhando forma com a designação *percepção pública da ciência* ou *cultura científica* (Polino, Fazio, & Vaccarezza, 2003), entendida como “o conjunto de aspetos simbólicos, valorativos, cognitivos e atitudinais dos membros da Sociedade sobre a função da C&T”. A definição de *cultura científica* que se adote está estritamente ligada com o que entendemos por Ciência e a sua relação com a Sociedade.

Desde que a *National Science Foundation* inclui, em 1972, um capítulo sobre a compreensão e atitudes públicas acerca da C&T no relatório de *Science and Engineering Indicators*, a visão dominante sobre a cultura científica refere-se, em linhas gerais, a uma concepção positivista da Ciência, onde o “*conhecimento científico*” é

entendido como aquele conhecimento racional, objetivo, sistemático e que produz teorias, explicações e previsões acerca do mundo real, mediante a aplicação do método científico e da aceitação de um rigoroso código normativo (Rodríguez, 2015). Entendo a Ciência desta forma, a aprendizagem de Ciência reduz-se a transmitir os conhecimentos básicos presentes nos manuais, sendo a cultura científica encarada como resultado de uma espécie de adestramento, o qual se reduz a conhecer factos, leis e teorias conforme o corpo do conhecimento científico (Polino, 2004; Spier, 2002; Wynne, 1995).

Assume-se, deste modo, que a melhor forma de avaliar o nível de cultura científica de um indivíduo reduz-se a um teste padrão sobre a Ciência escolar, isto é, respostas apropriadas a perguntas habituais sobre a origem do oxigénio terrestre ao à estrutura do sistema solar (Rodríguez, 2015). Ainda que este tipo de conhecimento tenha a sua validade, não deixa de ser questionável enquanto conhecimento prático necessário à vida quotidiana dos cidadãos, que necessitam de adicionar à componente cognitiva uma dimensão prática. Contudo, é defendida a ideia de que os indivíduos devem *pensar* nos mesmos moldes dos cientistas para funcionarem enquanto cidadãos (Bauer, Allum, & Miller, 2007). Quando isto não se verifica, os cidadãos são caracterizados por um *deficit cognitivo*, sendo desta forma, excluídos do processo de decisão sobre temas de C&T, ficando essas decisões a cargo dos especialistas/cientistas. Deste modo, assume-se um modelo linear de transferência de conhecimentos nos quais os cientistas são vistos como *especialistas*, enquanto que os cidadãos são descritos como entidade passiva e caracterizados como *leigos*. De acordo com este modelo linear, a informação é unidirecional e de cima para baixo, este modelo entende o conhecimento científico como pertencente a uma “*entidade superior*” à qual o público não pode aceder, uma vez que é uma área restrita dos cientistas.

Este modelo de *deficit cognitivo* apresenta-se, neste trabalho, como um subproduto da perspectiva positiva mais alargada. É o enquadramento tradicionalmente utilizado para relacionar três elementos principais: 1) C&T; 2) o público em geral; 3) as interfaces comunicacionais. O núcleo deste modelo assenta na ideia de que a carência de conhecimentos científicos por parte dos cidadãos é o fator que melhor explica a oposição destes a certos produtos tecnocientíficos (Larrión, 2017). Nesta afirmação está subjacente a ideia de que se os cidadãos recusam determinados serviços ou instrumentos tecnocientíficos isto deve-se a uma inadequada comunicação por parte dos cientistas e divulgadores e compreensão por parte dos cidadãos.

“*The more you know, the more you love it*” trata-se do principal axioma em que este se fundamenta (Bauer, 2009). Em síntese, considera-se que quanto maior for a ignorância maior será a oposição, pelo contrário quanto maior conhecimento, maior aceitação. Trata-se de um modelo excessivamente positivista, unidirecional e ideológico que marcou a investigação sobre a cultura, educação, comunicação científica e tecnologia entre as décadas de 60 a 80 do século passado (Bauer, 2009; Miller, 2001).

A partir dos anos setenta, a concepção positivista da Ciência começa a ser corrigida paulatinamente por autores como Toulmin, Hanson, Quine, Putnam e outros, profundamente influenciados pela obra de Wittgenstein. A difusão da obra de Kuhn, *A Estrutura das Revoluções Científicas*, supõe o culminar de um processo de enfraquecimento, mostrando as deficiências das teorias positivistas por serem históricas e estarem desligadas dos avanços reais da Ciência. A representação da prática científica como atividade objetiva e neutra revela-se inadequada, e começa a crescer a necessidade de a partir da Ciência realmente existente construir-se uma visão da atividade científica entendida não como um domínio exclusivo de teorias, normas e métodos, mas sim, como uma atividade realizada coletivamente pelo ser humano.

Já nas últimas décadas do século XX, em especial a partir dos anos noventa, os conceitos e metodologias utilizados nos trabalhos de investigação sobre a percepção pública da Ciência foram amplamente criticados, em especial na forma limitada e restrita como é encarada a *cultura científica*. Esta apreciação crítica conduziu à formulação de uma nova proposta conceptual mais ampla que supera e corrige as limitações da concepção positivista tradicional. Este momento de rutura conduziu ao desenvolvimento de três novas linhas de investigação sobre cultura científica.

A primeira linha procede das investigações construtivistas. Diversos autores destacam que a concepção tradicional da cultura científica descarta algumas dimensões importantes no processo de transferência de conhecimento relacionadas com o papel do sujeito (Bauer, 2009; Millar, 2006; Spyer, 2002; Wynee, 1995). Dito de outra forma, no processo de transferência de conhecimento, fatores psicológicos inerentes às emoções ou dimensões como o interesse, a confiança nas fontes de informação, a utilidade prática para a vida, funcionam como variáveis cruciais que possuem um efeito determinante quer na aceitação da informação que se recebe, quer na tomada de decisões sobre temas complexos e polémicos. Constata-se, assim, a influência crucial que o contexto social exerce através do qual o conhecimento se torna operacional, renegociando e reinterpretando o seu significado em função dos interesses das crenças e dos valores de quem recebe este conhecimento (Rodríguez, 2015)

Outra importante crítica acerca do processo de transferência de conhecimentos científicos remete para a ausência de conteúdos meta-científicos. A cultura científica dos cidadãos não se deve ficar apenas nos aspetos epistémicos, mas também deve ter em conta os aspetos relacionados com os riscos, os efeitos adversos, usos políticos e dilemas éticos da investigação científica e do desenvolvimento tecnológico, assim como a capacidade para enfrentar os desafios da vida quotidiana. Seguindo esta linha de pensamento, a literatura aponta para uma conceção mais lata da cultura científica que atenda ao valor e riqueza do conhecimento científico e o seu significado para o sujeito. Um sujeito entendido não como um ator passivo, mas sim como socialmente ativo, enquanto consumidor e usuário. Decorrente deste facto, é possível observar no cidadão um ajustamento do comportamento, intervindo em assuntos públicos através da sua opinião, do voto ou de outros métodos, coordenando a sua atuação com a de outros atores por forma a atingir um fim comum. Neste sentido, o processo de aculturação científica aparece caracterizado por uma forte componente comportamental que supõe não só a formação de opiniões, como também de atitudes. Neste sentido, Hurtado & Cerezo (2008) apresenta seguinte conceção de cultura científica:

A aquisição de cultura científica por parte de um indivíduo não consiste apenas no enriquecimento cognitivo como também no reajuste de crenças e atitudes, e, especialmente na produção de disposições comportamentais baseadas na informação científica tanto em situações ordinárias como extraordinárias (p.64).

Uma segunda linha de investigação surge da dimensão social da cultura científica. Apesar dos avanços na definição de cultura científica, esta ainda apresenta algumas limitações, uma vez que não permite ter em conta os mecanismos/ferramentas essenciais para que o cidadão possa apropriar-se da C&T. Para que este aspeto se verifique é necessário encarar a cultura científica como um atributo social: não apenas ao nível da aquisição de conhecimentos, atitudes e práticas dos indivíduos, como também das instituições.

Uma das tentativas mais referidas na literatura é o trabalho realizado por Godin e Ginbras e a sua proposta de modelo multidimensional que integra a dimensão social da cultura científica (Godin & Gingras, 2000). De acordo com os autores, a simples referência aos indivíduos não pode descrever de forma rigorosa o esforço de uma Sociedade para se apropriar da C&T. Tendo em conta os diversos problemas relacionados com a apropriação da Ciência, os indivíduos são organizados, a partir de grupos específicos, para atingirem objetivos bem definidos e realizar ações coletivas. É esse o propósito, por exemplo, das associações científicas ou da legislação destinada a

controlar a C&T. Estes grupos ou estruturas sociais podem ser vistos como instituições, que surjam ou não espontaneamente dentro da comunidade, estejam institucionalizadas ou que tenham adquirido o reconhecimento social através da perpetuação ao longo do tempo (Rodríguez, 2015). Independentemente do grau de debilidade destas instituições, a sua presença e desenvolvimento contribuem para a cultura científica da Sociedade.

Numa linha semelhante, alguns autores encaram a cultura científica enquanto composição mais complexa, entendida enquanto aspeto estrutural da Sociedade. Este tipo de cultura científica manifesta-se através de diferentes formas: em indivíduos, mediante a formação e qualificações; em objetos e serviços, como patentes; em instituições, mediante capacidades operativas; ou em atitudes e valores com a disposição para a ação. Neste sentido, o estudo da cultura científica deve ter o foco “num olhar sistemático sobre instituições, grupos de interesse e processos coletivos estruturadas em torno de sistemas de comunicação e difusão social de ciência, participação cidadã ou mecanismo de avaliação social da ciência” (Polino, Cerezo, Fazio & Castlefranchi, 2006, p.56).

Em trabalhos mais recentes é retomada a distinção entre a conceção restrita e uma conceção ampla da cultura científica. Na conceção restrita, a cultura científica é encarada como uma propriedade dos indivíduos, na qual se faz referência a câmbios cognitivos que o polo recetor sofre no processo de transferência de conhecimento. Pelo contrário, uma cultura científica no sentido lato é entendida como uma propriedade das Sociedades, fazendo referência ao grau de implantação da Ciência na cultura da Sociedade. Entendida, assim, como um atributo social, a cultura científica faz referência a procedimentos, a processos de interação e capacidades que as instituições que se enquadram no sistema social, possuem para promover essa cultura científica. Esta conceção da cultura científica radica na sua aplicação tanto aos agentes individuais como também às instituições e à Sociedade no geral. Neste sentido, oferece uma compreensão diferenciada do nível de cultura científica que uma Sociedade pode alcançar, que vai mais além da dimensão individual de cada cidadão. Este facto implica que quando se promove a cultura científica, esta não se limita só à necessidade dos cidadãos adquirirem competências individuais ao nível da C&T, como também, remete para a importância da Sociedade em conjunto adquirir certas competências (Rodríguez, 2015).

Já a terceira linha de investigação foca-se numa perspetiva mais sociológica, na qual as C&T são entendidas como elementos constituintes da Sociedade e condicionados por

esta. Esta ideia caracteriza a C&T como uma atividade inerentemente social, em contraponto com a visão da C&T enquanto prática autónoma, linear e neutra, sendo a Ciência definida como um subsistema social onde os fatores que influenciam a Sociedade influenciam também a Ciência (Merton, 1973; Woolgar, 1991; Ziman, 1984). A cultura científica, entendida como uma subcultura que pertence a uma atividade social, pode ser vista como inserida num marco social mais amplo ao qual pertence e interatua nas suas mais diversas componentes.

Desta forma, um dos espaços privilegiados para a promoção da cultura científica é o sistema de ensino, no sentido em que este constructo está epistemologicamente ligado com as problemáticas CTS.

Através das atividades desenvolvidas no sistema de ensino espera-se que os indivíduos de uma Sociedade se apropriem da C&T. Para atingir esta meta são desenvolvidos programas de *Literacia Científica* que procuram aproximar a Ciência da Sociedade. Quanto à *Literacia Científica*, trata-se de um constructo com um elevado grau de complexidade, alvo de diversas reformulações/atualizações ao longo das últimas décadas, que carecem de uma análise cuidada no subcapítulo seguinte.

## 1.2. Literacia Científica

### 1.2.1. Enquadramento Histórico

A presença da Ciência no *currículum escolar* remota ao séc. XIX, muito por culpa da pressão que vários cientistas da época, tais como Thomas Huxley, Herbert Spencer, Charles Lyell ou Michael Faraday, fizeram a favor do EdCs (Deboer, 1991). À época, esta posição, promotora do EdCs na escola, tinha uma forte oposição das Humanidades, pelo que caberia a cada cientista ter uma atitude proativa na argumentação acerca da utilidade da Ciência, para evitar que esta fosse vista como uma atividade materialista e sem virtude (Deboer, 2000). A promoção do EdCs na escola é reforçada pela necessidade de dotar os cidadãos de um pensamento científico independente, de forma a promover a participação alargada e eficiente dos cidadãos na Sociedade. Esta inevitabilidade de produzir um pensamento autónomo é um dos objetivos da Educação, uma vez que, tal como refere Eliot “uma educação que produz um aluno que não aplica uma teoria, que não coloca em prática competências adquiridas ou que não utiliza para fins produtivos as suas faculdades, é uma educação que falha o seu principal objetivo.” (citado por Deboer, 2000, p. 583)

Esta linha de pensamento é reforçada por Dewey (1916) quando refere que “independentemente do que a ciência significa para os cientistas, para fins educacionais é o conhecimento das condições da ação humana” (p.228).

Ainda que, com algumas preocupações quanto ao elevado grau de relevância que os currículos escolares davam ao papel da Ciência, muitas vezes esquecendo que o propósito fundamental da Ciência é o conhecimento do mundo natural e como ele afeta a vida pessoal e social dos cidadãos, esta permaneceu sempre com um papel de destaque no período que decorreu entre as duas grandes guerras mundiais (Choi, Lee, Shin, Kim, & Krajcik, 2011; Murcia, 2009; Roth & Lee, 2001; van Eijck & Roth, 2010).

No período pós II Guerra Mundial, o papel da C&T na Sociedade cresceu exponencialmente, o que teve como consequência um aumento dos níveis de participação cívica dos cidadãos em temas científicos e tecnológicos (Irwin & Michael, 2003). Esta participação dos cidadãos evoluiu de modo diferenciado em diferentes patamares temporais, conduzindo inúmeros autores a enquadrarem o impacto da Ciência, nas diversas dimensões da Sociedade, em três períodos distintos: 1.º) entre o final da 2.ª Guerra Mundial e o final da década de 50; 2.º) início da década de 60; 3.º) início da década de 80 (Miller & Pardo, 2003).

Aprofundando este pensamento, Miller & Pardo (2003) afirmam que após a conclusão da 2.<sup>a</sup> Guerra Mundial, o trabalho desenvolvido pelos engenheiros e cientistas foi sendo reconhecido e valorizado devido ao aumento do nível de vida da Sociedade. Isto é, as diversas aplicações práticas, de onde se destacam as produção de novos medicamentos, de novos aparelhos na indústria aeronáutica, de pesticidas ou a evolução das comunicações, chegaram a um número cada vez maior de indivíduos, o que permitiu uma valorização do conhecimento científico e tecnológico (Durant, Bauer, Midden, Gaskell, Liakopoulous & Scholten, 2005).

Prosseguindo esta resenha histórica, a segunda etapa teve início na década de 60 com a publicação de uma série de livros que defendiam a participação da Sociedade na tomada de decisões acerca de temas de C&T. Estas publicações defendiam a necessidade de encurtar a distância, em termos de conhecimentos, entre o cidadão e os cientistas, com o objetivo dos indivíduos serem socialmente participativos (Deboer, 2000). A ideia de uma maior participação cívica deveu-se, principalmente, à utilização das diferentes aplicações tecnológicas, que mais tarde se revelaram prejudiciais para a Sociedade, em especial para a Natureza, lançando dúvidas sobre a influência positiva da C&T na vanguarda do desenvolvimento e bem-estar social e sobre o papel que cada cidadão deveria desempenhar na definição das fronteiras dessa mesma C&T (Deboer, 2000; Miller, 2004). Apesar desta vontade de participação cívica, os diversos governos, organizações científicas e tecnológicas e a comunidade científica não reconheciam competências científicas e tecnológicas nos cidadãos para definirem linhas de investigação. Apenas no início dos anos 80 do século passado, tal como afirmam Miller & Pardo (2003), e coincidindo com a terceira etapa, foi reconhecido, por grande parte da comunidade política e científica, que os cidadãos poderiam vetar projetos científicos. Esta terceira etapa mostra uma maior informação científica por parte dos cidadãos devido ao incremento exponencial da comunicação científica, que teve como principal consequência o aumento da velocidade e a quantidade de debates públicos sobre temas de C&T. Continuando na mesma linha de pensamento, vários autores defendem que o crescimento exponencial do número de debates dos temas científicos e tecnológicos, bem como a visibilidade dos debates, implica uma maior *Literacia Científica* por parte do cidadão (Irwin & Michael, 2003; Miller, 2004; Miller & Pardo, 2003; Murcia, 2009; Norris & Phillips, 2003).

### 1.2.2. A relevância da Literacia Científica

O trabalho em Ciência é complexo na medida em que se trata de um processo, de um produto e de uma instituição. Como resultado, o envolvimento com a Ciência, através da produção ou do uso de conhecimento, necessita de um nível de familiaridade com o

empreendimento e a prática científica, a qual é definida como *Literacia Científica* (Salzman, 2013, Roth & Lee, 2002). Conhecimentos científicos são uma pequena fração da constelação de características que definem a *Literacia Científica*. Nesta medida, a compreensão contemporânea da *Literacia Científica* não se resume apenas à aferição dos conhecimentos sobre C&T que os cidadãos possuem, vai mais além desta dimensão conceptual, tocando áreas como a cultura, a filosofia ou a sociologia, pelo que a natureza da definição do constructo *Literacia Científica* remete ela própria para a natureza evolutiva da Sociedade ao longo das últimas décadas. Esta procura de uma compreensão universal do conceito que incorpore uma visão holística, conduziu a uma série de questões que estão na origem das reflexões que conduziram à produção do Enquadramento Teórico deste trabalho, a saber: *Como deverá ser definida a Literacia Científica? Como poderá ser medida/avaliada a Literacia Científica? De que forma a Literacia Científica está relacionada com o comportamento do cidadão? Existe ligação entre a Literacia Científica e o apoio do cidadão à Ciência?*

Na génese, a *Literacia Científica* é encarada como a aplicação de competências da literacia fundacional a um domínio específico (Osborne & Dillon, 2008). Literacia é um termo e um conceito com um potencial semântico ilimitado, que é utilizado para se referir a um conjunto cada vez maior de ideias, de tal forma que se afastou do significado original. Literacia deriva do latim *litterae*, que significa letra, pelo que literacia estava associada à capacidade de reconhecer letras e descodificar sequências de letras em palavras reconhecíveis. Neste sentido, a literacia fundacional pode ser definida de diferentes formas em diferentes períodos, sob diferentes políticas educacionais, através de várias prioridades de avaliação, e para diferentes segmentos da população (Dibner & Snow, 2016).

Literacia fundacional é, geralmente, alargada para incluir o processamento de palavras e linguagem em contextos orais, e ter a base de conhecimento necessária para a compreensão de textos não técnicos sobre diferentes tópicos, tais como política, cultura, história, arte, música ou Ciência. Acresce a este facto, que a investigação em literacia fundacional se desenvolveu, em paralelo, com outro constructo designado por numeracia fundacional. A numeracia é um constructo definido como a capacidade para compreender conceitos matemáticos e probabilísticos, sendo fundamental em outros domínios da literacia, como a *Literacia Científica*, uma vez que através da matemática é possível representar ideias e conceitos que não são possíveis de representar através da linguagem (Peters, 2012).

Como consequência desta linha de pensamento, para a *Literacia Científica* a produção e consumo de conhecimento científico depende da capacidade de aceder a textos, construir significados e avaliar as informações que chegam constantemente ao grande público sobre vários domínios específicos da Ciência. Contudo, a aplicação do termo *literacia* a um domínio específico não é apenas balizada pela literacia fundacional enquanto constructo fundamental para compreender o próprio constructo; atingiu outro patamar significando conhecimento, competência e fluência nesse próprio domínio.

Novas formas de literacia vão emergindo quando um indivíduo ou grupo de indivíduos procuram identificar conhecimentos e competências específicas que se revelam socialmente importantes. Dito de outro modo, definir como essencial a literacia de um determinado domínio tornou-se um modo de defender a importância de garantir que os cidadãos tenham acesso e utilizem as ideias desse domínio. Contudo, nem todos os diferentes domínios da literacia são alvo de atenção por parte da Educação, sendo neste ponto que a *Literacia Científica* se destaca, com vários campos de investigação e com consequências culturais, sociais e políticas num sem número de contextos. Foi precisamente o ponto de partida do *Trabalho Empírico* desta dissertação, com uma ligeira inflexão no foco de investigação, que deslizou do aluno, enquanto futuro ator social, no qual deve ser promovida a *Literacia Científica*, para o docente, enquanto bitola que gere a promoção/compreensão da *Literacia Científica* junto dos alunos. O docente, enquanto ator social, faz parte do grupo de cidadãos que são alvo das atividades de divulgação por parte dos agentes promotores da *Literacia Científica*, mas a importância do papel deste na Sociedade não é comparável ao dos restantes atores, estando num patamar diferente. Neste sentido, a compreensão do grau de envolvimento dos docentes em atividades de divulgação/promoção de *Literacia Científica*, fora do contexto escolar, permitirá verificar a predisposição e/ou nível de ferramentas conceptuais e educacionais que possuem para promover, junto dos alunos, a *Literacia Científica*.

O corpo de investigação da *Literacia Científica* é imenso e está disperso por diferentes campos de investigação, tendo sido alvo de diversas revisões e enquadramentos (DeBoer, 2000; Laugksch, 2000; Roberts, 2007). A construção deste corpo de investigação, e posteriores refinamentos, e a consequente definição do constructo *Literacia Científica*, está balizada por quatro dimensões – económica, individual, democrática e cultural - e que são, simultaneamente, justificações para a promoção da *Literacia Científica*.

Estas dimensões permitem construir um contexto sobre como os resultados esperados com a *Literacia Científica* justificam, por si só, a necessidade e a importância da mesma.

A dimensão económica da *Literacia Científica* está intrinsecamente relacionada como a necessidade de o cidadão estar familiarizado com temas de Ciência. Trata-se de uma argumentação recorrente ao longo dos últimos 100 anos e que procura definir o papel do EdCs na Sociedade. No início do século XX, o *Committee to Enquires into the Position of Natural Science in the Educational System of Great Britain* defendia que “uma nação minuciosamente treinada para o método científico, agita-se com entusiasmo para penetrar e compreender os segredos da natureza, recolhendo, fruto desse material, conforto e prosperidade” (citado por National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2016, p. 23).

Já na segunda década do século XXI, Hanusheck e Woessman defendem que o capital de conhecimento das nações está fortemente relacionado com as taxas de crescimento a longo prazo (Hanusheck & Woessman, 2016). A premissa essencial associada a este argumento prende-se com o facto de uma economia avançada necessitar de população com competências científicas e tecnologias, por forma a desempenhar funções direta ou indiretamente relacionadas com C&T. Ainda que diversos autores olhem de forma diferente para a *Literacia Científica* e para formação profissional (Osborne & Dillon 2008) os defensores da dimensão económica referem que a *Literacia Científica* contribui para o sucesso económico e profissional numa grande variedade de contextos. Nesta perspetiva, a *Literacia Científica*, é um resultado valorizado porque fortalece o desenvolvimento económico e, conseqüentemente, conduz ao aumento da qualidade de vida.

O princípio individual enquadra-se na ideia de que a *Literacia Científica* permite aos cidadãos responder a temas e desafios que emergem nos diferentes contextos pessoais e sociais. Os cidadãos são confrontados com uma variedade de temas para os quais a compreensão e a capacidade de interagir com a Ciência são essenciais para tomada de decisões informadas, fundamentadas e enquadradas (Salzaman, 2013)

O terceiro princípio, o princípio democrático, em parte está relacionada com a dimensão individual, na medida em que repousa no argumento de que a democracia só funciona, ou funciona melhor, quando os cidadãos são atores informados na tomada de decisões. Os proponentes desta dimensão argumentam que grande parte dos problemas

que a humanidade enfrenta devem ser abordados e compreendidos através de uma matriz científica e tecnológica. Apenas cidadãos com conhecimentos científicos estão adequadamente preparados para participar na tomada de decisão acerca destes desafios.

O princípio democrático gravita em torno de que as teorias políticas e económicas definem como “*the commons*”: recursos culturais e naturais acessíveis a todos os membros da Sociedade, para ser usado, partilhado, reutilizado, onde se pode incluir o ar, a água, os oceanos, parques naturais, bibliotecas públicas ou acumulação de conhecimento científica. Em democracia, a gestão dos recursos públicos requer um envolvimento cívico ativo para sustentar esses recursos e para assegurar uma distribuição equitativa e um acesso livre. Ao envolver-se em atos de deliberação, persuasão, de definição de tempo e dinheiro, os cidadãos participam tanto na decisão do uso do conhecimento científico, assim como, na alocação de recursos para a produção do conhecimento científico.

Quanto à dimensão cultural, esta defende que as atividades científicas são importantes atividades culturais que oferecem uma forma poderosa de entender o mundo, e transformando o modo como os cidadãos encaram o mundo que os rodeia.

Atendendo a estes factos, é recorrente encontrar conteúdos de C&T em áreas tão variadas como a política, o desporto ou cultura, assim como na comunicação social. Esta dispersão de conteúdos por diferentes áreas indica-nos que a Sociedade está rodeada por uma miríade de descobertas, aplicações e inovações que produzem uma quantidade enorme de conhecimentos científicos e tecnológicos. Esta fonte de saber, informação e poder converteu-se num elemento chave da matriz societal, na medida em que tem um profundo impacto na vida e na cultura atuais. Neste sentido, os cidadãos necessitam de acompanhar os desenvolvimentos científicos e tecnológicos que vão surgindo a um ritmo acelerado. A informação que lhes chega, sob diferentes modos e em diversas plataformas comunicacionais, deve ser processada e assimilada para, posteriormente, ser aplicada numa participação ativa na Sociedade (Deboer, 2000; Kolstø, 2001; Norris & Phillips, 2003; Roth & Lee, 2004).

### 1.2.2. Natureza do conceito

O termo *Literacia Científica* tem sido usado na literatura ao longo das últimas quatro décadas (Deboer, 2000; Hurd, 1998), ainda que muitas vezes com interpretações e significados variáveis (Deboer, 2000; Miller & Pardo, 2003; Murcia, 2009; Osborne,

2007). Esta panóplia de conceitos, definições e caminhos que a definição de *Literacia Científica* tem produzido, refletem a crescente importância dos conhecimentos científicos e tecnológicos que um cidadão deve possuir para participar ativamente numa Sociedade marcadamente científica (Yuenyong & Narjaikaew, 2009).

Como referido anteriormente, a informação que chega aos indivíduos, sob diferentes modos e em diversas plataformas comunicacionais, deve ser processada e assimilada para, posteriormente, ser aplicada na participação ativa na Sociedade (Choi et al., 2011; Hofstein et al., 2010; van Eijck & Roth, 2010). Esta ideia de desenvolver um potencial cognitivo coletivo permite ao cidadão compreender a realidade, concedendo-lhe um sentido válido para a vida e, deste modo, tornando mais eficaz a ação material sobre a Sociedade (Caraça, 2001). Como tal, a participação cívica individual no coletivo social deve ter como alicerces uma matriz sociocientífica (Hofstein et al., 2010), de modo a que, mais do que possuir um conjunto básico de conhecimentos científicos, os cidadãos deverão, também, possuir um visão acerca de como estes conhecimentos estão relacionados com outros eventos da Sociedade, o motivo pelo que são importantes e qual a visão do mundo que temos a partir deles (Osborne, 2007). Esta formulação enquadra-se numa das possíveis dimensões, que a literatura defende para um cidadão cientificamente literado (Bybee, McCrae & Laurie, 2009; Hofstein et al., 2010; Hurd, 1998; Miller, 1998; Osborne, 2007). No final do século passado, diversos autores enquadravam a *Literacia Científica* em 4 dimensões (Boujaoude, 2002; Hurd, 1998; Miller, 1998): (a) conhecimento científico; (b) investigação sobre a NdC (c) Ciência enquanto forma de pensamento; (d) interação da Ciência, com a tecnologia e com a Sociedade.

Depreende-se com a criação destes níveis que, no início do século XXI, a interpretação da definição de *Literacia Científica* foi caracterizada pelo seguinte conjunto de fatores (Figura1): grupos de interesse pela *Literacia Científica*; diferentes finalidades para advogar a promoção da *Literacia Científica*; diferentes definições conceptuais do termo; diferentes modos de medição; natureza relativa ou absoluta da literacia (Laugksch, 2000; Miller, 1998).

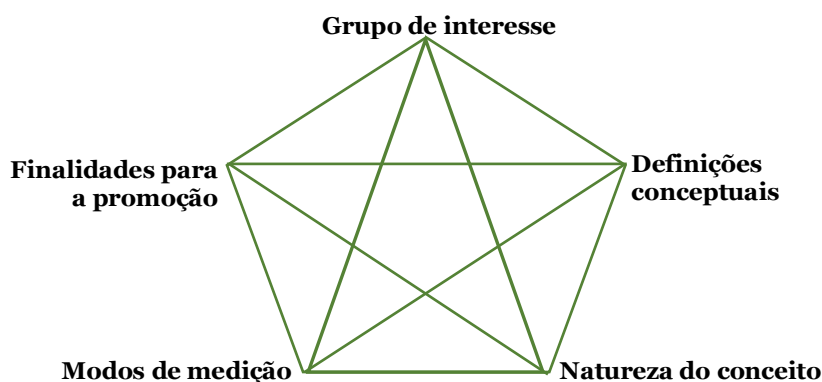


Figura 1 - Visão conceptual da Literacia Científica no início do séc. XXI. Adaptado de Laugksch (2000)

### 1.3. Aprender Ciência

A *Literacia Científica*, enquanto constructo multidimensional, desempenha um papel charneira na definição dos currículos do EdCs, ainda que a introdução de temas científicos só tenha ocorrido no final do século XIX. Não é por acaso que quando se observam mudanças conceptuais e/ou reforma no EdCs estas “definem consistentemente o conhecimento científico em termos de conceitos, princípios, teorias e modelos que são importantes para todos os alunos conhecer, compreender e usar nos diferentes campos ou disciplinas da Ciência” (Roth & Lee, 2001, p. 65). A necessidade do cidadão possuir conhecimentos de C&T é normalmente justificada pela necessidade da força de trabalho do século XXI de possuir uma certa quantidade de conhecimentos científicos, uma vez que os enormes avanços da C&T que a humanidade atingiu durante as últimas décadas, converteram-se em elementos essenciais e marcantes das Sociedades contemporâneas (Canavarro, 1999; Roth & Lee, 2001).

Nesta linha de argumentação, a literatura em Educação aponta como vetor aglutinador da estratégia para o EdCs, o alargamento do ensino/promoção do conhecimento científico a todos os níveis de ensino para todos desde os primeiros anos de escolaridade (Chesterman, 2014; Vieira et al., 2011). É precisamente esta ideia que surge plasmada no documento final da Conferência Mundial sobre Ciência para o século XXI onde se refere que a educação científica, inserida no direito é parte da educação reconhecida a todos devendo ser alargada aos níveis de ensino (UNESCO, 2000). Neste documento são elencados alguns pressupostos que sustentam o amplo consenso em torno da necessidade do EdCs ser transversal aos diferentes níveis de ensino, a saber: **(a)** o estado atual das Ciências Naturais e a direção que estão a tomar, o impacto social que têm tido e o que a Sociedade espera delas; **(b)** o imperativo da Ciência se tornar um bem partilhado no século XXI; **(c)** a necessidade de um cada vez

maior conhecimento científico nas decisões públicas e privadas; **(d)** a existência de um desequilíbrio histórico na participação dos cidadãos em temas relacionados com Ciência; **(e)** o atual processo de globalização e o papel estratégico que nele tem o conhecimento científico e tecnológico; **(f)** os riscos que algumas aplicações de Ciência podem trazer aos indivíduos e à Sociedade, ao ambiente e à saúde humana; **(g)** a necessidade de praticar e aplicar as Ciências de acordo com requisitos éticos apropriados; **(h)** uma nova relação entre a Ciência e a Sociedade é necessária para lidar com problemas globais como a pobreza, degradação ambiental, saúde pública, segurança alimentar e água inadequadas, relacionados com o crescimento da população mundial (UNESCO, 2000).

Estes pressupostos, de justificação do EdCs, podem ser condensados, tal como refere Millar, em dois níveis: justificação intrínseca e justificação instrumental (refrido em Vieira et al., 2011). O primeiro pressuposto remete para a satisfação da curiosidade do cidadão sobre o mundo que o rodeia, a partir de conhecimentos científicos, já o segundo nível reporta para a necessidade de possuir conhecimentos científicos por forma a tomar decisões informadas, no plano pessoal e social, que envolvam a C&T (Vieira et al., 2011). É pois, necessário, tal como referem os autores de *A Educação em Ciência com Orientação CTS – atividades para o ensino básico*, mais do que nunca, promover a *Literacia Científica* em todas as culturas e em todos os setores da Sociedade, pelo que tem sido defendida um EdCs numa perspetiva de *Literacia Científica*, por contraponto a uma lógica de mera instrução (Vieira et al., 2011). Argumenta-se que a Educação em Ciências deve ajudar todos os alunos a desenvolverem os conhecimentos, as atitudes e as capacidades de pensamento requeridos para a promoção de um desenvolvimento sustentável a nível local, nacional e internacional para que todos possam ter vidas produtivas e gozar de qualidade de vida (Holbrook & Rannikmae, 2009).

Atendendo a esta linha de pensamento, é de referir o caráter crucial e imprescindível da instituição escolar na promoção da *Literacia Científica* das crianças e dos jovens. Deste modo reconhece-se a importância de, nas primeiras etapas da formação, incorporar elementos básicos da cultura científica que impregnam as Sociedades atuais para que estejam presentes e se reflitam na construção dos primeiros esquemas de compreensão e atuação das crianças sobre o meio sócio natural (referido em Vieira et al., 2011).

Esta necessidade emergente levou, como afirma Aikenhead, muitos educadores em Ciência a repensar o EdCs e galvanizar uma cultura para a Ciência Escolar assente

numa *Literacia Científica* para um público informado (Aikenhead, 2009). Neste quadro, os alunos são, usualmente, vistos como cidadãos que têm o direito a desenvolver-se e a preparar-se para participar, de forma informada e racional, em temas da C&T que marcam o curso da sua vida a nível pessoal, profissional e social (Sinatra & Hofer, 2016).

Para atingir tal desiderato foram desenvolvidas, nos Estados Unidos da América, algumas propostas curriculares para o EdCs, como seja o projeto *Project 2061: Science for all Americans*, e documentos subsequentes *Benchmarks for Science Literacy* e *National Science Education Standards* (referido em Liu, 2009). Já na Europa podemos encontrar o projeto *Beyond 2000: Science Education for the future* (Millar & Osborne, 1998).

Focando a atenção no projeto europeu, é possível observar a presença de recomendações para um novo paradigma do EdCs, no qual se defende que o currículo de Ciências deve ser dividido em duas dimensões: a primeira, como promotora da *Literacia Científica* geral e a segunda, colocando ênfase no desenvolvimento de uma compreensão geral e alargada das ideias importantes e das explicações da Ciência e dos procedimentos de investigação científica, os quais têm um grande impacto no ambiente físico e na cultura em geral. Isto de forma a que os alunos possam: fazer juízos de valor sobre ideias e procedimentos científicos; apreciar razões subjacentes a decisões que têm (ou terão) que tomar em contexto quotidiano; compreender e responder criticamente a relatórios, divulgados pelos *media*, acerca de problemáticas sociais com componentes científicas; expressar um ponto de vista pessoal sobre assuntos, do domínio do debate público, que abrangem a Ciência e envolver-se ativamente em alguns desses assuntos; e adquirir mais conhecimento, quando for necessário, quer por interesse pessoal, quer por razões profissionais (Vieira et al., 2011).

Portugal seguiu as linhas de pensamento destes projetos internacionais com a Reorganização Curricular do Ensino Básico que está orientado para o estabelecimento de um Currículo Nacional associado à definição de experiências de aprendizagem e de competências enquanto saber em ação que envolve conhecimentos, atitudes e capacidades de pensamento. Assim, “a aquisição progressiva de conhecimentos é revelante se for integrada num conjunto amplo de aprendizagens e enquadrada por uma perspetiva que coloca em primeiro plano o desenvolvimento de capacidades de pensamento e de atitudes favoráveis à aprendizagem” (ME-DEB, 2001, p. 9).

Seguindo esta matriz de raciocínio, que encara o EdCs como promotor da *Literacia Científica* podem ser consideradas como finalidades do EdCs no Ensino Básico:

**(a)** promover a construção de conhecimento útil e utilizável em diferentes contextos e situações da vida, que permita a cada um melhorar a sua interação com a realidade natural; **(b)** fomentar a compreensão de maneiras de pensar científicas e de quadros explicativos da Ciência que tiveram (e têm) um grande impacto no ambiente material e na cultura em geral; **(c)** promover a construção de uma imagem realista e refletida acerca da Ciência enquanto atividade humana, social e culturalmente contextualizada; **(d)** melhorar a qualidade da interação com a realidade natural; **(e)** contribuir para a formação democrática de todos, que lhes permite a compreensão da Ciência, da Tecnologia e da sua natureza, bem como da sua inter-relação com a Sociedade e que responsabilize cada indivíduo pela sua própria construção pessoal ao longo da vida; **(f)** desenvolver capacidades de pensamento ligadas à resolução de problemas, aos processos científicos, à tomada de decisão e de posições baseadas em argumentos racionais sobre questões socio-científicas e **(g)** promover a reflexão sobre os valores que impregnam a informação científica e sobre atitudes, normas e valores culturais relevantes para a compreensão e interpretação de resultados de investigação e que condicionam a resolução de problemas e a tomada de decisão sobre questões tecnocientíficas (Vieira et al., 2011, p. 13).

Estas finalidades acentuam a matriz cultural, humanista e cívica do Ensino das Ciências, que não se enquadra com um ensino descontextualizado, de visão internalista, focado em conteúdos canónicos divorciados da realidade exterior à escola e desligados dos condicionalismos e interesses sociais (Aikenhead, 2009). Neste sentido, é possível verificar que os currículos escolares de Ciência se centram nos conteúdos conceptuais orientando-se por uma lógica interna da Ciência, ainda que não olhem para a própria NdC isto é, sobre o que é a Ciência, como funciona e se desenvolve, quais são os seus fundamentos epistemológicos e ontológicos; os recursos do trabalho dos cientistas, os seus valores enquanto grupo social, assim como as influências mútuas entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade (Vázquez-Alonso, Manassero-Mas, & Acevedo-Díaz, 2006). A ausência explícita de conteúdos sobre a NdC na educação científica foi fortemente questionada na literatura na medida em que a compreensão da NdC é a dimensão mais importante da alfabetização científica multidimensional, onde se incluem, também, as dimensões históricas e sociais bem como a natureza da Tecnologia (Bybee, 1997). Como tal, entende-se a NdC como o

metaconhecimento da Ciência, que surge das reflexões interdisciplinares feitas entre a filosofia, história e sociologia da Ciência por especialistas nestas áreas do conhecimento, bem como por cientistas e educadores em Ciência (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2016). Em sentido lato, pode afirmar-se que o EdCs inclui noções básicas de Ciência, compreensão dos aspetos metodológicas que utiliza, reconhecimento e compreensão da NdC e as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (Hodson, 2014).

### 1.3.1. Movimento CTS

A tecnociência é um tema de destaque na vida dos cidadãos, contudo, pelo carácter especializado e pela linguagem técnica que utiliza, torna-se apenas acessível a um grupo relativamente reduzido de *experts*. Estes *experts* são, quase sempre, peritos em campos específicos, não tendo, muitas vezes, uma visão global da Ciência no seu conjunto. Os sistemas educativos, desde o nível mais baixo até ao nível superior, dedicam-se a ensinar Ciência com os seus conteúdos, métodos e linguagem. Desde logo porque é essencial saber conteúdos de Ciência, mas também saber algo sobre a Ciência, em especial sobre as características culturais, epistemológicas e conceitos éticos que a envolvem e o seu metabolismo com a Sociedade.

Nas últimas décadas, observou-se um aumento do interesse pela tecnologia, observando-se uma proliferação das reflexões históricas, sociológicas e filosóficas sobre a tecnologia, principalmente as que fazem a ponte para as interações entre a Ciência e a Sociedade.

Na década de 60 do século passado realizaram-se diversos esforços para integrar nos estudos sociais de C&T numa perspetiva interdisciplinar que foi sendo designada de diversas formas como *Science Studies*, *Ciência da Ciência*, *Cienciologia* (que teve um grande impacto na URSS e em todo o Bloco do Leste); *Science and technology studies*; *Science, technology and society* e outros.

Nesta mesma década, observa-se um acumular de evidências de que o desenvolvimento científico e tecnológico poderia trazer consequências negativas para a Sociedade marcando as preocupações éticas e políticas relativamente à C&T. Neste âmbito, Cutcliffe (1990) afirma:

Ainda que a C&T nos proporcionem numerosos e positivos benefícios, também trazem consigo impactos negativos, dos quais alguns são imprevisíveis, mas todos

eles refletem os valores, perspectivas e visões de quem está em condições de tomar decisões atendendo ao conhecimento científico e tecnológico (p.23)

pelo que a C&T são processos sociais profundamente marcados pela Sociedade onde se desenvolveram, os quais necessitam de uma força motriz que acione a alavanca que os faça mover e que conheça profundamente a relação destes com a Sociedade. Estas linhas de pensamento conduziram ao desenvolvimento extraordinário de pesquisas com enquadramento CTS.

A estes fatores sociais acresce a crise teórica das perspectivas positivas que ignoravam ou subestimavam o papel dos fatores sociais do desenvolvimento tecnocientífico. Como foi descrito em capítulo anterior, o paradigma lógico-positivista projetava uma imagem formal e abstrata da Ciência. Este paradigma foi alvo de críticas, em especial de Kuhn, apontando a necessidade de se desenvolver uma imagem social da Ciência. Em resumo, o impulso dado às investigações a partir da década de 60 deve ser entendido como uma resposta aos desafios sociais e intelectuais que se tornaram evidentes na segunda metade do século passado. A missão central destas investigações foi defendida por Cutcliffe (1990):

Expor uma interpretação da C&T como processos sociais, isto é, como complexos mecanismos em que os valores culturais, políticos e económicos ajudam a configurar o processo, que por sua vez, incide sobre os valores sociais e a Sociedade que os mantêm (pp.23-24).

Nos últimos 30 anos, este movimento CTS tem congregado os esforços de educadores de todo o mundo para promover uma profunda reflexão sobre a inovação no EdCs, procurando alterar o *status quo* vigente. Em resposta aos contextos sociais específicos de cada época e de cada país, o movimento CTS tem assumido diferentes formas e significados. Ainda que a literatura inclua diversas interpretações, em termos gerais, o movimento CTS integra conteúdos científicos em contextos sociais e tecnológicos com significado para os estudos (Aikenhead, 1994). Neste sentido, o movimento CTS assume-se como uma forma estruturada de ensinar C&T, com um esforço de reforma no sentido de se atingirem níveis aceitáveis de literacia por parte da população em geral (Aikenhead, 2005). Este mesmo traço argumentativo é seguido por Martin-Gordillo (referido por Solá & Villalonga, 2008) quando afirma que:

se fosse necessário definir em poucas palavras o movimento CTS no âmbito

educativo, este seria resumido em duas partes: demonstrar que a ciência e a tecnologia são acessíveis e importantes para os cidadãos (pelo que é necessária a alfabetização tecnocientífica) e proporcionar a aprendizagem das competências sociais para a participação pública em decisões tecnocientíficas (pelo que, é necessária uma educação para a participação em C&T) (p.193)

Esta mesma linha de pensamento, também, é defendida por Ziman (1984), no início da década 80 do século passado, ao defender que o EdCs inserido num contexto social oferece aos estudantes uma visão mais equilibrada da C&T, em contraponto com ceticismo e a tecnocracia vigentes à época (Lee, 2010). Esta visão implica a necessidade de promover a compressão crítica e realista da NdC e da Tecnologia e da relação desta com a Sociedade. Neste sentido, observa-se uma grande tendência de olhar para a perspectiva CTS como um veículo para *Literacia Científica* e Tecnologia. Hurd (1998) encarou a perspectiva CTS como uma estratégia para revestir os estudantes de capacidade de pensamento crítico sobre temas socio-científicos por forma a participarem na tomada de decisões em democracia (Hurd, 1998). Já Solomon (1994) caracterizou a perspectiva CTS como um tipo de Ciência para a cidadania. Mais recentemente, constata-se que a literatura apresenta o foco no debate sobre o desenvolvimento de capacidade de resolução de problemas por parte dos estudantes e na tomada de decisões informadas sobre temas socio-científicos. Na procura de uma definição da perspectiva CTS, o movimento baseado em temas socio-científicos ganhou vantagem ao incorporar a NdC, a argumentação, os valores e o julgamento moral na formação deste contexto (Sadler & Zeidler, 2009; Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005). Todas estas contribuições permitem concluir que existe uma diversidade na definição do conteúdo curricular na perspectiva CTS. Aikenhead adotou um projeto amplo e flexível para os conteúdos CTS, que consiste em qualquer combinação a partir de qualquer das seguintes categorias: artefacto, processo ou especialização tecnológica, interações entre a tecnologia e a Sociedade, tema societal relacionado com C&T, conteúdo da Ciência social que ajuda a enquadrar um tema societal relacionado com C&T, inserção de temas sociais, históricos e filosóficos dentro da comunidade científica e tecnológica (Aikenhead, 1994).

Na realidade a perspectiva CTS é de uma extraordinária heterogeneidade teórica, metodológica e ideológica, sendo que o elemento aglutinador de toda esta panóplia é a preocupação teórica de sentido à tríade Ciência-Tecnologia-Sociedade. Um elemento comum é a crítica à visão tradicional da Ciência, dissociada do enfoque social, ainda que esta posição não tenha como consequência a partilha de ideias epistemológicas,

socais e éticas comuns.

Independentemente das diferenças de abordagens e objetivos, o movimento CTS pretende desencadear a substituição do currículo convencional de Ciência, caracterizado pela preparação para o ensino superior, por um currículo centrado no desenvolvimento de conhecimentos, capacidades e atitudes úteis para a vida diária dos alunos e preocupado pela responsabilidade social em processos coletivos de tomada de decisão sobre assuntos relacionados com a C&T. Neste sentido, Bybee sugere um amplo e organizado quadro conceitual para programas CTS, dando ênfase a três abordagens/dimensões: agregação de conceitos de C&T; capacidade de promover questões de C&T e visão multidimensional das interações CTS (Bybee, 1987). A estas dimensões, Ziman acrescenta um conjunto de outras abordagens/dimensões, de natureza complementar, e que segundo o autor permitem a compreensão da Ciência, e conseqüentemente a *Literacia Científica*: a) a abordagem transdisciplinar; b) a abordagem histórica; c) a abordagem epistemológica; d) a abordagem sociológica e e) a abordagem problemática (Ziman, 1984). Esta última abordagem tem sido amplamente proposta em virtude de eventuais potencialidades na motivação e na preparação dos alunos para uma participação ativa, informada, crítica e responsável em processos decisórios relativos a questões sócio científicas atuais (Zeidler et al., 2005). Destas abordagens/dimensões decorrem quatro objetivos transversais à maioria dos currículos CTS: a) aumentar a *Literacia Científica* dos cidadãos; b) despoletar o interesse dos alunos pela C&T; c) estimular o interesse pelas interações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade; e d) desenvolver nos alunos capacidade de pensamento crítico, raciocínio lógico, resolução criativa de problemas e, especialmente de tomada de decisões (Aikenhead, 1994; Solomon, 1994). Frequentemente, a preparação dos alunos para o desenvolvimento e concretização de planos de ação relativos a questões sociocientíficas, é apontado como o objetivo mais importante dos currículos CTS (Deboer, 2000).

Mais recentemente o modelo Ciência-Sociedade-Tecnologia-Ambiente, proposto por Hodson incorpora o Ambiente e é constituído por quatro elementos: aprender C&T, aprender sobre C&T, fazer C&T e envolver-se em ações sociopolíticas (Hodson, 2003). O enquadramento produzido por Hodson pretende envolver os alunos num compromisso para uma tomada responsável de decisões sobre temas socio-científicos. Atualmente, na perspectiva CTS estão plasmadas as características da Sociedade tecnocrática através da qual se procura influenciar política e socialmente os “caminhos” da Ciência e da Tecnologia daí que diversos autores (Auler & Bazzo, 2001; Caraça,

2001; Costa, Ávila, & Mateus, 2002) defendam um modelo mais democrático na tomada de decisão através da participação de cidadãos cientificamente letrados. É precisamente esta linha de pensamento que Auler e Bazzo defendem quando referem que a perspectiva CTS assenta o seu desenvolvimento em três grandes pilares: no campo da investigação, como uma alternativa à reflexão sobre C&T; no campo das políticas públicas, promovendo a criação de diversos mecanismos e democráticos que permitam a tomada de decisão em questões relacionadas com a política científico-tecnológica e no campo da educação (Auler & Bazzo, 2001). É precisamente na área educacional que os pressupostos da perspectiva CTS têm tido mais eco na Sociedade.

### 1.3.2. O movimento CTS no Ensino das Ciências

O aparecimento da expressão “Ciência-Tecnologia-Sociedade” surgiu num contexto histórico em que se procuravam novos caminhos para a inovação do EdCs. À época, foram apresentadas diversas linhas de trabalho para o “novo” EdCs que foram estimuladas por diversos fatores tais como: uma reavaliação de cultura ocidental e conseqüente papel do EdCs; a emergente necessidade de educação política para a ação; a procura da aproximação interdisciplinar no EdCs tendo por base problemas inseridos na Sociedade e uma nova forma de procura na preparação vocacional e tecnocrata (Solomon, 1994).

Profeticamente, Gallagher (1971) definiu um novo objetivo para o EdCs quando afirma que “para futuros cidadãos de uma Sociedade democrática compreender a inter-relação entre ciência, tecnologia e Sociedade pode ser tão importante como entender os conceitos e processos da ciência”(p. 337). Na sua conceção de EdCs esquematiza uma metodologia para ensinar conceitos e processos científicos incorporada na sociologia da Ciência, em tecnologia relevante e em temas sociais. Ainda que tenha sido o precursor da perspectiva CTS, o trabalho de Gallagher perdeu impacto face ao artigo seminal de Paul Hurd (1975), *Science, technology and society: new goals for interdisciplinary science teaching*, no qual define a estrutura de um currículo CTS. O apoio a esta meta definida por Hurd surgiu com o projeto *Synthesis* de Harms & Yager (Harms & Yager, 1981). Este projeto organizava o EdCs em cinco dimensões, tendo uma delas como título: *A interação da Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS*. Mais tarde, Bill Hall discutiu os desafios dos programas CTS nas escolas inspirado pelo trabalho de Ziman e Hurd (Hurd, 1975; Ziman, 1984). Contudo, em 1982, os investigadores que se debruçavam nesta temática não tinham ainda alcançado uma designação consensual para este movimento. Algumas das publicações apresentadas no Simpósio IOSTE – *Internacional Organization for Science and Technology Education*, refletiam essa falta

de consenso com uma miríade de designações: *Ciência e/em Sociedade*; *C&T*; *a interação da Ciência com a tecnologia* e *a interação da C&T com a Sociedade e cultura*. Face a esta dispersão de definições um grupo de investigadores reuniu informalmente e criou um grupo dentro do IOSTE designado de CTS e que abarcava todas estas definições. Para esta designação, contribuiu significativamente o trabalho de Ziman, com a edição do livro *Teaching and Learning about Science and Society* (Ziman, 1984) onde se observa uma articulação do enquadramento conceptual, linhas de atuação e desafios do movimento CTS no EdCs. Ao longo dessa década e das seguintes, foram realizadas inúmeras experiências sob o selo do movimento CTS que influenciaram o EdCs, tais como: 1) projetos e programas de educação no Ensino Superior como o *Science in a Social Context*, em Inglaterra, o curso *Knowledge and Power*, na Universidade de Deakin, na Austrália ou as unidades curriculares de *Science and Society* do curso de Ciência da *Open University*; 2) Projetos escolares como *Schools Council Integrated Science Project*, *Science in Society* ou *Science in a Social Context in Schools*, em Inglaterra ou *Science: a way of knowing*; 3) revistas da especialidade como *Bulletin of Science, Technology and Society*, *Science, Technology and Human Values* ou publicações como *Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s*, *Science in Social Issues: implications for teaching*, *Science and society: dimension of science education for the 80s*. Fica claro com esta panóplia de experiências que o movimento CTS foi construído a partir de diferentes fontes sob a égide de diferentes investigadores influenciados por diferentes circunstâncias e com objetivos precisos (Aikenhead, 2005).

Dentro desta linha de pensamento, o contexto que permitiu emergir da sombra o movimento CTS nas escolas ficou marcado pela insatisfação com os resultados e efeitos da aplicação de anteriores reformas do ensino; pela consciência de que a Ciência e a tecnologia são fatores essenciais ao desenvolvimento das Sociedades o que, para tal, implicará que os indivíduos, os membros dessa Sociedade, saibam lidar com essas questões. Esta abordagem procura, pois, minorar os efeitos negativos anteriormente mencionados utilizando imperativos pessoais, sociais e de carreira como agentes organizadores centrais dos programas e das atividades do EdCs na escola (Canavarro, 1999).

### 1.3.3. Evolução do movimento CTS

Durante a década de oitenta, ainda que a implantação do movimento CTS não tenha sido um processo pacífico, observando-se alguma renitência, dentro da comunidade educadora, em aderir a este movimento, após a implementação e definição deste movimento seguiu-se um período de evolução. Este desenvolvimento gradual e progressivo caracterizou-se pela criação de ligações entre a educação científica e tecnológica e os contextos sociais relevantes para os estudantes (Fensham, 1996). Contudo, foi preciso lidar com uma limitação conceptual na relação dos educadores de ciência com este movimento, uma vez os educadores tinham dificuldade em olhar para a tecnologia como uma Ciência aplicada. Foi, pois, necessário confrontar e reconceptualizar o enquadramento do conceito Tecnologia, no movimento CTS, junto dos educadores (Aikenhead, 2005) através do aumento do grau e da sofisticação com que os temas de Tecnologia eram apresentados nos currículos CTS. Outra dimensão do processo evolutivo do movimento CTS é a complexidade com que os currículos CTS abordam o contexto social da Ciência, que é influenciada e limitada pelo projeto que conduziu a definição desse currículo pelo país onde se desenvolve esse projeto. Por exemplo, alguns projetos CTS tinham o foco em temas relacionados com a Ciência na Sociedade, mas não questionavam o anacronismo dos positivistas da Ciência que existiam em muitos currículos científicos (Bingle & Gaskell, 1994). Neste sentido, Ziman refere que do movimento CTS deve fazer parte uma abordagem mais holística onde se incluía o contexto social interno, a epistemologia, a sociologia e a história da Ciência, e o contexto social externo da Ciência (Ziman, 1984).

A maturação do movimento CTS dentro do EdCs é revestida das idiossincrasias do desenvolvimento pessoal e profissional de cada um dos educadores em cada um dos diferentes países (Aikenhead, 2005). Por exemplo, no Canadá e em Israel surgiu uma letra adicional ao movimento CTS, o **A** de **Ambiente** ganhou um destaque que não possuía nos outros países, passando a designar-se CTSA, e ganhando dimensão ao nível curricular (Aikenhead, 2000). A valorização do Ambiente na perspectiva de Ensino CTS rapidamente contaminou os restantes países. Na Holanda, o projeto PLON, acrónimo holandês para *Projeto para o Desenvolvimento de um Currículo em Física*, cresceu ao incluir a educação ambiental, continuando a tradição de desenvolver projetos de investigação envolvendo alunos. Em Inglaterra, foi feito um trabalho de investigação aprofundado procurando definir o estado da arte do movimento CTS, que serviu de inspiração a muito educadores de ciência um pouco por todo o mundo. Na Austrália, a tecnologia industrial surge ligada ao movimento CTS, já na Bélgica, foi adicionada a

ética ao movimento, tendo a revista *Sciences Teechonlogies Ethique Societé* um papel preponderante nesta tarefa.

Esta diversidade de projetos, espalhados pelo globo, vem reforçar a ideia de não ser possível encontrar um significado universal, consensual e preciso do movimento CTS. Como consequência, um projeto CTS desenvolvido num determinado país baliza o que é o movimento CTS para os educadores desse país. As críticas ao movimento CTS que decorrem dessa definição refletem esse projeto e não podem ser transpostas para outros contextos (Aikenhead, 2005).

#### 1.3.4. Críticas ao movimento CTS

O debate em torno de como deveria ser pensado o papel que a C&T representam na relação com o desenvolvimento social centra-se na crítica que é feita ao movimento CTS. Esta refere que o movimento CTS assenta numa abordagem onde predomina um “sentido e pensamento únicos”. Ao debater sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade, a Sociedade tem de ser colocada como elemento primordial no que aos múltiplos temas de investigação que a C&T abordam. A conceção da planificação das linhas de coordenação e investigação em C&T, enquanto ato político, neutro e ausente de valores que é executado por um Estado, que representa os interesses coletivos de uma Sociedade, sempre em coerência com os objetivos de desenvolvimento dessa Sociedade. O paradigma que dominou, inicialmente, a planificação e execução das políticas de C&T, colocava ênfase em investigações que não estavam em linha com as características concretas (económicas, políticas, culturais, sociais, entre outras) da Sociedade onde iriam ser aplicadas, e atribuição à mudança científica de uma racionalidade pura, autónoma e invasiva das restantes áreas da Sociedade. Pelo que, o “sentido comum” das políticas de C&T foi válido como resultado do desenvolvimento social que surgiu fruto do conhecimento científico alcançado; este modelo de racionalidade científica e tecnologia é definido por Dagnino (2008) “a C&T como motores de desenvolvimento” (Dagnino, 2008). Dito de outro modo, a diminuição da importância da Dimensão Sociedade no trinómio CTS é encarada como efeito e não como causa, não como elemento condicionador, mas como dimensão relativamente neutra e sempre pronta para beneficiar com a Ciência. Colocar a dimensão Sociedade no centro do debate pode conduzir a considerar as variáveis científicas e tecnológicas como carentes de racionalidade e eficácia, na medida em que a mudança tecnológica influencia cada vez mais a evolução social e cultural. Neste sentido, é conveniente falar em *inovação social* que associa as mudanças tecnológicas às mutações sociais e institucionais. O conceito

de inovação social inclui todo o tecido social, e não apenas os agentes económicos, onde se incluíam as políticas públicas de C&T.

Com frequência, estas políticas tendem a perder de vista a sua condição política apresentando-se como um tema estritamente de racionalidade técnica, omitindo-se o debate sobre os valores e os fins sociais. Constrói-se assim “um pensamento único”, que na C&T, se baseia na hegemonia quase absoluta da ótica da inovação sobre qual outra dimensão na qual pudesse ser orientada a atividade científica.

Nesta linha de pensamento, os problemas das políticas científicas e tecnológicas são substituídos pelos problemas de gestão, isto é, a seleção de meios adequados para impulsionar a inovação, colocando-se de lado os fins a que se destinam. Neste sentido, o paradigma tecnológico, que se vai impondo na Sociedade, é altamente intensivo em conhecimentos e em informação, sendo este vital para o funcionamento da economia e da Sociedade. O movimento CTS permite inferir que as estratégias que permitem que a Sociedade contemporânea avance não estão sujeitas a um determinismo tecnológico que exclua a necessidade da análise dos interesses económicos e políticos que o determinam. Em consequência, o movimento CTS insiste na necessidade de complementar a análise no campo da gestão em C&T, orientado preferencialmente para a identificação e uso das ferramentas que permitem o desenvolvimento científico e tecnológico, com uma análise política e social que ofereça um marco de referência orientador do desenvolvimento estratégico (Cachapuz, Paixão, Lopes & Guerra, & Cachapuz, 2008).

O movimento CTS deve estimular também a ideia de que a heterogeneidade de situações sociais, que observamos atualmente exigem uma diversidade de estratégias no campo científico e técnico por forma a promover a cultura científica. Contudo, este caminho nem sempre é simples e linear, sendo sempre possível encontrar no movimento CTS entraves à implantação da cultura científica, onde se destacam (Paixão, Santos & Praia, 2008):

- i)** falta de preocupação, em largas camadas da população, sem se interessar por conhecer, não sentir mesmo uma necessidade de saber, de procurar empenhar-se em aprender;
- ii)** elevado deficit de saber científico escolar que se torna num forte entrave ao entendimento de problemas sociais concretos, inviabilizando a comunicação e arrastando um afastamento e desinteresse notórios;
- iii)** um pensar em termos de senso comum, ligado ao sensorial, ao imediato, ao opinativo, ao descritivo e não interpretativo, que não procura

explicações, nada questionantes nem críticos; **iv)** enorme dificuldade de entendimento de linguagem, entre cidadãos e cientistas e mesmo divulgadores de Ciência, marcada por hábitos do pensar, de código restrito versus elaborado, ou seja, de culturas muito distantes; **v)** desconfiança, senão mesmo um conceito negativo em relação à Ciência. Muitas experiências negativas tidas na escola conduzem a uma regressão cognitiva e afetivo-emocional, que tem de ser contrariada; **vi)** dificuldade de intervenção que alie aspetos conceptuais, e procedimentais, no seu sentido lato, axiológicos e praxiológicos, que façam de cada aluno um cidadão numa Sociedade em construção (p.191).

A crítica ao movimento CTS no ensino segue duas linhas principais. A primeira refere que os currículos CTS estão fortemente inclinados para a dimensão da Ciência (Cheek, 2000). Este enviesamento resulta, em grande medida, do desenvolvimento histórico do EdCs, que foi originalmente concebido quando o Ensino tradicional das Ciências não atendeu às necessidades da maioria, uma conceção que tem legitimado o objetivo amplamente aclamado de preparar alunos como futuros consumidores de Ciência, e, portanto, reafirmando a Ciência como a base da Tecnologia e da Sociedade (Millar, 2006). A segunda linha refere a existência de uma quantidade de docentes de Ciência que não apresentam suficientes conhecimentos ou autoconfiança para lidar com as interações existentes entre a CTS (Yager, 1996).

### 1.3.5. Ensino das Ciências: ensino tradicional *vs* novas tendências

No final da primeira década do século XXI, as reformas no ensino continuavam a colocar a Ciência no centro do trinómio CTS, relegando a Tecnologia para uma aplicação da Ciência, acentuando a valorização do C em detrimento do T e do S, que se refletem num conjunto de retos que florescem em torno das propostas educativas. Estes retos, que são propostos à Educação, foram enfrentados, durante as últimas décadas do século XX e início do século XXI, com a busca de um modelo holístico, endógeno e sustentável. Contudo, as tentativas para trazer para a realidade este modelo ficaram aquém do esperado (Torres-Salas, 2010), que se comprova ser o reflexo da ausência de políticas globais contra problemas emergentes numa Sociedade cada vez mais globalizadora. Decorre, desta Sociedade globalizadora, a necessidade de se elevarem os padrões de qualidade de ensino, procurando desenvolver, nos alunos, uma visão holística, assente em várias estratégias de ensino-aprendizagem que resultam do aumento da diversidade cultural dos alunos e respetivas necessidades educativas. Da

criação do ancoradouro onde assenta este modelo global, integrado e sustentável, faz parte o EdCs.

Para o EdCs foram desenvolvidas diversas estratégias de ensino-aprendizagem ao longo das últimas décadas, onde os diferentes atores educacionais foram desempenhando diferentes papéis em função dos contextos sociais, políticos e culturais de cada época. O *scientific inquiry* é encarado como o âmago da estratégia de ensino-aprendizagem do EdCs; contudo observa-se que esse ensino é mais efetivo quando os docentes vão ao encontro da curiosidade natural dos alunos, curiosidade essa que passa pela compreensão dos conteúdos científicos e pelo desenvolvimento de competências de investigação, ainda que o *scientific inquiry* não deva ser totalmente abandonado (OfSTED, 2013). O *scientific inquiry* assenta na combinação de dois elementos chave: o trabalho e pensamento científicos; que são essenciais para a compreensão da NdC. Observa-se, deste modo, um entendimento geral da necessidade do envolvimento com o *scientific inquiry* que permitirá uma melhor compreensão da natureza da Ciência, ainda que como refere Schwarz, Lederman & Crawford (2004), o envolvimento com o *scientific inquiry per se*, não seja suficiente para melhorar as conceções acerca da NdC. Esta linha de investigação foi continuada por Bartholomew, Jonathan & Ratcliffe (2004) referindo cinco dimensões da prática educativa que revelam apresentar impacto positivo nos docentes, quando estes ensinam acerca da NdC. O sucesso dos docentes passa por: (a) ter confiança que possuem conhecimentos suficientes acerca da NdC; (b) encarar as regras da NdC como facilitadores do conhecimento; (c) promover um diálogo aberto em contexto de sala de aula; (d) valorizar o conhecimento e o resultado do raciocínio dos alunos e (e) promover atividades de aprendizagem originais e controladas pelos alunos (Bartholomew et al., 2004).

O ponto central no processo de produção do pensamento científico é a investigação e o *inquiry*. Embora a Ciência seja de natureza iminente prática, estudos mostram que a realização de trabalho experimental não tem um impacto significativo na compreensão das ideias científicas por parte dos estudantes; apontando estes mesmos estudos na forma como este trabalho prático é desenvolvido (OfSTED, 2013). Tradicionalmente, no EdCs o docente controla os diferentes aspetos da investigação onde se incluía a questão de investigação, como deve ser realizada a investigação, os resultados esperados e como esses resultados deverão ser registados e comunicados. Trata-se de uma estratégia transmissiva com uma abordagem dedutiva de ensino, onde o docente possui o conhecimento que o aluno terá de alcançar através de um roteiro pré-estabelecido. Esta abordagem transmissiva remete para níveis de ensino mais

avuçados, como seja o ensino secundário ou ensino superior, ao nível do 1.º CEB o que melhor descreve esta estratégia transmissiva é a abordagem ilustrativa ou investigação fechada, onde as questões e as variáveis são definidas e identificadas pelos docentes, estes dizem aos alunos quais os passos a seguir para obterem o único resultado possível. Na abordagem ilustrativa, o foco está na possibilidade do aluno experienciar fenómenos ou conceitos particulares, trata-se de clarificar ou exemplificar uma determinada ideia científica. É particularmente útil quando procura promover uma compreensão partilhada entre o docente e a criança. Esta abordagem é apropriada enquanto *inquiry* em si, seja como investigação fechada, seja antes da criança começar a investigar as suas questões e ideias ou mesmo após a investigação para consolidar conhecimentos.

A Figura 2 ilustra as diferentes etapas do *scientific inquiry* onde uma abordagem ilustrativa ou uma investigação fechada são controladas pelos docentes entre os passos 1 a 5.

<b>1.</b> Seleção da questão global
<b>2.</b> Identificação das variáveis independentes
<b>3.</b> Reflexão sobre como medir/observar o resultado esperado (variável dependente)
<b>4.</b> Geração de questões
<b>5.</b> Seleção do equipamento e decidir como usar
<b>6.</b> Decidir o que irá acontecer (realizar uma previsão) se necessário
<b>7.</b> Método de recolha de dados – tipo e quantidade de dados a recolher
<b>8.</b> Realização de observações e medidas
<b>9.</b> Registo e avaliação dos dados (fiabilidade)
<b>10.</b> Interpretação dos dados
<b>11.</b> Desenho de conclusões
<b>12.</b> Avaliação do processo/atividade

*Figura 2 - Etapas do Scientific Inquiry*

Uma outra abordagem contrastante com esta estratégia de ensino-aprendizagem para o EdCs baseada no *inquiry* é a abordagem indutiva do *inquiry-based science education*. Wolf & Fraser consideram mesmo que o ensino aprendizagem baseado no *inquiry* provocou a transformação do objetivo da memorização de factos para o questionamento e investigação, que são o núcleo do trabalho científico (Wolf & Fraser, 2008). O *inquiry-based learning* conduz os alunos a questões e a encontrar possíveis

respostas usando diferentes competências para a recolha de dados fiáveis e precisos, análise de fontes secundárias ou desenho de conclusões. Com o *inquiry-based science education* observa-se uma mudança no papel do docente para um facilitador que centra a aprendizagem nos alunos. O *inquiry-based science education* provou a sua eficácia tanto nos níveis de ensino básico como secundário, aumentando o interesse do aluno e da criança e da motivação do docente (Rocard, 2007). Os mesmos autores referem ainda que o “*inquiry-based science education* é compatível com todos os tipos de estudantes, dos mais fracos aos mais capazes, e é totalmente compatível com a ambição de excelência de alunos e instituição” (Rocard, 2007, p.2).

A *inquiry-based science education* não é uma metodologia estanque, nela cabem diferentes interpretações e práticas que conduzem a variados graus de ISBE. Estes diferentes trajetos conduzem por um lado, a um “trajeto” guiado e, por outro lado, a um “trajeto” livre, onde as crianças comandam a investigação ou realizam uma exploração livre, na qual a criança identifica a questão, decide quais os passos a seguir e constrói uma solução para o problema inerente à questão colocada e evidências recolhidas.

Das diferentes metodologias que surgiram tendo por base o *inquiry-based science education* destaca-se o *problem-based learning*, que teve origem no campo da medicina, tendo por princípio que, em qualquer ambiente de aprendizagem, o problema conduz à aprendizagem (Nudelman, 2015; Torres-Sala, 2010). Trata-se de uma metodologia dirigida a grupos de trabalho pequenos onde cada criança traça o caminho a seguir e realiza a autoavaliação; requer que as crianças identifiquem e desenvolvam novos conhecimentos, competências e capacidades antes de resolverem o problema. Adicionalmente, deverão ser capazes de identificar as falhas de conhecimentos que possuem, sem a necessidade de serem apontadas pelos docentes.

Acresce a este facto, que as crianças ao identificarem as falhas de conhecimento irão procurar colmatá-las e aplicar essas novas ideias ao problema. Deste modo, o docente é um medidor durante este processo de aprendizagem, tendo como tarefas colocar questões (não respondendo às mesmas) e apoiando o debate e desafiando a colocação de novas hipóteses. Os docentes-mediadores deverão usar diferentes tipos de questões que promovam níveis de pensamento diferenciados, dos mais básicos até aos mais elaborados (de Grave, Moust & Hommes, 2003). É neste ponto onde o docente do 1.º CEB tem um papel mais acessível para adaptar-se a este processo do que os docentes de níveis de ensino mais avançados.

O *problem-based learning* sustenta tanto uma abordagem construtivista como socioconstrutivista, onde os alunos trabalham em equipa para a resolução de um problema. Através do *problem-based learning* as crianças colocam as ideias, as experiências e os conhecimentos ao serviço da resolução do problema, onde as conceções erróneas são desafiadas e os novos conhecimentos estabelecem pontes com os conhecimentos prévios.

A definição do problema, baseado numa experiência/atividade do quotidiano, é essencial para que a criança contextualize o problema, encorajando-a a avançar na resolução do problema. Pretende-se que a criança encontre apenas um caminho possível de resolução do problema (um bom problema em *problem-based learning* não deve ter uma solução clara) por forma a que esta utilize abordagens criativas que sejam imaginativas e inventivas, que explore várias possibilidades e assuma riscos no processo de aprendizagem. Sugere-se também que a criança realize esta abordagem através da experimentação baseada na procura de questões para explorar e problemas para resolver.

Nesta linha de pensamento a investigação em educação tem procurado caracterizar o EdCs não apenas na perspetiva inerente aos *conteúdos* – factos e conceitos – mas também na perspetiva do *saber fazer* - práticas e formas de pensar a produção de conhecimento. Densificando estas perspetivas, surgem na literatura três dimensões para o EdCs: práticas científica e de engenharia; conceitos transversais e ideias nucleares das diferentes áreas disciplinares; dimensões estas que necessitam de ser abordadas de forma global e holística uma vez que cada dimensão individual não reflete o que deve ser o EdCs.

A primeira das três dimensões mostra que as crianças compreendem melhor os conceitos científicos quando aplicam os conhecimentos enquanto realizam práticas científicas. (Bamberger & Davis, 2013; McNeill, 2011). Sem um envolvimento dos alunos nestas atividades, os estudantes não compreendem a natureza da descoberta científica, olhando para a Ciência de modo abstrato e desfasado da realidade. É difícil para os estudantes compreenderem as investigações científicas sem desenharem e desenvolverem as atividades. É igualmente difícil para os estudantes verificar a relevância das ideias e conceitos científicos sem que os mesmos construam os seus próprios argumentos e explicações. Deste modo, no EdCs, o foco deve ser a imersão do aluno na prática científica mais do que simplesmente aprender sobre Ciência.

Aprender através da prática permite aos estudantes, de todas as idades, compreender como se desenvolve o conhecimento científico, permitindo que estes compreendam a ampla gama de abordagens que são usadas pelos cientistas para investigar e explicar o que os rodeia. O envolvimento com a prática da Ciência permite que o estudante utilize os conhecimentos que possui para refletir acerca da sua compreensão sobre as ideias científicas, permitindo deste modo desenvolver uma perspetiva crítica sobre o que a Ciência afirma. A constante evolução da Ciência com a densificação dos conhecimentos, o aparecimento de novas ideias e áreas de investigação científica criam uma panóplia muito grande de temas a abordar no EdCs, pelo que a definição de ideias nucleares de cada área de conhecimento é ajustada ao tempo que os docentes e os alunos dispõem para desenvolver a prática de Ciência por forma a explorar as ideias em profundidade assim como, desenvolver a compreensão dessas mesmas ideias. Depreende-se que a adequação dos conteúdos selecionados ao tempo disponibilizado permite ao estudante assimilar lentamente as ideias, quando estas são mais desafiantes, visitar conceitos anteriores sempre que necessário e promover novas ligações para o crescimento dos conhecimentos dos alunos, com o objetivo de evitar a abordagem superficial e desconexa dos múltiplos tópicos. Evitar esta abordagem desconexa dos conteúdos científicos é fundamental porque, em Ciência, as ideias não existem desconexas, mas fazem parte de uma complexa rede de conteúdos. Assim, o EdCs, também envolve ligações específicas entre as ideias nucleares das diferentes áreas do conhecimento para criar conceitos transversais que conduzam a uma coerente visão científica do mundo. A ênfase do EdCs é colocada na integração dos conceitos transversais com a prática e com as ideias nucleares das diferentes áreas disciplinares.

#### **1.4. Os Docentes e o Ensino das Ciências**

Como foi referido anteriormente, a construção do conceito CTS surgiu no final dos anos 70, princípio dos anos 80 do século passado como consequência da necessidade de incrementar a inovação na construção da educação científica. Esta ideia já tinha sido aventada anteriormente na revista *Science Education*, por Jim Gallagher quando afirmou que "para os cidadãos do futuro, em Sociedades democráticas, compreender a interrelação entre a Ciência, tecnologia e Sociedade, pode ser tão importante como compreender os conceitos e os processos da Ciência" (Gallagher, 1971, p. 337).

O novo quadro epistemológico introduziu novas e diversas propostas que passavam por uma avaliação do papel da ciência escolar enquanto ator na Sociedade, uma forte necessidade de direcionar a educação científica para a ação, aproximando a interdisciplinaridade do processo de ensino-aprendizagem. Naturalmente, que o papel

do docente enquanto transformador e agente desta (re)construção é de função fulcral no desenvolvimento de atitude científica dos seus alunos.

Passados cerca de duas décadas, podemos encarar o modelo CTS como uma espiral temporal que manteve a sua base de sustentação enquanto metodologia de ensino, sofrendo aprofundamentos e refinamentos do quadro conceptual, que resultaram da necessidade de acompanhar a evolução do conceito de *Literacia Científica* em todos os seus diferentes enunciados.

Aikenhead (2005) apontou como um dos saltos que caracterizaram esta evolução o protagonizado por Peter Fensham, em 1985, ao criar pontes entre a educação científica e a educação tecnológica contextualizadas em temas de carácter relevante para os estudantes. Nesta fase, o modelo CTS de Fensham era caracterizado por uma influência unidirecional da Ciência/Tecnologia sobre a Sociedade. Mais tarde, nos anos 90, Fensham reconceptualizou a influência da Ciência/Tecnologia/Sociedade segundo o modo de interação bidirecional (1996). Esta ideia foi retomada por Bingle e Gaskell (1994) quando referiram a necessidade de adquirir conhecimentos científicos e tecnológicos que permitam criar uma base de apoio para tomar decisões e resolver problemas inerentes ao trinómio Ciência, Tecnologia e Sociedade. A evolução do modelo CTS ganhou uma nova dimensão - a interculturalidade. Aikenhead (1997), grande impulsionador desta linha de pensamento, afirma a necessidade do ensino CTS incluir uma Perspetiva Cultural, que procure negociar as fronteiras culturais entre o mundo do quotidiano para enquadrar a educação da Ciência no desenvolvimento económico, social e ambiental das Sociedades. No limite procura-se humanizar o EdCs. Esta dimensão de culturalidade foi retomada com uma maior densidade por Kolsto (2001), quando centrou o seu estudo na análise de temas controversos da Ciência que tenham por base conhecimentos científicos. Este autor defende que o contacto com as características do conhecimento científico, os seus valores, os limites e natureza por parte dos cidadãos é condição fundamental para tomadas de decisão de temas controversos de base científica. Este autor defende ainda a necessidade de melhorar o desempenho dos cidadãos, enquanto membros da Sociedade, enfatizando os processos de produção do conhecimento científico e a Ciência enquanto instituição.

No processo de evolução do conceito do modelo CTS surgiram diversos significados, o que introduziu algum ruído. Para minorar a interferência do conceito, Aikenhead criou um espectro de significados para o modelo CTS (Fig.3). Um espectro, criado a partir dos graus de interação da C&T com os temas sociais, que expressa a importância relativa concedida aos conteúdos CTS, tendo em conta dois fatores: estrutura do conteúdo (proporção entre o conteúdo CTS e conteúdos tradicionais de Ciência) e a avaliação do estudante (ênfase relativo ao conteúdo CTS versus conteúdos tradicionais de Ciência). Do resultado destes fatores surgiram oito categorias (Figura 3) com diferentes graus de envolvimento de conteúdos CTS no ensino.

- 
- 1.** Motivação mediante o conteúdo CTS.
  - 2.** Incorporação casual de conteúdo CTS.
  - 3.** Incorporação intencional de conteúdo CTS.
  - 4.** Disciplina particular através de conteúdo CTS.
  - 5.** Ciência através de conteúdo CTS.
  - 6.** Ciência juntamente com conteúdo CTS.
  - 7.** Incorporação de Ciência em conteúdo CTS.
  - 8.** Conteúdo CTS.
- 

*Figura 3 - Categorias CTS em Ciência escolar*

A categoria 1 representa o grau mais baixo de envolvimento CTS e a 8 o grau de envolvimento mais elevado. Uma dramática alteração na estrutura do conteúdo sucede entre as categorias 3 e 4. Na categoria 3 o conteúdo aparece enquadrado na disciplina específica ao passo que na categoria 4 o conteúdo já surge enquadrado num contexto tecnológico ou social. Na categoria 5 surge interdisciplinaridade dos conteúdos na Ciência. Esta inversão é reflexo do surgimento, na investigação do EdCs, de cinco áreas de intervenção: a) integração do estudo de questões ambientais nos programas das disciplinas de Ciências; b) aparecimento e desenvolvimento progressivo de abordagens do tipo Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente; c) integração de temas ligados à História, Filosofia e Sociologia das Ciências; d) reconhecimento da Tecnologia como uma área formativa fundamental e e) desenvolvimento de competências de “cientistas” nos estudantes, com o objetivo de minorar o desinteresse da Ciência por parte dos estudantes e afastamento das profissões de base científica (DeBoer, 1991). Para majorar a formação de indivíduos cientificamente evoluídos, de modo a exercerem a cidadania de forma plena, a literatura defende que a educação para as Ciências seja iniciada nos primeiros anos do Ensino Básico, na medida em que: a) o aluno tem uma imagem positiva da Ciência e do cientista; b) o aluno por natureza é observador e procura interpretar os fenómenos que o rodeiam; c) o aluno é capaz de compreender alguns dos conceitos científicos mais elementares; d) a tentativa de interpretação dos fenómenos que o rodeia desenvolve a capacidade de pensar e e) o contacto prematuro com a explicação e compreensão de fenómenos é um fator discriminatório positivo quando no ensino básico, contactar, novamente com estes conceitos.

Apesar de todas estas razões, constata-se que ao nível do 1ºCEB, a educação das Ciências, quando existe, é penosa e pouco motivadora para a criança, observando-se um fosso entre aquilo que elas são capazes de fazer e compreender e as atividades a que

têm acesso. A principal justificação para a não realização destas atividades é o elevado grau de complexidade de alguns conceitos. Contudo, este argumento é refutado na medida em que conceitos abstratos e complexos podem ser explorados ao nível do 1ºCEB, permitindo aos alunos desenvolver esses conceitos e adquirir novo vocabulário (Van Hook & Huziak-Clarck, 2008).

Ao nível do 1ºCEB, a literatura aponta para uma predisposição das crianças para a aprendizagem das Ciências, ficando reservado para o docente o papel dinamizador da atividade de promoção da *Literacia Científica*, com o intuito de desenvolver cidadãos socialmente ativos.

Quando Maddock (1981) classificou “a Ciência e a educação científica como empreendimentos culturais que formam uma parte da ampla matriz cultural da Sociedade e que as considerações educacionais referentes à Ciência devem ser vistas à luz desta perspetiva” (Maddock, 1981, p.10) procurou desenvolver a tese de que a educação científica deve ser enquadrada numa perspetiva multicultural. Isto é, o ensino deve ter em consideração o mundo cultural multidimensional do estudante, de modo, a aplicar este princípio a uma situação particular, e expressá-lo em termos de materiais curriculares e métodos de sala de aula.

Esta linha de pensamento, defendida por Maddock, acompanha a perspetiva socioconstrutiva da aprendizagem apresentada por Solomon (1987). Uma matriz que resulta da evolução do construtivismo pessoal assente em investigações sobre os aspetos racionais da mudança conceptual, que Solomon alargou procurando albergar os aspetos não racionais da mudança e da natureza do desenvolvimento conceptual.

Mais recentemente, o debate em torno do conceito de *Literacia Científica*, no que respeita aos docentes do 1ºCEB, ganhou novos caminhos com o enquadramento dado por Norris & Phillips. Estes autores defendem que, para além de darem atenção à natureza das literacias da Ciência, os docentes são também conscientes do nível de conhecimento científico que apresentam e qual o impacto na aprendizagem dos estudantes (Norris & Phillips, 2003).

Surge então a noção de “*Identidade de docente*” como o fator que permite enquadrar a capacidade do docente em adaptar-se às constantes mudanças que a natureza da *Literacia Científica* assim o exige (van Veen, Slegers & van de Ven, 2005). O trabalho de Wenger (1998) é significativo neste contexto. Para este autor o enquadramento

social e cultural onde o docente se insere é fundamental para criar a sua própria *identidade de docente*. A partir desta perspectiva, a formação da *identidade de docente* resulta de assunção de uma posição social moldada a partir da combinação de biografias pessoais e sociais (McDougall, 2010).

É precisamente nesta perspectiva do EdCs que surge este trabalho, na medida em que se procura avaliar o envolvimento do docente do 1.ºCEB, enquanto ator social e cultural. A avaliação do grau de envolvimento e a visão do mundo científico por parte do docente poderá ser condicionante do desenvolvimento do seu processo de ensino-aprendizagem, nomeadamente pelas suas opções de estratégias e metodologias de ensino.

### **1.5. Docentes do 1.º CEB no Ensino das Ciências**

Historicamente, os docentes do 1.ºCEB são encarados principalmente como transmissores dos currículos escolares com principal foco na aprendizagem da leitura, da escrita e da numeracia. Mais recentemente, o sucesso profissional dos docentes é medido pelo sucesso dos alunos em provas a nível nacional (Provas de Aferição do Ensino Básico), onde são medidos os progressos na literacia e na numeracia, contudo, o papel do docente é bem mais complexo e desafiante, tal como defendem Shulman & Shulman (2004):

Os objetivos dos docentes são múltiplos (...) Mesmo num grupo de leitura no ensino primário, o docente deve, simultaneamente, preocupar-se com a aprendizagem de habilidades de descodificação, bem como, com a compreensão, com a motivação e com o amor pela leitura (...). (p.258)

O papel dos docentes é regularmente comparado com outras profissões. Ainda que seja necessário alguma prudência não deixa de ser interessante perceber que Shulman & Shulman (2004) comparam o docente a um diretor de uma peça de teatro, que determina o início e o ritmo das cenas. Já Bodman, Taylor e Morris (2012) caracterizam os docentes como alquimistas enfatizando a criatividade e a flexibilidade na tomada de decisão, nunca esquecendo que cada docente irá ter em conta o grupo, o contexto e os objetivos que pretende atingir. Assim, o docente analisa os dados como um cientista, representa como um ator e cria como um artesão. Esta mesma linha de pensamento pode ser aplicada aos docentes do 1.ºCEB ainda que o papel que eles representam seja mais abrangente do que a dos restantes docentes. Embora o ensino

seja feito de pequenos episódios – atividades, intercâmbios, diálogo, apresentação de ideias e conceitos – o papel dos docentes do 1.º CEB envolve manter um padrão de qualidade elevada ao longo de todo o ano e não apenas em atividades pontuais, o que acarreta um conjunto de dilemas inerentes ao ato de ensinar. Num primeiro grupo, podem ser considerados os seguintes dilemas: - o aluno é considerado “estudante” ou “criança”; - quem (o aluno ou o docente) controla o que acontece dentro da sala de aula.

Um segundo grupo está relacionado com o currículo: - o conhecimento é visto como individual ou partilhado, está relacionado com o conteúdo ou com o processo; - é transmitido, o aluno é um mero recetor, ou problematizado, o aluno constrói o próprio conhecimento; - a aprendizagem é encarada como individual ou social, holística ou molecular (em pequenos bits).

O terceiro grupo atende a dimensão societal: - a infância é vista como um contínuo ou por etapas; - as diferenças e crenças culturais devem ser encorajadas ou não; - todas as crianças devem ser tratadas do mesmo modo ou deve ser praticada discriminação positiva para alguns, tanto na alocação de recursos como na aplicação de regras.

A literatura sugere que os docentes reflitam sobre estes dilemas e definam padrões para ultrapassar estes dilemas. Este equilíbrio pode passar, por exemplo, por definir o tempo a alocar a cada criança, ou grupo de crianças. A estes dilemas acrescem muitos outros que o docente pode ser alvo, tais como a resposta a um comportamento erróneo pode não ser feita apenas com base nos procedimentos legais, mas atender também ao enquadramento societal da criança, ao impacto da resposta nas restantes crianças e à situação em análise. A resposta a estes dilemas implica que os docentes envolvidos façam julgamentos sobre necessidades muitas vezes conflitantes por forma a encontrar a resposta mais apropriada à resolução do dilema atendendo à situação. Kennedy (2006) vê os docentes em constante tentativa para conciliar os seguintes interesses concorrentes: - abordar conteúdos nucleares; - desenvolver a aprendizagem das crianças; - aumentar o interesse da criança para participar; - manter o ritmo da aula: - atender às necessidades cognitivas e emocionais das crianças.

Fransson e Grannas (2013) usam o termo “dilema espacial” para argumentar que estes dilemas não estão circunscritos a um determinado evento ou situação, mas estão constantemente presentes na sala de aula. Por inerência, o ensino envolve muitos múltiplos objetivos, dilemas e compromissos, embora a natureza deles varie atendendo aos diferentes docentes e às diferentes situações. Assim, o docente do 1.º CEB ajuda a desenvolver competências e qualidades que estas aplicarão em diferentes situações

enquanto atores sociais num mundo cada vez mais desafiante. Enquanto procuram melhorar a aprendizagem das crianças, os docentes necessitam de avaliar o que as crianças aprenderam e como aprenderam. Por outro lado, os docentes do 1.º CEB devem providenciar uma estabilidade emocional dentro da qual as crianças podem explorar e aprender como regular as emoções e atuar apropriadamente em ambientes pouco protetivos.

Nesta linha de pensamento é possível verificar que, tal como sugerem Shulman & Shulman, os docentes não representam apenas os conteúdos das disciplinas que ensinam; eles modelam os processos de análise e investigação (...), e criam, de forma proposital, comunidades de interação e de discurso dentro das quais as ideias são criadas, trocadas e avaliadas (Shulman & Shulman, 2004).

Apesar de poder ser encarado como um passo bastante ambicioso, uma parte significativa do papel do docente do 1.º CEB é exemplificar como pensa e trabalha o cientista, o artista, o designer ou o crítico, e não apenas permitir que os alunos acumulem um conjunto de conhecimentos factuais competências descontextualizados da sua realidade e desarticulado com as diferentes áreas curriculares. Devem permitir e encorajar a criatividade, a imaginação e a tomada de decisões arriscadas. Aprofundando este pensamento, os docentes do 1.ºCEB ajudam a moldar as identidades de um grupo heterogéneo de crianças dentro e fora da sala de aula, para tal é encorajada a criança a questionar as suas crenças e as das restantes crianças, sem implicar a imposição dos valores e crenças individuais do docente. Pelo contrário, requer uma mente aberta para a construção de conhecimento e valores a partir de perspetivas múltiplas, sem perder o sentido de compromisso com os seus próprios valores.

Assente neste ancoradouro cresce a ideia de identidade do docente, defendida por Day (2008) quando escreve que: “o bem-estar dos docentes está profundamente relacionado com a forma como eles se definem enquanto profissionais, e como eles vêem o seu profissionalismo sendo definido pelos outros.” (Day, 2008, p.244)

Ainda que a definição desta identidade seja difícil de balizar, Olsen (2014) sugere que esta ideia é útil porque: - permite um exame rico ao contexto, e apoio, à complexidade dos docentes e do ensino; - preenche os meandros do ensino com a necessidade de codificá-lo e ensiná-lo de maneira padronizada aos novos docentes; - reconhece as facetas pessoais inerentes a um ensino eficaz, sem negligenciar os pilares fundacionais

do ensino; integrar uma visão pessoal do ensino partindo de situações experienciadas e de formação contínua; - centrar a visão do ensino no holismo e na interdependência, na tentativa de integrar o abstrato nas experiências do dia a dia; - relembrar que ensinar é um processo dinâmico, multidimensional, que requer um trabalho intelectual profundo e deve ser apoiado como tal.

Conceitos como a identidade e o profissionalismo são constructos relacionados com a forma como os docentes atuam e pensam, como se vêem a eles, isto é, quem são e o que procuram atingir. Como resultado, estes conceitos são utilizados e entendidos de diferentes formas. Não se trata de um problema de definição dos conceitos, reflete sim as visões contraditórias sobre o que é mais importante no cumprimento do papel do docente. Como as pessoas, individualmente ou em grupo, compreendem estas ideias, e as relacionam consigo, depende do alcance pessoal, organizacional e cultural de cada indivíduo. Estas crenças pessoais acerca do ensino e enquanto docentes vão sendo alteradas ao longo do tempo e afetam o papel que cada indivíduo representa enquanto docente; mas grande parte destas crenças são inatas e, como tal, difíceis de mudar.

A identidade, definida enquanto aquilo que cada indivíduo é e como é visto pelos outros, é multifacetada e opera em diferentes níveis, envolvendo uma mistura de qualidade intra e interpessoais afetada por nós próprios e por quem nos rodeia, que vai ao encontro do que defende Alexander quando escreve que “(...) há algo sobre o ensino em geral e, em particular, docente primário, o que faz com que a precisão e a neutralidade do discurso profissional difícil de alcançar” (Alexander, 1995, pp.12).

Contudo, não se deve assumir em toda a sua extensão, que aquilo que podemos observar permite perceber o que o docente é, olhar para as qualidades do docente em contexto de prática educativa, ajudar a entender a ligação entre as crenças pessoais do docente do 1.º CEB e a sua vida profissional e identidade. Neste sentido, é essencial fazer a distinção entre: identidade social, identidade pessoal e autoconceito.

A identidade social é atribuída ou imputada por outros, baseada, preferencialmente, em informação acerca da aparência, comportamento, no tempo e local da ação e no que é desejável e prescrito. Identidade pessoal, em contraste, refere-se a autodesignação e autoatribuição, que pode estar, ou não, em linha com a identidade social. Por fim, o autoconceito resulta do compromisso entre aquilo que gostaríamos de ser e aquilo que a identidade social nos impõe, fruto do grupo a que pertencemos.

Neste sentido, é possível afirmar que a identidade profissional de um docente envolve elementos relacionados com a forma como são percebidos pelos outros, incluindo colegas de profissão, familiares e crianças e como se sentem no papel que desempenham. A identidade profissional não é uma característica do docente semelhante a uma competência que se pode aprender rapidamente como sejam a gestão do comportamento ou da sala de aula (Ball & Forzani, 2009). Pelo contrário, é um constructo global sobre como o docente atua e pensa e é encarado como uma narrativa dinâmica que está em constante, mas subtil, alteração ao longo do tempo e em diferentes contextos. A identidade profissional dos docentes do 1.º CEB é evidente no modo como utilizam diferentes tipos de conhecimento, ainda que o núcleo da sua identidade profissional esteja profundamente enraizado em valores e crenças relacionados com crianças, ensino e objetivos da educação. Tais valores e crenças são difíceis de remover sem uma profunda reflexão, que inclua uma visão, tácita ou explícita, sobre o que implica atuar e pensar profissionalmente, o que ajuda a lidar com confiança com os dilemas e paradoxos de ensinar.

É com base nesta matriz conceptual que os docentes do 1.º CEB vão promover o ambicioso desafio e a visão dinâmica do EdCs dentro da sala de aula. Este novo enquadramento, referido anteriormente, aponta para uma nova perspetiva do EdCs que tem como principal reto que os estudantes integrem as ideias com os conceitos e práticas, permitindo que os alunos vejam a ligação entre o conhecimento científico e a importância deste no dia a dia (Grossman, Hammerness & McDonald, 2009). Esta visão remete para a NdC, enfatizando nos alunos a ideia de que o conhecimento científico é gerado por cientistas que se envolvem na realização de experiências, trabalho de campo e revisão da literatura; de forma que cada vez que surgem novas evidências e explicações, providenciadas pelos cientistas, os conhecimentos científicos sofrem atualizações. Em consequência, é necessário que o EdCs defina um conjunto de diretrizes que permitam o envolvimento do aluno numa ampla gama de fenómenos científicos, suportado por um rigoroso trabalho intelectual, e que facilite a total imersão do estudante nas práticas de Ciência e engenharia por longos períodos de tempo (Eilks, 2015; Holbrook & Rannikmae, 2007). Estas práticas incluem uma vasta gama de capacidades intelectuais – formulação de questões, desenvolvimento e utilização de modelos, análise de dados e construção de explicações a partir dos dados, pelo que a prática de Ciência não é sinónimo de simples atividade de *hands-on*.

É crucial que o EdCs seja visto como uma mais valia na Sociedade, uma vez que a Ciência é um fator crucial para manter e melhorar a qualidade de vida. Como tal, o

EdCs pode integrar a base para uma aprendizagem contínua servindo de apoio a outras áreas acadêmicas. Os alunos que aprendam a interagir com os seus pares de forma científica, como por exemplo, desenvolvendo competências por forma a procurar conexões entre as diferentes ideias e criticar essas ideias de modo construtivo, podem aplicar essas mesmas competências nas diferentes áreas de estudo.

O EdCs é importante porque permite ao aluno adquirir um conjunto de conhecimentos e estratégias que serão utilizadas para enquadrar e interpretar, de forma sistemática, a Sociedade que o rodeia. O conhecimento científico permite pensar de forma crítica e estruturar as questões de modo produtivo, conferindo ao indivíduo o poder de ser um ator e não um espectador. Como tal, o conhecimento científico é mais do que um meio para atingir o sucesso laboral, é um recurso que permite aos cidadãos participarem ativamente na Sociedade e serem promotores da própria democracia.

A crescente importância do papel da Ciência no mundo moderno aumentou a importância do EdCs no ensino básico, a qual é, necessariamente, balizada por diferentes formas de ver a Ciência, de conceber os alunos, e ensinar este tipo de conhecimentos.

Face ao exposto, o EdCs é visto como uma interligação entre o trinómio – prática científica, conceitos transversais e ideias nucleares sobre determinados temas - que reflete largamente a natureza do trabalho do cientista e que para ser replicado nas escolas tem como princípio orientador o processo dinâmico que o docente empresta ao processo de ensino-aprendizagem (Windschilt,Thompson, Braaten & Stroupe, 2012; Torres-Sala, 2010) .

O processo de formação dos docentes é um processo dinâmico, não seguindo um padrão/caminho uniforme que vá ao encontro e que dê resposta a um conjunto previsível de desafios. Os docentes são preparados para múltiplos desafios que terão que enfrentar ao longo do tempo, com diferentes configurações, na sequência de um número crescente de caminhos alternativos no ensino (McNeill & Krajcik, 2008). Uma vez que estão em contexto de sala de aula, os docentes aprendem não só pelas oportunidades profissionais que vão surgindo, mas também pelo conjunto de ações que desenvolvem em contextos particulares de ensino, os recursos materiais e humanos disponíveis para os docentes, os efeitos das reformas educativas e as políticas e linhas de atuação definidas pelas chefias. O processo de aprendizagem dos docentes é significativamente afetado pelos alunos e pelo grau de conhecimento que necessita de

adquirir por forma a ir ao encontro das necessidades desses mesmos alunos. Desta ideia, decorre que o processo de aprendizagem dos docentes é um processo a longo prazo: dinâmico; iterativo; contínuo e contingente no processo em que se desenvolve (políticas formais e informais, cultura escolar, normas vigentes, entre outras...) e nas características e necessidades individuais de cada docente. A qualidade do docente não depende apenas das competências profissionais, mas também do contexto escolar onde está inserido e onde desempenha as funções (Bryk, Sebring, Allesworth, Suppesu & Easton, 2010). É central nesta linha de pensamento que a qualidade individual do docente, enquanto agente educativo, deva ser encarada de acordo com o contexto individual, profissional e societal onde se insere.

Os docentes, em especial os que têm a seu cargo o EdCs, para irem ao encontro do trinómio - práticas científica e de engenharia; conceitos transversais e ideias nucleares das diferentes áreas disciplinares – necessitam de desenvolver competências profissionais que ultrapassem as fronteiras dos conteúdos disciplinares e que possam ser condensadas em três pontos (Rivarosa & Astudillo, 2013): (a) conhecimento, capacidades e atitudes que permitam a todos os estudantes aprender Ciência, incluindo um conjunto de práticas profissionais que são sensíveis a uma gama diversificada de estudantes; (b) conhecimento, capacidades e atitudes associadas às práticas de Ciência, às ideias nucleares das disciplinas de Ciência e aos conceitos transversais e (c) conhecimentos pedagógicos e de práticas educativas que permitam apoiar nas aprendizagens de Ciência.

O docente terá que conjugar uma série de atividades por vezes inconciliáveis. Ao mesmo tempo que organiza e regista, deve apoiar e encorajar e ainda criticar e desafiar. Neste sentido, o docente terá que desenvolver novas competências, isto é, estar mais apto a resolver problemas do quotidiano e a assumir um papel de maior responsabilidade social.

## **1.6. Objetivos e questões de investigação**

A investigação sobre a temática *Literacia Científica* está presente de forma significativa na literatura, e tem vindo a assumir um papel de destaque na Sociedade atual, fortemente condicionada pelos avanços científico-tecnológicos. Mas, nesta visão de desenvolvimento há que incluir a perspetiva da responsabilização social, isto é, os valores de cidadania. Decorre, assim, que o conhecimento científico-tecnológico deverá permitir compreender os problemas e intervir na procura, responsável, da solução. No

desenvolvimento da capacidade de participação social ativa dos indivíduos em temas de C&T destaca-se o papel desempenhado pelo EdCs, em especial o dos docentes.

Face ao exposto, os **objetivos gerais** deste trabalho são, essencialmente, orientados para: compreender a **definição conceptual de literacia científica, que emerge da literatura, na primeira década do século XXI**, bem como compreender o **grau de interesse e envolvimento do docente do 1.º CEB, do distrito da Guarda, pelos temas de C&T, enquanto ator social e cultural**.

Em concreto, do primeiro objetivo geral, que passa por balizar a definição do constructo *Literacia Científica* na primeira década do novo milénio, emergem três Questões de Investigação:

**Questão de Investigação 1:** Que paradigma marcava a *Literacia Científica* no início do século XXI?

**Questão de Investigação 2:** Qual foi a evolução do constructo *Literacia Científica* ao longo da primeira década do século XXI?

**Questão de Investigação 3:** Que modelo de *Literacia Científica* caracteriza a relação da Ciência com a Sociedade?

Enunciadas as questões de investigação, são formulados os seguintes objetivos específicos, para operacionalizar a procura das respostas:

- 1) Caracterizar o constructo *Literacia Científica* no final do XX;
- 2) Descrever a evolução da *Literacia Científica* ao longo da primeira década do século XXI;
- 3) Identificar o modelo de *Literacia Científica* na primeira década do século XXI.

A *Literacia Científica* deve ser considerada como um pré-requisito para uma cidadania responsável, para que as Sociedades integrem pessoas capazes de pensar e de agir cientificamente. Dito de outro modo, o indivíduo cientificamente literado necessita não apenas de capacidade intelectual mas de outros atributos - atitudinais; sociais e interdisciplinares – para compreender e intervir no que o rodeia de forma ativa (Holbrook & Rannikmae, 2009).

Enquadrar o conceito de *Literacia Científica*, na viragem da primeira década do século XXI, permitirá definir quais os caminhos/trilhos que o EdCs, em particular o movimento CTS, deverá traçar, uma vez que o movimento CTS é visto como uma via potencial para alcançar o objetivo de formar cidadãos socialmente responsáveis.

Ao nível do EdCs, esta questão da responsabilidade social encontra-se interligada à questão da *Literacia Científica*. É precisamente desta perspetiva que surge o segundo objetivo geral, **verificar o grau de interesse e envolvimento dos docentes do 1.º CEB, do distrito da Guarda, por questões de C&T, enquanto ator social e cultural**. Deste segundo objetivo geral decorrem as seguintes questões de investigação:

**Questão de Investigação 4:** O grau de interesse do docente do 1º CEB, por questões de C&T está relacionado com o grau de informação adquirido através da comunicação social sobre essas mesmas questões?

**Questão de Investigação 5:** O grau de envolvimento do docente do 1º CEB em encontros e debates em C&T está relacionado com o grau de interesse do docente por questões C&T?

**Questão de Investigação 6:** O grau de envolvimento do docente do 1º CEB em temas de C&T está relacionado com o grau de informação, adquirido através da comunicação social, do docente sobre questões de C&T?

Pretende-se dar resposta a Questões de investigação anterior, a partir da operacionalização dos seguintes objetivos específicos:

- 4) Verificar em que medida o grau de interesse do docente do 1º CEB, por questões de C&T, está relacionado com o grau de informação adquirido através da comunicação social sobre essas mesmas questões;
- 5) Verificar até que ponto o grau de envolvimento do docente do 1º CEB em encontros e debates em C&T está relacionado com o grau de interesse, do docente, por questões de C&T;

- 6)** Verificar se o grau de envolvimento do docente do 1º CEB em encontros e debates em C&T está relacionado com o grau de informação, adquirido através da comunicação social, do docente sobre questões de C&T.

Da necessidade de mais e cada vez melhor educação em Ciências, a verificação do grau de envolvimento e a visão do mundo científico-tecnológico por parte do docente, poderá contribuir para a concretização dessa necessidade.

## **PARTE II ANÁLISE EMPÍRICA**

## 2. Método

Nesta fase da investigação, e ultrapassada a fase de pesquisa sobre o tema *Literacia Científica*, realizada, essencialmente, através da análise de publicações em revistas científicas e em livros da especialidade, pretende-se apresentar a estrutura de investigação adotada para dar resposta aos objetivos gerais e às questões de investigação elencadas anteriormente.

### 2.1. Estudo I – Revisão Sistemática da Literatura

Os notáveis e rápidos avanços na Ciência, Tecnologia e Engenharia, durante a primeira década do século XXI, trouxeram mudanças sem precedentes na qualidade de vida humana. Estas descobertas uniram o mundo de formas únicas, observando-se uma estreita ligação com o desenvolvimento económico, social e político (Friedman, 2007). Os novos desenvolvimentos da Ciência, Tecnologia e Engenharia geram uma infinidade de questões éticas, morais e globais que ameaçam a dignidade e a sobrevivência humanas. Dando resposta a estes novos desafios, a Sociedade precisa preparar os cidadãos para que estes entendam as ideias científicas, desenvolvam capacidades intelectuais, de criatividade e de raciocínio, por forma a permitir que os indivíduos nutram uma consciência e respeito pelas questões e problemas que existem em todo o mundo.

Dessa forma, a compreensão do constructo *Literacia Científica*, nas diferentes dimensões, permite-nos descobrir quais as linhas de pensamento que marcaram as tendências do início do século e até que ponto essas tendências permitiram ao cidadão desenvolver uma abordagem, que lhe possibilite tomar decisões importantes sobre o meio ambiente, a saúde e as políticas sociais para si e para a comunidade global.

Para operacionalizar a procura de respostas às questões de investigação suscitadas foram formulados os seguintes objetivos específicos:

- 1) Caracterizar o constructo *Literacia Científica* no final do XX;
- 2) Descrever a evolução da *Literacia Científica* ao longo da primeira década do século XXI;
- 3) Identificar o modelo de *Literacia Científica* na primeira década do século XXI.

Para responder às **Questão de Investigação 1**, **Questão de Investigação 2** e **Questão de Investigação 3** foi realizada uma *Revisão Sistemática da Literatura*. Esta metodologia consiste na investigação, localização e análise de documentos que contêm informação relacionada com o tema de uma investigação específica (Cardoso, Alarcão & Celorico, 2010). O objetivo é o de situar o estudo no contexto e, com isso, estabelecer um vínculo entre o conhecimento existente sobre o tema – o chamado estado da arte – e o problema que se pretende investigar. Neste sentido, o constructo *Literacia Científica* foi alvo da presente Revisão da Literatura. Para esta revisão foi utilizada a base de dados *Web of Knowledge*®, e analisados os artigos científicos presentes em revistas da especialidade nessa base de dados, publicados na primeira década do século XXI. Durante o tempo de duração desta investigação o *Web of Knowledge*® deu lugar à *Web of Science* propriedade da Clarivate Analytics.

A operacionalização da pesquisa ocorreu em três níveis distintos. O primeiro nível envolveu a seleção dos artigos através da aplicação do constructo *Literacia Científica*. No segundo nível, após a seleção dos artigos, codificámos as entradas que se enquadravam no escopo das várias definições associadas ao construto de *Literacia Científica*, codificação essa que envolveu a utilização do software NVivo®. Por fim, no terceiro nível incorporou-se a análise dos respetivos artigos, segundo os parâmetros previstos.

#### 2.1.1. Critério de Inclusão/Exclusão e Filtros

O critério de inclusão primário definido foi a seleção apenas de artigos científicos, sendo excluídos todos os outros tipos de publicações (livros, capítulos de livros, documentos políticos, livros brancos, entre outros). Ainda que esta opção possa ser encarada como uma limitação do estudo, a profusão de artigos publicados sobre o tema neste intervalo temporal permite assegurar uma grande dispersão no que a conceitos, ideias e linhas de pensamento sobre a *Literacia Científica* diz respeito.

Adotando como base de pesquisa a *Web of Knowledge*® (atual *Web of Science*), como referido anteriormente, foi introduzido, em conjunto com o constructo *Literacia Científica* (utilizou-se o termo inglês *Scientific Literacy*), o primeiro filtro temporal [2000-2010] (Figura 4). Após a aplicação deste filtro, foram assinaladas 3 013 entradas. O filtro temporal utilizado, primeira década do século XXI, permite aferir se a definição da *Literacia Científica* acompanhou a transição para o novo milénio, para uma nova contemporaneidade, um novo mundo, onde o mundo analógico deu lugar ao digital.

Procuramos, assim, verificar se durante esta transição a definição de *Literacia Científica* acompanhou estas alterações sociais.

Do universo de artigos que foram assinalados, foi selecionada uma amostra, atendendo ao método de amostragem não probabilístico, por amostragem por seleção racional. Esta técnica baseia-se na seleção de determinados sujeitos em função de características típicas (Freixo, 2010). Do universo de 3013 artigos, foi selecionada uma amostra de  $n = 250$ , calculada para uma margem de erro - 5% e um intervalo de confiança - 90%.

Posteriormente, foi aplicado um novo filtro – maior número de citações – que permitiu selecionar, a amostra de  $n=250$ , alvo de posterior revisão sistemática (Fig.4). A definição do estado de arte de qualquer constructo procura retratar as linhas de pensamento que a comunidade científica mais comumente aplica à caracterização desse constructo, analisando as tendências nas ideias, no pensamento e nas definições que o acompanham. Para este fim, a seleção dos artigos mais citados sobre a *Literacia Científica* gera uma perceção e análise do caminho que uma comunidade científica está a estabelecer sobre este constructo.

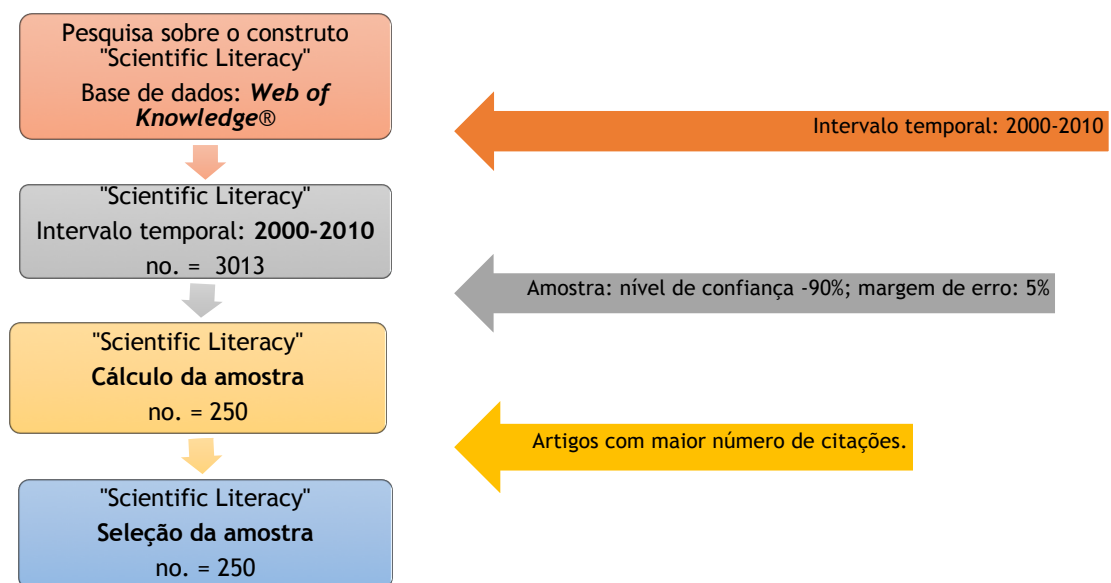


Figura 4 - Etapas da seleção dos artigos

### 2.1.2. Codificação das diferentes definições de *Literacia Científica*

Após a seleção da amostra, foi realizada a *Revisão Sistemática da Literatura* para o constructo em causa. O objetivo desta etapa foi analisar todos os artigos selecionados ( $n=250$ ) identificando linhas de pensamento que acomodem respostas para as questões de investigação **Questão de Investigação 1**, **Questão de Investigação 2** e **Questão de Investigação 3**.

Para realizar esta revisão foi usado o software Nvivo® e definidas seis dimensões que caracterizaram a *Literacia Científica* no início do século XXI, que foram traduzidas em seis expressões: (a) capacidade para distinguir Ciência de não-Ciência; (b) compreensão da Ciência e suas aplicações; (c) capacidade de usar conhecimento científico na resolução de problemas; (d) compreensão da NdC, incluindo a relação com a cultura; (e) valorização e conforto com a Ciência, incluindo admiração e curiosidade; (f) compreensão e valorização da C&T, e da sua inter-relação com a Sociedade (Hurd, 1998; Laugksch, 2000; Norris & Phillips, 2003).

Após a codificação das diferentes expressões, apenas 134 fontes das 250 iniciais foram identificadas, ou seja, 53,6% dos artigos iniciais. Uma justificação para este diferencial entre as fontes encontradas e a amostra selecionada é que a pesquisa inicial é feita apenas usando o termo *Literacia Científica*. Sempre que o termo surgia no artigo este era automaticamente selecionado pela base de dados. Este facto resulta das múltiplas situações em que este constructo poderá ser aplicado. Quando é realizada uma pesquisa mais refinada, procurando as diferentes dimensões do conceito em si, a especificidade do documento aumenta, e o número de fontes, conseqüentemente, diminui.

### 2.1.3. Parâmetros de análise

Ainda que tenham sido encontradas referências em 134 dos 250 artigos da amostra, foi conduzida uma análise de toda a amostra, por forma aumentar a validade interna deste estudo. Nesta análise foram tidos em conta os seguintes parâmetros: (a) idioma do artigo; (b) número de autores por artigo, (c) filiação dos autores dos artigos, (d) revista de publicação do artigo e (2) país de publicação da revista. Os resultados e respetiva análise serão apresentados no capítulo 3.1.1.

## **2.2. Estudo II – Conhecimentos dos docentes do 1.º CEB em C&T**

### 2.2.1. Questões de Investigação e objetivos

Para a promoção do conhecimento científico é importante criar mecanismos que permitam aos cidadãos entrar em contato com a Ciência. Como vivemos numa Sociedade iminentemente tecnológica, o uso dos *media* é visto como o veículo para a promoção e disseminação do conhecimento científico (Caraça, 2001). No entanto, um número significativo de autores afirma que o conhecimento científico contemporâneo não deve ser focado na condição da Ciência como conhecimento isolado e restrito a um grupo de indivíduos (Hofstein, et al., 2010, Holbrook & Rannikmae, 2005; de Vos, Bulte & Pilot, 2002). Como corolário, os autores sugerem que o *status* da Ciência na Sociedade deve ser valorizado a partir do momento em que o conhecimento científico é disseminado pela primeira vez. No entanto, não basta promover mecanismos de transmissão de conhecimentos científicos; é essencial avaliar se a mensagem atinge os cidadãos e, como tal, é importante avaliar se existe alguma correlação entre o interesse de um determinado tema da C&T e as informações fornecidas pelos *media* acerca desse assunto.

Para operacionalizar a procura de respostas às questões de investigação suscitadas foram formulados os seguintes objetivos específicos:

- 4)** Verificar em que medida o grau de interesse do docente do 1ºCEB, por questões de C&T, está relacionado com o grau de informação adquirido através da comunicação social sobre essas mesmas questões;
- 5)** Verificar até que ponto o grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em encontros e debates em C&T está relacionado com o grau de interesse, do docente por questões de C&T;
- 6)** Verificar se o grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em encontros e debates em C&T está relacionado com o grau de informação, adquirido através da comunicação social, do docente sobre questões de C&T.

Para dar resposta a estas questões de investigação procurou-se verificar a associação entre as variáveis: grau de interesse do docente do 1ºCEB, pelos temas de C&T; grau de informação adquirido através da comunicação social sobre temas de C&T; grau de envolvimento do docente do 1ºCEB e grau de envolvimento do docente do 1ºCEB.

### 2.2.2. Participantes

Como foi referido, a realização desta investigação decorreu nas escolas do 1.º CEB do distrito da Guarda. Este distrito, aquando da realização do estudo, segundo dados recolhidos no portal PORDATA<sup>2</sup>, era constituído por 154333 habitantes distribuídos por uma área de 5518 km<sup>2</sup>. Possuía uma população estudantil de 21291 alunos, dos quais 5066 frequentavam o 1.ºCEB. Esta população escolar era servida por 292 estabelecimentos de ensino público e privado<sup>3</sup>, sendo 86 destinadas aos alunos do 1.º CEB.

Os docentes em exercício, nestes estabelecimentos de ensino, contabilizam o número de 2145, dos quais 409 exercem funções no 1.º CEB.

Do universo de docentes do 1.º CEB (n=409) foi definida uma amostra (n=164 docentes; intervalo de confiança - 90%; margem de erro - 5%) pelo método de amostragem não probabilístico, com a técnica de amostragem acidental. Infelizmente, a fraca predisposição dos docentes para colaborar neste estudo não permitiu recolher a amostra definida, tendo sido apenas codificados 85 questionários. Ainda que a ausência de uma amostra maior possa constituir uma limitação do estudo II, como se trata de um Estudo Exploratório, o valor de 85 questionários, é suficiente para explorar o problema em análise, fornecendo informações para, posteriormente, ser realizada uma investigação mais precisa.

De seguida, realizou-se uma análise descritiva, a qual engloba um conjunto de medidas de tendência central e de dispersão. (Laureano,2011; Martins, 2011). Com a análise descritiva obtêm-se “uma primeira leitura dos dados capaz de nos dar uma ideia acerca da dispersão, forma e estrutura da distribuição” (Coutinho, 2016, p.153). Deste modo, a amostra é constituída por 85 participantes (Tabela 1), 77 (90,6%) do sexo feminino ( $M_o = 1$ ) e 8 (9,4%) do sexo masculino. A idade média da amostra é de 48,36 anos ( $DP = 6,44$ ), variando entre os 30 e 61 anos, sendo que 80 (94,1%) possuem Licenciatura/Equivalente, 2 (2,4%) possuem mestrado e 3 (3,5%) Não respondem ( $Mdn = 1, IQQ = 0$ ). Trata-se de um corpo docente com uma média de tempo de serviço de 24,28 anos ( $DP = 7,13$ ), com um mínimo de 4 e máximo de 31 anos.

---

<sup>2</sup> A PORDATA, Base de Dados de Portugal Contemporâneo, é organizada e desenvolvida pela Fundação Francisco Manuel dos Santos, criada em 2009 pelos seus fundadores.

<sup>3</sup> Apesar de funcionarem no mesmo espaço físico, como acontece com a totalidade das escolas com níveis de ensino de 3.ºCiclo e Secundário, cada nível de ensino foi contabilizado como um estabelecimento de ensino distinto.

Tabela 1  
*Caracterização sociodemográfica da amostra (N=85)*

		<b>n (%)*</b>
<b>Género</b>	Masculino	8 (9%)
	Feminino	77 (91%)
<b>Formação académica</b>	Licenciatura/Equivalente	80 (94%)
	Mestrado	2 (2%)
	NS/NR	3 (4%)
<b>Concelho onde residem</b>	Almeida	6 (7%)
	Pinhel	10 (12%)
	Sabugal	4 (5%)
	Celorico da Beira	2 (2%)
	Guarda	32 (38%)
	Gouveia	29 (34%)
	Manteigas	1 (1%)
	Não responde	1 (1%)
<b>Antiguidade na Carreira Profissional</b>	⊆ 15 anos	9 (10%)
	[15-20[ anos	3 (4%)
	[20-25[ anos	17 (20%)
	[25-30[ anos	40 (47%)
	⊆ 30 anos	13 (15%)
	Não responde	3 (4%)
	<b>Antiguidade no Agrupamento</b>	⊆ 5 anos
[5-10[ anos		27 (32%)
[10-15[ anos		5 (6%)
[15-20[ anos		3 (4%)
⊆ 20 anos		13 (15%)
Não responde		11 (13%)

\* as percentagens foram arredondas às unidades

### 2.2.3. Instrumento

Com o argumento da necessidade de avaliar o nível de conhecimento científico dos cidadãos, surgiram nos finais dos anos 50, e mais tarde na década de 70 do século passado, os primeiros estudos para medir a *Literacia Científica*. Estes primeiros estudos foram realizados nos Estados Unidos da América, pela *National Science Foundation*. Uma década mais tarde, a Comissão Europeia publica os seus primeiros resultados sobre a *Literacia Científica* dos cidadãos europeus. Desde essa primeira publicação até aos dias de hoje, foram apresentados os resultados de várias edições desse estudo, sendo o questionário “*Nível de Conhecimento - Special Eurobarometer 340/Wave 73.1. - TNS Opinion and Social*” (Comissão Europeia, 2010), a edição mais recente.

No essencial, questionários de investigação social são fontes de informação úteis para informações de carácter geral, principalmente quando estão presentes dados, séries cronológicas e comparativas. Este tipo de questionário é bom para produzir fotografias de baixa resolução de uma imagem panorâmica (Durant et al., 2005), na medida em que estas fotografias podem ser comparadas em diferentes épocas ao longo do tempo, mas quando se trata de observar detalhes mais subtis a baixa resolução, não permite obter tal desidrato. Este tipo de questionários, necessariamente, impõe grelhas de observação rígidas e um conjunto de questões relacionadas com o mundo social. Neste sentido, é possível referir que os questionários de investigação social se assemelham a mapas: são a representação do público para públicos específicos e com determinados fins. Neste trabalho, é assumido que o instrumento utilizado apenas permite obter uma visão parcial da realidade muito mais complexa que é a *Literacia Científica*. Não obstante a visão parcial, este instrumento permite obter alguns instantâneos sobre o tema em análise. Por outro lado, os dados obtidos com a aplicação dos questionários têm uma relação representacional com o fenómeno que se pretende medir (Durant et al., 2005). Por exemplo, respostas a itens individuais atitudinais não são, necessariamente, reflexões precisas de atitudes psicológicas; e atitudes psicológicas, por sua vez, não se enquadram no que é genericamente definido como opinião pública. Ao longo deste tipo de estudos, é vital manter a perceção de que os dados obtidos não podem ser lidos isoladamente. Primeiro, os dados surgem de conjuntos de perguntas que incorporam hipóteses e pressupostos teóricos específicos. Alterar estes pressupostos conduz à alteração das questões e dos resultados. Segundo, ainda que de modo subtil, a alteração na ordem ou no conteúdo das questões pode ter efeitos substanciais nos resultados obtidos (Gaskell, Wright & O’Muircheartaigh, 1993).

Terceiro, respostas de item único geralmente não são confiáveis. Necessitam, antes de se extraírem conclusões a partir dos dados recolhidos, de uma análise estatística multivariável. Por fim, os resultados obtidos através do questionário podem ser alvo de diversas interpretações em função do contexto e do investigador que interpreta os resultados obtidos.

É possível a partir do questionário “*Nível de Conhecimento - Special Eurobarometer 340/Wave 73.1. - TNS Opinion and Social*”, extrair resultados acerca da perceção do público sobre a C&T que são estatisticamente válidos e sociologicamente com significado (Durant et al., 2005). Promovido pela Direção Geral da Comissão Europeia (Comissão Europeia, 2010), este questionário contém um conjunto substancial de questões que apontam para duas grandes dimensões: questões sobre conhecimento, sobre temas científicos e tecnológicos e questões acerca de atitudes e interesse face à C&T. Neste contexto, e em termos de conteúdo, a transposição deste documento para a realidade do estudo desenvolvido ficou-se pela análise da dimensão atitudinal e de interesse acerca da C&T. Das dimensões e questões disponíveis selecionaram-se aquelas que permitem analisar as atitudes e interesses perante C&T a diferentes níveis: a) grau de interesse do público-alvo em temas de C&T; b) grau de informação, adquirido através da comunicação social, sobre esses temas e c) o grau de envolvimento em atividades relacionadas com temas científicos. Em segundo, foram selecionadas questões que permitiram estudar qual a perceção acerca da complexidade da C&T e do papel do cientista na Sociedade. Por fim, foi analisada a perceção acerca do efeito da C&T na Sociedade. Nestas questões foi estudado o otimismo/ceticismo do público alvo sobre C&T tendo por base o grau de concordância num espetro largo de questões que vão desde relações da Fé com a Ciência, passando pela influência da C&T nos Direitos Humanos, até às vantagens que se extraem do conhecimento científico face aos perigos que acarreta a produção da C&T. Em termos de forma, verifica-se que na quase totalidade dos itens é usada a escala de resposta tipo de Likert (Tabela 2). Deste modo, foi elaborado um questionário (anexo 2), que consiste num conjunto de parâmetros de análise, que permitem a caracterização sociodemográfica da amostra, e na transposição de cinco dimensões da edição do Eub-Pt. A transposição destas questões foi feita a partir da versão portuguesa do mesmo questionário.

Tabela 2  
*Descrição do questionário*

Secção	Variáveis medidas	Tipos de Questões	N.º de Itens
1	Género, Idade, Concelho onde reside, Antiguidade na Carreira, Formação Académica, Agrupamento de Escolas a que pertence e Antiguidade na Carreira	Fechada	7
Parte I.1	Grau de interesse do público-alvo em temas de C&T	Resposta numa escala tipo Likert com 4 níveis	6
Parte I.2	Grau de informação, adquirido através da comunicação social, sobre esses temas	Resposta numa escala tipo Likert com 4 níveis	6
Parte II.1	Grau de envolvimento em atividades relacionadas com temas científicos	Resposta numa escala tipo Likert com 4 níveis	4
Parte II.2	Grau de complexidade da C&T na Sociedade Papel do cientista na Sociedade	Resposta numa escala tipo Likert com 4 níveis	4
Parte II.3	Grau de concordância com diversas questões de natureza C&T	Resposta numa escala tipo Likert com 4 níveis	15

Para a Parte I.1 e I.2, a Escala de Frequência do Tipo de Likert possui quatro opções: *1 – Muito Interessado; 2 – Moderadamente Interessado; 3 – Pouco Interessado*. As questões da secção Parte II.1 possuem quatro opções: *1 – Regularmente; 2 – Ocasionalmente; 3 – Raramente; 4 – Nunca*. As questões das secções da Parte II.2 e da Parte II.3, possuem quatro opções: *1 – Concordo Totalmente; 2 – Concordo Parcialmente; 3 – Discordo Parcialmente; 4 – Não Concordo*. Na secção Parte II.3 não se seguiu a Escala de Frequência presente na Eub.-Pt, passando de seis para quatro opções. A presença de uma opção central – *Não concordo, nem discordo*, poderia causar *distorção* em que os sujeitos se inclinam para um extremo ou o centro pode revelar incapacidade de induzir uma tomada de decisão (Coutinho, 2016), pelo que se optou por uma escala de quatro opções/níveis de resposta.

A escolha destas questões para integrar o questionário foi feita tendo por base a experiência prévia de utilização das mesmas no Eub.-Pt e o facto de irem ao encontro das questões de investigação definidas para o Estudo II.

#### 2.2.4. Procedimento

Tendo em conta as questões de investigação e respetivas hipóteses do Estudo II, foi conduzido um estudo exploratório não-experimental, com recurso à adaptação de um conjunto de questões do questionário Eub.-Pt.

A etapa seguinte consistiu num pedido formal de autorização, ao Ministério da Educação, para a aplicação dos questionários nas Escolas Públicas do distrito da Guarda. Após deferimento, por parte do Ministério da Educação, foi realizado um contacto prévio para definir a metodologia de trabalho mais eficaz para a distribuição dos questionários em todos os Agrupamentos de Escola que possuíam 1.º CEB. Depois do contacto inicial, o investigador deslocou-se a cada uma das instituições e entregou à Coordenadora dos Docentes do 1.º CEB, um número de questionários igual ao número de docentes afetos àquela instituição. Ficou a cargo da Coordenadora fazer chegar, aos docentes, os questionários e posteriormente recolher e entregar novamente ao investigador em dia e hora combinadas. O investigador não estava presente aquando do preenchimento do questionário.

A introdução de um elemento que estabelecia a ponte entre o investigador e os docentes foi a única forma de assegurar que os docentes tinham acesso aos questionários, contudo revelou-se uma metodologia pouco eficaz porque a larga maioria dos docentes não preencheu o questionário, não o entregando, ou entregando-o praticamente por preencher.

Os dados recolhidos foram codificados e processados estatisticamente, sendo, para tal, utilizando o software *IBM SPSS Statistics Standard*®. Após os dados terem sido codificados, foram realizados dois tipos de análise: descritiva e inferencial estatística. Na análise de descritiva, como referido anteriormente, serão tidas em conta medidas de tendência central e de dispersão. Segundo Martins (2011), “a estatística inferencial permite-nos retirar conclusões acerca da população-alvo, com base nos resultados obtidos na amostra daí recrutada de um processo de inferência estatística” (p. 91). A estatística inferencial processa-se, segundo Siegel & Castellon, (1988) e Wiersma (1995) pela utilização de técnicas estatísticas que podem ser paramétricas ou não paramétricas (referido em Coutinho, 2016). A decisão sobre que caminho seguir exige uma correta utilização dos respetivos testes.

A decisão quanto à técnica de inferência a utilizar teve em conta as questões de investigação que remetiam para a associação entre variáveis.

Segundo Martins (2011), nos Testes de Associação, “o objetivo é avaliar se duas variáveis têm alguma relação entre si” (p. 99). A seleção do Teste de Associação recaiu no “Coeficiente de Correlação de Spearman” atendendo ao facto da existência cumulativa de dois critérios: 1) as questões de investigação apontam num sentido de um teste de associação e 2) as variáveis, presentes em cada questão de investigação, são ordinais. (Martins, 2011).

### 3. Resultados

Neste ponto serão apresentados os resultados dos dois Estudos. Para o Estudo I é realizada uma apreciação dos parâmetros de análise dos artigos científicos e das dimensões da *Literacia Científica*. No que ao Estudo II diz respeito, é realizada uma apresentação dos resultados obtidos, juntamente com algumas considerações genéricas sobre os mesmos.

#### 3.1. Estudo I: Revisão Sistemática da Literatura

##### 3.1.1. Parâmetros de análise dos artigos científicos

A análise dos artigos permitiu verificar que 97% dos artigos (n= 243) foram produzidos em Língua Inglesa, contra apenas 3% (n=7) que foram produzidos em outras línguas, como o Português e o Castelhana. Estes resultados estão em linha com a predominância da Língua Inglesa nas publicações científicas a nível mundial. Ainda que a escrita em inglês seja universal, já a filiação dos investigadores que publicaram estes estudos está preferencialmente situada no hemisfério norte, e em países com elevados índices de desenvolvimento (Gráfico 1). Destacam-se nos dados, a América do Norte, como a região do globo com a produção mais citada, com 47% (n=114) dos autores associadas a trabalhar sobre a *Literacia Científica*. No extremo oposto, com menos publicações, temos África com um valor <0,01% (n=2). O resultado de África, ainda que baixo, não surpreende, uma vez que no Ranking Académico de Universidades que visa seriar as universidades de todo o mundo, usando para tal seis indicadores, onde se incluem o número de *alumni* e staff que ganharam prémios Nobel ou maior número de investigadores citados selecionados, a presença de instituições desta região do globo nas 500 mais cotadas é residual.

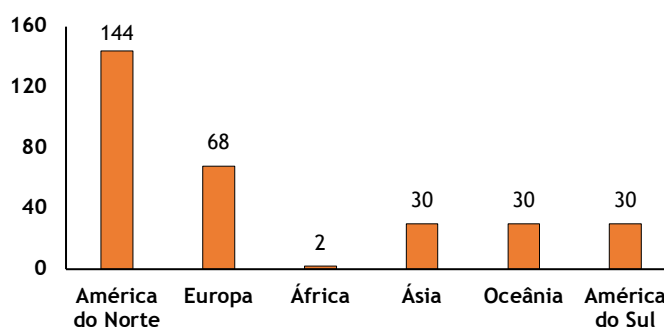


Gráfico 1 - Filiação dos autores dos artigos

Da análise destes resultados, destaca-se a presença da América do Sul com um número de autores quase metade do valor na Europa. Este valor resulta principalmente da forte contribuição do Brasil. Analisando o gráfico ainda a filiação dos autores é de referir que 9,6% (n=24) dos artigos publicados foram resultado de parcerias inter-países, onde se destacam as colaborações entre países com índices de desenvolvimento elevados, como por exemplo, a Austrália e Alemanha, os Estados Unidos da América e Canadá, Estados Unidos da América e Israel ou Estados Unidos da América, Canadá e Austrália.

Mais recorrentes, são as colaborações entre parceiros do mesmo país com especial destaque para as que ocorrem dentro dos Estados Unidos da América. Ainda que o número de autores por artigo seja preferencialmente 1 (moda=1), com um valor de 37,6% (n=94) observa-se que existe um número interessante de autores que criam parcerias com 2, com um valor de 30,4% (n=76), ou 3 colegas, 21,6% (n=54) (Gráfico 2). Já a existência de parcerias superiores a 5 elementos é praticamente residual, apenas 4,5% (n=13). A opção dos investigadores por grupos de trabalho mais pequenos pode ficar a dever-se a problemas na comunicação e na tomada de decisão. Durante o processo de troca de ideias, de definição de linhas de investigação e de tomada de decisões, um número elevado de investigadores pode criar um ruído desnecessário e bloquear a evolução do trabalho. A constituição de grupos mais pequenos torna a comunicação mais fluída e, conseqüentemente, o trabalho mais profícuo.

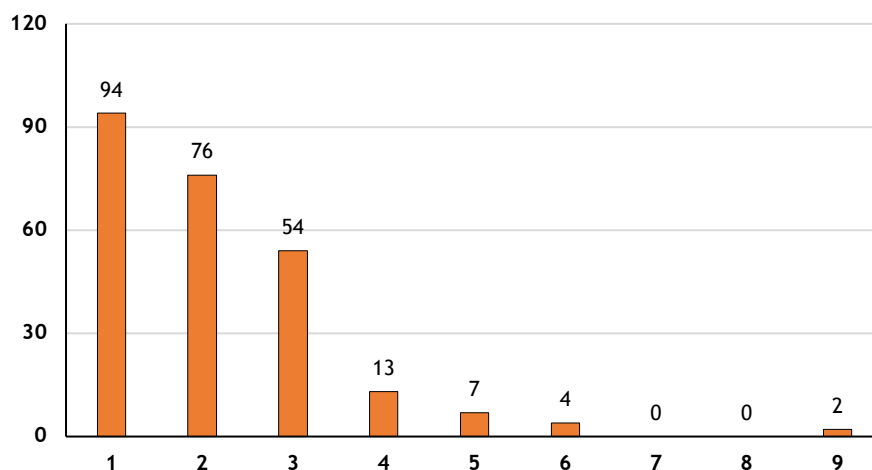


Gráfico 2 – Número de autores por artigo

Quanto às revistas onde foram publicados estes trabalhos, os resultados acompanham a filiação dos autores com preferência dos países mais desenvolvidos. Destacam-se os Estados Unidos da América com 48% (n=120), segundo do Reino Unido com 30,1 % (n=77) e, por fim, a Holanda com 8,8 % (n=22) (Gráfico 3). De destacar que 2% (n=5) dos 250 artigos analisados foram publicados em revistas em linha, não sendo possível determinar o país de publicação. Apesar de a Sociedade atual ter uma matriz digital, a

publicação em educação ainda segue caminhos tradicionais, com os artigos mais citados a constarem de revistas em papel. Sendo a Turquia um país emergente, não seria de esperar um número de publicações ( $n=12$ ) bem mais elevado quando comparado com países com um índice de desenvolvimento maior como, por exemplo, Austrália ( $n=4$ ) ou Espanha ( $n=4$ ).

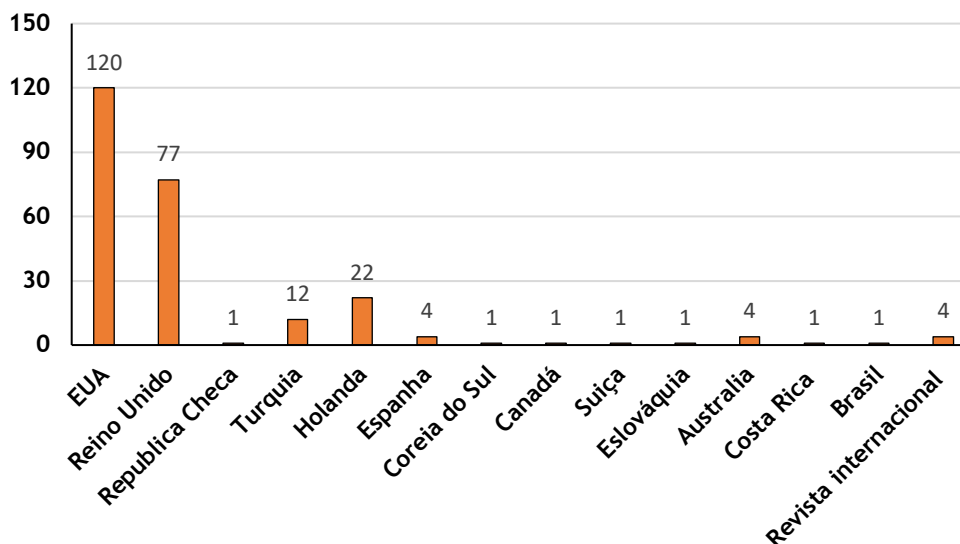


Gráfico 3 - Número de publicações por país de origem da revista

Centrando agora a análise no ano de publicação dos artigos, observa-se um crescimento exponencial nos últimos 3 anos da década (Gráfico 4). Nos primeiros anos do século XXI observa-se uma estagnação, verificando-se, posteriormente, um aumento entre 2003 e 2005. A discrepância entre o início e o final da década fica a dever-se a dois períodos diferentes na definição da *Literacia Científica*. Na viragem no século, a *Literacia Científica* ganhou novas definições produzidas por diversos autores (Laugksch, 2000; Miller, 1998; Norris & Phillips, 2003; Rowan, Correnti, & Miller, 2002). A este período de elevada produção intelectual seguiu-se uma acalmia que serviu para que algumas destas ideias fossem postas em prática. Nos anos seguintes surgiram outros constructos, como o *Public Awareness with Science*, e mais tarde o, *Public Engagment with Science*, que foram mais utilizados em detrimento do conceito de Literacia Científica (Davies, McCallie, Simonsson, Lehr, & Duensing, 2008; Einsiedel, 2007; Kerr, Cunningham-Burley, & Tutton, 2007). Com o aproximar do final da década, foi feita uma avaliação ao conceito de *Literacia Científica*, pelo que se observa um crescimento no número de artigos publicados que foram alvo de citação.

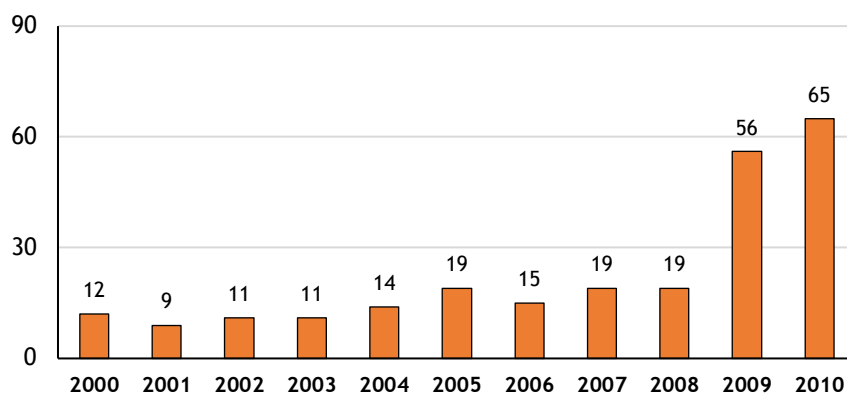
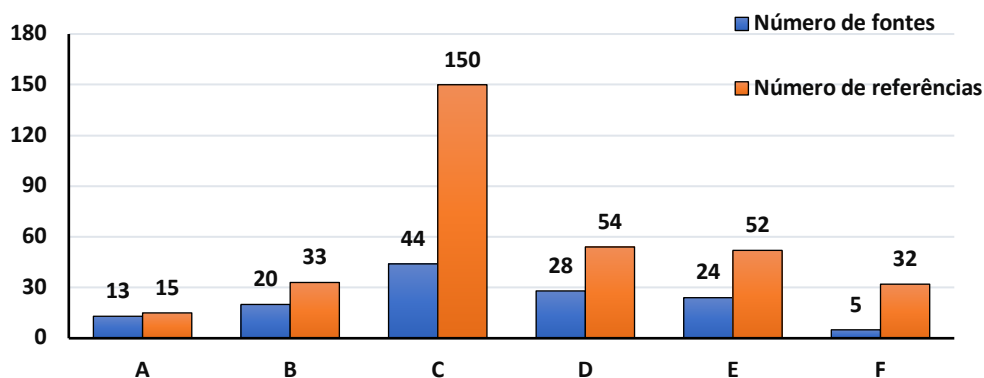


Gráfico 4 - Número de publicações de artigos por ano

### 3.1.2. Dimensões da Literacia Científica

Da análise qualitativa dos resultados obtidos (Gráfico 5) pode inferir-se a primazia de algumas dimensões em detrimento de outras, com especial destaque para a **Compreensão da NdC, incluindo a relação com a Cultura**, com 45% (n=150) das referências, para a **Valorização e conforto com a Ciência, incluindo admiração e curiosidade** com 16% (n=54) e **Capacidade de usar conhecimento científico na resolução de problemas** com 15% (n=52).



- A - Capacidade de distinguir Ciência de não Ciência;
- B - Compreensão da Ciência e suas aplicações;
- C - Compreensão da natureza da Ciência, incluindo a sua relação com a Cultura;
- D - Valorização e conforto com a Ciência, incluindo admiração e curiosidade;
- E - Capacidade de usar conhecimento científico na resolução de problemas;
- F - Compreensão e valorização da C&T, e da sua inter-relação com a Sociedade.

Gráfico 5 - Dimensões da Literacia Científica

Da conjugação da análise do Gráfico 5 com a Tabela 3, verifica-se que a dimensão **Capacidade de distinguir Ciência de não Ciência**, que tem como ideias-chave a necessidade de criar uma interpelação da Ciência com não-Ciência com o intuito de

explorar a interpenetração da Ciência com a Sociedade e a aproximação entre a Ciência e não Ciência perdeu força quando diversos investigadores defendem a necessidade da Escola ensinar a distinção entre as duas categorias, representa apenas 5% (n=15) do total de referências, selecionadas em treze fontes distintas. Com 10% (n=33) das referências totais, selecionadas em vinte fontes, surge a dimensão **Compreensão da Ciência e suas aplicações** que tem como linha orientadora a ideia de que a educação científica deve ter a aspiração de desenvolver competências que permitam aos cidadãos participar, com um razoável conforto, confiança e responsabilidade, numa Sociedade profundamente moldada pelas aplicações científica e tecnológica. Cabem, ainda duas outras ideias nesta dimensão que passam por defender que um cidadão cientificamente literado deverá ter conhecimentos científicos, assim como estar familiarizado com os métodos, procedimentos e aplicações da Ciência na Sociedade e a relação entre Ciência e as aplicações tecnológicas com a Sociedade, deve estar presente nos Currículo de Ciência da Escola. Numa primeira fase, o foco deve estar no conhecimento de temas científicos avançados e, numa segunda fase, nas aplicações de Ciência.

Muito próximo desta dimensão surge com 10% (n=32) a **Compreensão e valorização da C&T, e da sua inter-relação com a Sociedade** que se caracteriza pelo nível mais elevado de *Literacia Científica*, que requer a compreensão da interação entre a Ciência e a Sociedade. A este nível, a *Literacia Científica* inclui a história, os objetivos e as limitações principais da Ciência. De salientar que a este nível a relação com a Sociedade requer ainda um olhar para a Ciência com o foco na produção, interpretação, comunicação e negociação do conhecimento científico, assim como o impacto da Ciência na Sociedade e no Ambiente.

Como referido, a dimensão **Compreensão da NdC, incluindo a relação com a Cultura**, com 45% (n=150), e a que surge em maior quantidade nas fontes analisadas. A ideia chave desta dimensão circula em torno da NdC, sendo a NdC definida como o modo como os cientistas alcançam o conhecimento, pelo que a *Literacia Científica* não se restringe a possuir conhecimentos científicos, implica também o conhecimento da natureza da Ciência. Esta linha de pensamento é completada com a ideia de que o conhecimento sobre a NdC é essencial para a tomada de decisões informadas acerca de temas socio científicos, tornando-se desta forma cientificamente literado. Desta literacia deve fazer parte a compreensão dos valores e dos pressupostos do conhecimento científico, bem como a epistemologia da Ciência.

As duas restantes dimensões **Valorização e conforto com a Ciência, incluindo**

**admiração e curiosidade** e **Capacidade de usar conhecimento científico na resolução de problemas** apresentam um número de fontes muito semelhantes com 16% (n=54) e 15% (n=52), respetivamente.

Na **Valorização e conforto com a Ciência, incluindo admiração e curiosidade**, a *Literacia Científica* é baseada no pressuposto de que a Ciência é uma força promotora dos valores democráticos e solidários, e que a consciência da Ciência e os métodos da Ciência irão conduzir a uma apreciação da Ciência por parte dos cidadãos. Este pressuposto permite ao cidadão um desenvolvimento de competências e valores assentes numa matriz democrática, de progresso e realização pessoal, observando-se uma transição de uma atitude passiva para um envolvimento proactivo de apreciação pelo conhecimento científico.

Por fim, a **dimensão capacidade de usar conhecimento científico na resolução de problemas** defende que a implantação da reflexão inteligente, como uma das ferramentas intelectuais da Ciência, filosofia e artes, é uma tentativa de resolver problemas comuns, procurando adaptar-se às novas soluções. Esta reflexão não resulta apenas de uma capacidade cognitiva intrínseca, mas também, da conjuntura externa onde o indivíduo se insere. Deste modo, a *Literacia Científica* é definida como a capacidade de possuir conhecimentos científicos que poderão ser utilizados na resolução de problemas práticos. Neste sentido, a verdadeira aprendizagem prende-se com a capacidade de organizar e avaliar a informação para ser utilizada no desenvolvimento da resolução de problemas a partir da utilização criativa dos conhecimentos científicos.

Tabela 3

## Dimensões da Literacia Científica - Ideias Chave

Dimensão	Número de fontes	Número de referências	Ideias - Chave	Referência(s) principal(ais)
Capacidade de distinguir Ciência de não Ciência	13	15	A necessidade de criar uma interpelação da Ciência com não-Ciência com o intuito de explorar a interpenetração da Ciência com a Sociedade.	“(…) conhecimento do conteúdo material da Ciência e da capacidade de distinguir a Ciência da não-Ciência (...)” – <b>Norris &amp; Phillips, 2003. pp. 225.</b> “(…) discordo da maneira como a versão positivista do interesse publico pela Ciência (PUS) distingue Ciência e não-Ciência estendendo essa distinção às tentativas de explorar a interpenetração da Ciência e da Sociedade que encontramos nas versões mais recentes do PUS (...)” – <b>Michael, 2002. pp. 359.</b>
			A aproximação entre a Ciência e não Ciência perdeu força quando diversos investigadores defendem a necessidade da Escola ensinar a distinção entre as duas categorias.	“(…) acreditava que os investigadores queriam vê-la ensinar a diferença entre Ciência e não-Ciência aos seus alunos (...)” - - <b>Akerson, Buzzelli, &amp; Donnelly, 2010. pp. 225.</b> “(…) o problema da demarcação (entre Ciência e não Ciência) perdeu visibilidade nos círculos filosóficos, mesmo quando a C&T ganharam autoridade sem paralelo, (...) embora os criacionistas e vários grupos pós-modernistas agora desafiem cada vez mais essa autoridade, para não referir as dificuldades políticas e jurídicas na identificação de <i>Ciência sólida(...)</i> ” - <b>van Dijk, 2010. pp. 1094.</b>
Compreensão da Ciência e suas aplicações	20	33	A educação científica deve ter a aspiração de desenvolver competências que permitam aos cidadãos participar, com um razoável conforto, confiança e responsabilidade, numa	“(…) Entre estas recomendações (...) estava a de que o EdCs deve envolver com a tecnologia e com as aplicações na Sociedade (...)” - <b>Fensham, 2009. pp. 885.</b> “(…) Aplicações inapropriadas da Ciência, contribuíram indubitavelmente para alguns destes problemas (problemas ambientais, ...), mas a C&T continuam sendo componentes essenciais para a solução (...)” - <b>Fensham,</b>

Dimensão	Número de fontes	Número de referências	Ideias - Chave	Referência(s) principal(ais)
			<p>Sociedade profundamente moldada pelas aplicações científica e tecnológica.</p>	<p><b>2009. pp. 885.</b></p> <p>“(…) resulta em currículos científicos caracterizados por fatos isolados destacados das suas origens científicas e com pouca orientação para aplicações relevantes na vida dos alunos e na Sociedade (…)- <b>Hofstein et al., 2010. pp. 1460.</b></p> <p>“(…) Os responsáveis pelos programas escolares interpretam a literacia científica como fundacional e enfatizam principalmente factos, informações e conhecimentos das disciplinas científicas, relegando para segundo plano a relação entre a Ciência e as situações da vida quotidiana dos cidadãos (…)” – <b>Hofstein et al., 2010. pp. 1474.</b></p> <p>“(…)o EdCs deve ter a aspiração de incluir competências de literacia científica que os alunos necessitam, para poder viver e participar com razoável conforto, confiança e responsabilidade na Sociedade que é, profundamente, influenciada e moldada pelas aplicações, ideias e valores da Ciência (…)” - <b>Klop, Severiens, Knippels, van Mil, &amp; Ten Dam, 2010. pp. 1128.</b></p> <p>“(…) A tendência indica um movimento que dá menos atenção à literacia científica, sendo vista como possuindo o entendimento conceitual de ideias abstratas de Ciência pura, e enfatiza mais a capacidade de tomar decisões relacionadas com aplicações tecnológicas de ideias científicas ou questões sociocientíficas que a Sociedade enfrenta (…)” - <b>Holbrook &amp; Rannikmae, 2009. pp. 279</b></p>
			<p>Um cidadão cientificamente literado deverá ter conhecimentos científicos, assim como estar familiarizado</p>	<p>“(…) Literacia científica enquanto entendimento da Ciência e suas aplicações à experiência social (…)” – <b>Bybee et al., 2009.</b></p> <p>“(…) um indivíduo cientificamente literado conhece alguma Ciência, bem</p>

Dimensão	Número de fontes	Número de referências	Ideias - Chave	Referência(s) principal(ais)
			<p>com os métodos, procedimentos e aplicações da Ciência na Sociedade.</p>	<p>como algo sobre métodos, procedimentos e aplicações da Ciência na Sociedade (...)” - <b>Levinson, 2010.</b></p> <p>“(…) tornar a Ciência acessível através do uso aplicações (...) de uso diário (...)” - <b>Liu, Lee, &amp; Linn, 2010. pp. 810.</b></p>
			<p>A relação entre Ciência e as aplicações tecnológicas com a Sociedade, deve estar presente nos Currículo de Ciência da Escola, estando, numa fase inicial, o foco no conhecimento de temas científicos avançados e, numa segunda fase, nas aplicações de Ciência.</p>	<p>“(…) na suposição de que a <i>ciencia pura</i> tem como objectivo cognitivo a busca de conhecimentos fundamentais que possuam algum valor inerente, para além das aplicações práticas que possam ter (...)” - <b>Rudolph, 2005. pp. 811.</b></p> <p>“(…) a Ciência deve desempenhar um papel fundamental na capacitação profissional da futura força de trabalho como tal, a pedagogia atual da indução no conteúdo disciplinar central necessita de uma reorganização, estendendo-se a uma pedagogia na qual os docentes e alunos sejam co-criadores e co-produtores de aplicações transdisciplinares que permitam a evolução pedagógica em trabalhos futuros (...)” - <b>McWilliam, Poronnik, &amp; Taylor, 2009. pp. 233.</b></p> <p>“(…) uma forma de preencher a lacuna entre a Ciência escolar, as aplicações de C&amp;T e a avaliação crítica da mesma, será a criação de lições (...) que incluam temas sociais e debates sobre C&amp;T (...)” - <b>Marks &amp; Eilks, 2009. pp. 232.</b></p> <p>“(…) capacitar alunos a conhecer os ambientes naturais e humanos em que o ser humano vive e a relação entre o homem e a natureza; entender conceitos teorias e princípios básicos e conhecer as aplicações no dia a dia (...)” - <b>Wei, 2009. pp. 268.</b></p>

Dimensão	Número de fontes	Número de referências	Ideias - Chave	Referência(s) principal(ais)
Compreensão da natureza da Ciência, incluindo a sua relação com a Cultura.	44	150	A NdC é definida como o modo como os cientistas alcançam o conhecimento, pelo que a literacia científica não se restringe a possuir conhecimentos científicos, implica também o conhecimento da NdC.	<p>“(...) elemento da literacia científica é o entendimento da NdC. Normalmente, a NdC é referenciada como sendo o modo como os cientistas conhecem o conhecimento científico (...)” - <b>Schroeder, Mckeough, Graham, Stock, &amp; Bisanz, 2009; pp. 233</b></p> <p>“(...) compreender a NdC e a comunicação científica e usar esse entendimento para ajudar os alunos a elaborar argumentos científicos é uma componente essencial da literacia científica (...)” - <b>Baker, Lewis, Purzer, Watts, Perkins, Uysal, Wong, Beard, Lang, 2009. pp. 269.</b></p> <p>“(...) ampliar a compreensão dos docentes sobre a NdC (...)” - <b>Baker et al., 2009. pp. 269.</b></p> <p>“(...) uma compreensão da NdC (...) inclui a compreensão dos valores e suposições inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico (...)” - <b>Murcia, 2009. pp. 218.</b></p> <p>“(...) a literacia científica pode ser vista como multidimensional e composta (...) por conceitos e ideias científicas, pela NdC e pela interação entre Ciência e Sociedade (...)” - <b>Murcia, 2009. pp. 218.</b></p>
			O conhecimento sobre a NdC é essencial para a tomada de decisões informadas acerca de temas sócio-científicos, tornando-se desta forma cientificamente literado.	<p>“(...) o desenvolvimento de uma compreensão da NdC é considerado um aspecto importante da comunicação científica no que diz respeito ao aprimoramento da literacia científica (...)” - <b>van Dijk, 2010. pp. 1086-1087.</b></p> <p>“(...) o movimento (assente) em questões sciocientíficas foi desenvolvido de maneira a integrar a NdC, argumentação, valores e julgamentos morais (...) » - <b>Lee, 2010. pp. 1928.</b></p>

Dimensão	Número de fontes	Número de referências	Ideias - Chave	Referência(s) principal(ais)
				<p>(...) A literacia científica científica como objetivo instrucional inclui a compreensão dos alunos sobre a NdC e o raciocínio científico (...) - <b>Lawson, 2010. pp.337.</b></p> <p>(...) o desenvolvimento da literacia científica sobre o resultado do aumento da interligação e do conhecimento das três dimensões, que são as ideias-chave da Ciência, a NdC e interação da Ciência com a Sociedade(...). - <b>Murcia, 2009. pp 226.</b></p>
			<p>Sendo a NdC um processo com vários passos é importante que a compreensão da Ciência inclua a compreensão dos valores e dos pressupostos do conhecimento científico, bem como a epistemologia da Ciência.</p>	<p>“(...) A NdC geralmente refere-se à epistemologia da Ciência e da Ciência como uma maneira de conhecer (...)” -<b>Gyllenpalm, Wickman, &amp; Holmgren, 2010. pp. 1153</b></p> <p>“(...) A compreensão da NdC desempenha um papel importante no desenvolvimento da literacia científica (...)” - <b>Holbrook &amp; Rannikmae, 2009. pp. 281.</b></p> <p>“(...) A NdC é a interação com outras áreas como economia, meio ambiente, e certos aspetos sociais, políticos, morais e éticos (...) - <b>Holbrook &amp; Rannikmae, 2009. pp. 282.</b></p> <p>“(...) definem a NdC como atenta apenas com os pressupostos epistemológicos subjacentes aos processos científicos, isto é, atividades no contexto da investigação empírica. Essa concepção da NdC é, portanto, baseada numa distinção entre a NdC, por um lado, e os processos da ciência. (...) - <b>van Dijk, 2010. pp. 1090.</b></p>
<b>Valorização e conforto com a Ciência,</b>	28	54	A literacia científica permite ao cidadão um desenvolvimento	(...) Embora seja importante atender às exigências de uma força de trabalho tecnicamente treinada, também é importante que todos os alunos

Dimensão	Número de fontes	Número de referências	Ideias - Chave	Referência(s) principal(ais)
incluindo admiração e curiosidade			<p>de competências e valores assentes numa matriz democrática, de progresso e realização pessoal.</p> <p>A literacia científica é baseada no pressuposto de que a Ciência é uma força promotora dos valores democráticos e solidários e que a consciência da Ciência e os métodos da Ciência irão conduzir a uma apreciação da Ciência por parte dos cidadãos.</p>	<p>continuem a desenvolver uma apreciação pela Ciência enquanto força cultural (...) - <b>Deboer, 2000. pp.586-587.</b></p> <p>(...) A Ciência é descrita como uma atividade <i>impulsionada pelo desejo de entender o mundo natural</i>, direcionada para a investigação, guiada pela curiosidade da mente científica e, raramente, influenciada por preocupações sociais (...) - <b>Rudolph, 2005. pp.803-804.</b></p> <p>“(...) um indivíduo literado em Ciência possui vocabulário básico de conceitos e termos científicos, conhecimentos dos processos científicos e uma apreciação dos efeitos da Ciência na Sociedade em grau suficiente para participar no debate de questões de políticas públicas, com elevada componente de C&amp;T (...)” - <b>Roth &amp; Lee, 2004. pp.266.</b></p> <p>“(...) C&amp;T são os determinantes mais significativos na nossa cultura. Para descodificar essa cultura e enriquecer a participação (...) é desejável uma apreciação / compreensão da Ciência (...)” - <b>Osborne, Simon &amp; Collins, 2003. pp.1053.</b></p> <p>“(...) A literacia científica é utilizada na avaliação da NdC, no desenvolvimento de atributos pessoais e na aquisição de competências e valores sócio-científicos.(...)” - <b>Holbrook &amp; Rannikmae, 2009. pp. 275.</b></p> <p>“(...) Manter o uso da literacia científica ainda é apropriado, contudo é necessário relacionar a literacia científica com a natureza da Ciência, com a aprendizagem de atributos pessoais e, também, com o desenvolvimento de valores sociais (...)” - <b>Holbrook &amp; Rannikmae, 2009. pp. 276.</b></p>
			<p>Transição de uma atitude passiva para um envolvimento</p>	<p>“(...) Os dados sugerem uma mudança de uma apreciação relativamente passiva da Ciência e da maneira como ela opera na Sociedade, para uma</p>

Dimensão	Número de fontes	Número de referências	Ideias - Chave	Referência(s) principal(ais)
			proactivo de apreciação pelo conhecimento científico	<p>preocupação como o compromisso com a ação pessoal, enquanto característica crítica da literacia científica (...) - <b>Symington &amp; Tytler, 2004. pp. 1410.</b></p> <p>“(...) Para nós, educadores de ciências, é importante, não apenas focarmos nos conceitos, competências e atitudes (...), mas também nos principais princípios da natureza do conhecimento científico, dominado pelo inesperado, pela incerteza, pela curiosidade e pelo pensamento criativo (...) - <b>Plakitsi, 2010. pp. 585.</b></p> <p>“(...) A melhor estratégia de aumentar o interesse dos alunos, em assuntos relacionados à ciência, é utilizar métodos de ensino que apelam à curiosidade e criatividade, que caracterizam todas as crianças (...)” - <b>Plakitsi, 2010. pp. 579.</b></p> <p>“(...) O pensamento atual, sobre os resultados desejados da educação científica, enfatiza o conhecimento científico e a valorização da contribuição da Ciência para a Sociedade (...) - <b>Klop et al., 2009. pp. 1128.</b></p>
			<p>A C&amp;T são os determinantes mais significativos na nossa Cultura, pelo que para descodificar essa mesma cultura e enriquecer a nossa participação é desejável uma apreciação / compreensão da Ciência.</p> <p>Para este desiderato são aplicadas estratégias que</p>	<p>“(...) Para melhor compreender o conteúdo de Ciência, os alunos devem assimilar como o conhecimento científico é produzido e aceite nas comunidades científicas (...)” – <b>Ford, 2006. pp.215.</b></p> <p>“(...) O objetivo da Ciência, nos anos de escolaridade obrigatória, é garantir que todos os membros da Sociedade desenvolvam uma apreciação crítica da Ciência, enquanto aspecto importante da cultura contemporânea (...)” - <b>Symington &amp; Tytler, 2004. pp. 1410.</b></p> <p>“(...) As estratégias são projetadas para evocar as emoções e a criatividade dos alunos, na tentativa de motivar a valorização intrínseca do</p>

Dimensão	Número de fontes	Número de referências	Ideias - Chave	Referência(s) principal(ais)
			promovam a criatividade e a motivação sobre e para temas científicos.	empreendimento científico (...)” - <b>Pedretti &amp; Nazir, 2011. pp. 610.</b> “(...) Os educadores de ciências foram incentivados a envolver os alunos de modo que lhes permita desenvolver uma profunda apreciação pelos lugares onde C&T se articulam (...)”- <b>Roth &amp; Lee, 2004. pp.272.</b>
<b>Capacidade de usar conhecimento científico na resolução de problemas</b>	24	52	A implantação de reflexão inteligente, como uma das ferramentas intelectuais da Ciência, filosofia e artes, é uma tentativa de resolver problemas comuns, procurando adaptar-se às novas soluções. Esta reflexão não resulta apenas de uma capacidade cognitiva intrínseca, mas também, da conjuntura externa onde o indivíduo se insere.	“(...) A ação reflexiva (...)é um processo que envolve mais do que processos lógicos e racionais de solução de problemas. A reflexão envolve intuição, emoção e paixão e não é algo que possa ser perfeitamente organizado como um conjunto de técnicas para os docentes usarem. (...)” - <b>Wolfensberger et al. 2010. pp. 715.</b> “(...) A atitude científica, como aparece na literatura sobre educação científica, incorpora a adoção de uma abordagem específica para resolver problemas, avaliar ideias e informações ou tomar decisões (...)” - <b>Spektor – Levy, Eylon &amp; Scherz, 2009. pp. 876.</b> “(...) a investigação contemporânea sobre cognição distribuída, propõe que a solução de problemas não ocorre apenas “na cabeça”, mas em conjunto com representações externas (...)” – <b>Klein &amp; Kirkpatrick, 2010. pp.88.</b>
			A Literacia Científica é definida como a capacidade de possuir conhecimentos científicos que poderão ser utilizados na resolução de problemas práticos.	“(...) indivíduos com conhecimento científico foram capazes de aplicar efetivamente o conhecimento científico e as competências de raciocínio para resolver problemas e tomar decisões nas vidas pessoais, cívicas e profissionais (...)” – <b>Murcia, 2009. pp. 216.</b> “(...) A literacia científica prática é o tipo de conhecimento que pode ser utilizado na resolução de problemas práticos (...)” – <b>Dillon, 2009. pp. 210.</b>

Dimensão	Número de fontes	Número de referências	Ideias - Chave	Referência(s) principal(ais)
			A verdadeira aprendizagem prende-se com a capacidade de organizar e avaliar a informação para ser utilizada no desenvolvimento da resolução de problemas a partir da utilização criativa dos conhecimentos científicos.	<p>“(…) Um indivíduo instruído é alguém que aprendeu a aprender como a informação é organizada e usada. Também tem a capacidade de aprender ao longo da vida, uma vez que encontra as informações necessárias para realizar um trabalho, resolver um problema ou tomar uma decisão (…)” – <b>Witz &amp; Lee, 2009. pp. 410.</b></p> <p>“(…) capacidade dos alunos para resolver problemas e tomar decisões informadas sobre questões científicas sociais, que envolve a reconciliação de múltiplos pontos de vista (…)” – <b>Lee, 2010. pp. 1928.</b></p> <p>“(…) A verdadeira aprendizagem exige ser capaz de usar as novas tecnologias, não apenas para aprimorar a capacidade de memorizar e repetir factos, mas para reunir, organizar e avaliar informações para resolver problemas e inovar em ideias práticas sobre problemas reais (…)” - <b>Jimoyiannis, 2010. pp. 1259.</b></p>
<b>Compreensão e valorização da C&amp;T, e da sua inter-relação com a Sociedade</b>	5	32	<p>O nível mais elevado de Literacia Científica requer a compreensão da interação entre a Ciência e a Sociedade. A este nível a Literacia Científica inclui a história, os objetivos e as limitações principais da Ciência.</p> <p>Esta relação com a Sociedade requer ainda um olhar para a</p>	<p>(…) Cidadãos cientificamente literados estarão capacitados para pensar criticamente sobre o papel da Ciência na Sociedade (...) - <b>Murcia, 2009. pp.215.</b></p> <p>(…) O movimento CTS medeia o impacto da Ciência moderna na Sociedade, ou seja, atua como um conector entre Ciência e Sociedade (...) - <b>Lee, 2010. pp. 1493.</b></p> <p>(…) O nível multidimensional da literacia científica e distinguível pelo conhecimento sobre a NdC e a interação da Ciência com a Sociedade (...) - <b>Murcia, 2009. pp. 220.</b></p> <p>(…) Ao explorar criticamente as questões sócio-científicas nas discussões em sala de aula, os alunos obterão informações sobre os processos de</p>

Dimensão	Número de fontes	Número de referências	Ideias - Chave	Referência(s) principal(ais)
			<p>Ciência como o foco na produção interpretação, comunicação e negociação do conhecimento científico, assim com o impacto da Ciência na Sociedade e no Ambiente.</p>	<p>produção de conhecimento, a NdC e a discussão sobre o papel da Ciência na Sociedade (...). - - <b>Wolfensberger et al., 2010. pp. 715.</b></p> <p>(...) é preciso olhar para a Ciência à luz da produção, interpretação, comunicação e negociação do conhecimento científico, bem como do impacto da Ciência na Sociedade e no meio ambiente (...) - <b>Wolfensberger et al., 2010.pp.715.</b></p>

### 3.2. Estudo II: Conhecimentos dos docentes do 1.ºCEB

Neste subcapítulo serão apresentados os resultados do Estudo II: Conhecimentos dos docentes do 1.º CEB, a partir de uma análise descritiva, e o grau de associação entre as variáveis grau de informação, adquirido através da comunicação social, do docente sobre questões C&T, o grau de interesse numa determinada questão C&T e o grau de envolvimento do docente do 1º CEB em questões C&T, a partir de uma análise inferencial.

#### 3.2.1. Grau de Interesse

Atendendo à Tabela 4, os resultados obtidos neste estudo permitem referir que 67 (78,8 %) elementos da amostra está *Muito Interessado* e apenas 18 (21,2%) está *Moderadamente Interessado* em **Problemas Ambientais** ( $Mdn=1$ ;  $Mo=1$ ;  $IQQ=0$ ). No que respeita ao tema **Novas descobertas Médicas** 37 (43,5%) docentes responderam *Muito Interessado* neste tema contra 48 (56,5%) que responderam *Moderadamente Interessado* ( $Mdn=2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=0$ ). Quanto ao tema **Novas Descobertas de C&T**, 32 (37,8%) selecionaram *Muito Interessado* e 50 (58,8%) *Moderadamente Interessado* ( $Mdn=2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=1$ ). No tema seguinte **Notícias Desportivas**, destacam-se 46 (54,1%) que responderam *Moderadamente Interessado* e 30 (35,8%) *Pouco Interessado* ( $Mdn=2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=1$ ). Quanto à **Cultura e Arte**, 22 (25,9%) mostraram-se *Muito Interessado* e 59 (69,4%) *Moderadamente Interessado*. ( $Mdn=2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=0$ ). Por fim, no tema **Política**, 55 (64,7%) assinalaram *Nada Interessado* e 19 (22,4%) *Pouco Interessado* ( $Mdn=2$ ;  $Mo=2$ ,  $IQQ=1$ ).

Tabela 4  
Grau de interesse sobre questões sociais (N=85)

	1. Muito Interessado	2. Moderadamente Interessado	3. Pouco Interessado	4. Não Sabe
Problemas ambientais	78,8% (67)	21,2% (18)	-	-
Novas Descobertas Médicas	43,5% (37)	56,5% (48)	-	-
Novas Descobertas de C&T	37,8% (32)	58,8% (50)	2,4% (2)	1,2% (1)
Notícias Desportivas	4,7% (4)	54,1% (46)	35,8% (30)	5,9% (5)
Cultura e Arte	25,9% (22)	69,4% (59)	3,5% (3)	1,2% (1)
Política	8,2% (7)	64,7% (55)	22,4% (19)	4,7% (4)

### 3.2.2. Grau de informação adquirido através dos *Media*

No que se refere ao grau de informação adquirido através da comunicação social sobre o tema **Problemas Ambientais** (Tabela 5), 24 (28,2%) os docentes consideram-se *Muito Informado* e 60 (70,6%) *Moderadamente Informado* ( $Mdn=2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=1$ ). Quanto ao tema **Novas Descobertas Médicas**, 79 (92,9%) *Moderadamente Informado* e apenas 3 (3,5%) *Pouco Informado* ( $Mdn=2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=0$ ). No tema seguinte **Novas Descobertas de C&T**, 4 (4,8%) consideram-se *Muito Informado*, 76 (90,5%) *Moderadamente Informado* e 4 (4,8%) *Pouco Informado* ( $Mdn=2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=0$ ). No tema **Notícias Desportivas**, 45 (53,6%) responderam *Moderadamente Informado*, e 22 (26,2%) *Pouco Informado* ( $Mdn=2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=1$ ). Quanto à **Cultura e Arte**, 7(8,2%) seleccionaram *Muito Informado*, 70 (82,4%) *Moderadamente Informado* e 8 (9,4%) *Pouco Informado* ( $Mdn=2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=0$ ). Por fim, no tema **Política**, 16 (18,8%) responderam *Muito Informado*, 59 (69,4%) *Moderadamente Informado*, 7 (8,2%) *Pouco Informado* e 3 (3,5%) *Não Sabe* ( $Mdn=2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=0$ ).

Tabela 5  
Grau de informação adquirido pelos media, sobre questões sociais (N=85)

	1. Muito Informado	1. Moderadamente Informado	3. Nada Informado	4. Não Sabe
Problemas ambientais	28,2% (24)	70,6% (60)	1,2% (1)	-
Novas Descobertas Médicas	2,4% (2)	92,9% (79)	3,5% (3)	1,2% (1)
Novas Descobertas de C&T	4,8% (4)	90,5% (76)	4,8% (4)	-
Notícias Desportivas	19% (16)	53,6% (45)	26,2% (22)	1,2% (1)
Cultura e Arte	8,2% (7)	82,4% (70)	9,4% (8)	-
Política	18,8% (16)	69,4% (59)	8,2% (7)	3,5% (3)

### 3.2.3. Grau de Envolvimento em temas de C&T

Relativamente ao grau de envolvimento que o docente tem com a C&T (Tabela 6), quando questionado: **“Faz doações para investigação na área da medicina?”** 20 (23,5%) responderam *Ocasionalmente* e 43 (50,6%) *Nunca* ( $Mdn= 4$ ;  $Mo=4$ ;  $IQQ=2$ ). Para a questão seguinte: **“Assina petições ou participa em manifestações de rua sobre energia nuclear, biotecnologia ou ambiente,** 28 (32,9%) responderam *Raramente* e 38 (44,7%) *Nunca* ( $Mdn =3$ ;  $Mo=4$ ;  $IQQ = 1$ ). Já para a questão: **“Assiste a encontros ou debates sobre C&T?”** 21 (24,7%)

indicaram *Ocasionalmente*, 42 (49,4%) *Raramente* e 21 (24,7%) *Nunca* ( $Mdn=3$ ;  $Mo=3$ ;  $IQQ = 1$ ). Por fim, quando colocada a questão: “**Faz parte de organizações não governamentais (ONG) onde tenha de lidar com questões de C&T?**” 13 (15,3%) assinalaram *Raramente* e 71 (83,5%) *Nunca* ( $Mdn=4$ ;  $Mo=4$ ;  $IQQ = 0$ ).

Tabela 6  
Grau de envolvimento em questões C&T (N=85)

	1. Regularmente	3. Ocasionalmente	3. Raramente	4. Nunca
Faz doações para investigação na área da medicina?	4,7% (4)	23,5 (20)	21,2% (18)	50,6% (43)
Assina petições ou participa em manifestações de rua sobre energia nuclear, biotecnologia ou ambiente?	2,4% (2)	20,0% (17)	32,9% (28)	44,7% (38)
Assiste a encontros ou debates sobre C&T?	1,2% (1)	24,7% (21)	49,4% (42)	24,7% (21)
Faz parte de organizações não governamentais onde tenha de lidar com questões de C&T?	-	1,2% (1)	15,3% (13)	83,5% (71)

### 3.2.4. Grau de Concordância com afirmações sobre investigação científica.

Dos resultados obtidos observa-se, na Tabela 7, que para a afirmação “**Não se pode confiar nos cientistas para nos informarem acerca de temas controversos da C&T, porque dependem cada vez mais das indústrias**”, 42 (49,4%) responderam *Concordo Parcialmente*, 21 (24,7%) *Discordo Parcialmente* ( $Mdn= 2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=1$ ). Para a segunda afirmação “**Financiamentos privados à investigação científica e tecnológica não permitem uma investigação imparcial**” 42 (49,4%) assinalaram *Concordo Parcialmente* e 19 (22,4%) *Discordo Parcialmente* ( $Mdn= 2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=1$ ). Para a afirmação “**Os cientistas apenas investigam temas específicos de C&T. Este facto torna-os incapazes de encarar os problemas sobre diversas perspetivas**”, 36 (42,4%) afirmam *Concordo Parcialmente* e 29 (34,1%) *Discordo Parcialmente* ( $Mdn= 2$ ;  $Mo=4$ ;  $IQQ=1$ ). Por fim, para a afirmação “**Nos dias de hoje, os problemas que enfrentamos são tão complexos, que os cientistas já não são capazes de os compreender**”, 24 (28,2%) responderam *Concordo Parcialmente* e 38 (44,7%) *Não Concordo* ( $Mdn= 3$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=2$ ).

Tabela 7  
 Grau de concordância com afirmações sobre investigação científica (N=85)

	1. Concordo totalmente	2. Concordo parcialmente	3. Discordo parcialmente	4. Não concordo
Não se pode confiar nos cientistas para nos informarem acerca de temas controversos da C&T, porque dependem cada vez mais das indústrias.	5,9% (5)	49,4% (42)	24,7% (21)	20,0% (17)
Financiamentos privados à investigação científica e tecnológica não permitem uma investigação imparcial.	12,9% (11)	49,4% (42)	22,4% (19)	15,3% (13)
Os cientistas apenas investigam temas específicos de C&T. Este facto torna-os incapazes de encarar os problemas sobre diversas perspetivas.	2,4% (2)	42,4% (36)	34,1% (29)	21,2% (18)
Nos dias de hoje, os problemas que enfrentamos são tão complexos, que os cientistas já não são capazes de os compreender.	-	28,2 (24)	27,1% (23)	44,7% (38)

### 3.2.5. Grau de Concordância com afirmações sobre C&T

Com este segundo grupo de afirmações (Tabela 8) procura-se, também aferir qual a visão que os docentes possuem acerca do papel/impacto da C&T em temas socio-científicos.

Para a afirmação “**A C&T tornam a nossa vida mais saudável**” 15 (17,6%) docentes responderam *Concordo Totalmente* e 51 (60,0%) *Concordo Parcialmente* ( $Mdn= 4$ ;  $Mo=4$ ;  $IQQ=2$ ). Já quando confrontados com a afirmação “**Devido aos avanços científicos e tecnológicos, os recursos naturais da Terra serão inesgotáveis**” 20 (23,5%) respondem *Concordo Parcialmente* e 46 (54,1%) *Não Concordo* ( $Mdn= 4$ ;  $Mo=4$ ;  $IQQ=1$ ). Para a afirmação “**A C&T conseguem solucionar qualquer problema**” 16 (18,8%) respondem *Concordo Parcialmente* e 55 (64,7%) *Não Concordo* ( $Mdn= 4$ ;  $Mo=4$ ;  $IQQ=1$ ). No que à afirmação “**Dependemos demasiado da Ciência e pouco da fé**” diz respeito 36 (42,4%) docentes responderam *Concordo Parcialmente* e 22 (25,9%) *Discordo Parcialmente* ( $Mdn= 3$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=1$ ). Para a afirmação “**A C&T não desempenham um papel na melhoria do ambiente**” 4 (4,7%) responderam *Concordo Totalmente*, 27 (31,8%) *Concordo Parcialmente*, 27 (31,8%), *Discordo Parcialmente* e 27 (31,8%) *Não Concordo* ( $Mdn= 3$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=2$ ). Para a afirmação “**Os cientistas deviam estar autorizados a realizar experiências em animais, como cães e macacos, se isso contribuísse para a descoberta de cura de doenças humanas**” 29

(34,1%) responderam *Concordo Totalmente*, 21 (24,7%) *Concordo Parcialmente* e 21 (24,7%) *Discordo Parcialmente* ( $Mdn= 2$ ;  $Mo=1$ ;  $IQQ=2$ ). Para a afirmação “**Devido aos seus conhecimentos, os cientistas são indivíduos potencialmente perigosos**” 23 (27,1%) afirmam *Concordo Parcialmente* e 44 (51,8%) *Não Concordo* ( $Mdn= 4$ ;  $Mo=4$ ;  $IQQ=2$ ). No enunciado seguinte “**As aplicações científicas e tecnológicas tornarão o trabalho das pessoas mais interessante**” 55 (64,7%) responderam *Concordo Parcialmente* e 15 (17,6%), *Discordo Parcialmente* ( $Mdn= 2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=0$ ). Prosseguindo a apresentação dos resultados, para a afirmação “**No meu dia a dia, não é importante ter conhecimentos sobre Ciência**” 13 (15,3%) docentes responderam *Concordo Parcialmente*, 13 (15,3%) *Discordo Parcialmente* e 54 (63,5%) *Não Concordo* ( $Mdn= 4$ ;  $Mo=4$ ;  $IQQ=0$ ). No que à afirmação “**A Ciência muda o nosso modo de vida rapidamente**” diz respeito, 26 (30,6%) docentes responderam *Concordo Totalmente* e 40 (41,7%) *Concordo Parcialmente* ( $Mdn= 2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=1$ ). Para o enunciado “**Devido à C&T, as gerações futuras terão mais oportunidades**” 53 (62,4%) responderam *Concordo Parcialmente*, 15 (17,6%) *Discordo Parcialmente* ( $Mdn= 2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=0$ ). Para a afirmação “**Os cientistas deveriam estar autorizados a realizar experiências em animais, como ratos de laboratório se isso contribuísse para a descoberta de cura de doenças humana**” 40 (47,2%) docentes responderam *Concordo Totalmente* e 29 (34,1%) *Concordo Parcialmente* ( $Mdn= 2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=1$ ). Continuando a apresentação dos resultados, para a afirmação “**A C&T podem, em algumas ocasiões, deteriorar a moral dos indivíduos**” 15 (17,6%) docentes responderam *Concordo Totalmente* e 43 (50,6%) *Concordo Parcialmente* ( $Mdn= 2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=1$ ). Já para a afirmação “**As aplicações de C&T podem ameaçar os direitos humanos**” 19 (22,4%) docentes responderam *Concordo Totalmente* e 48 (56,5%) *Concordo Parcialmente* ( $Mdn= 2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=0$ ). Por fim, para a afirmação “**A C&T podem ser utilizadas, futuramente, por terroristas**” 32 (37,6%) docentes responderam *Concordo Totalmente* e 43 (50,6%) *Concordo Parcialmente* ( $Mdn= 2$ ;  $Mo=2$ ;  $IQQ=1$ ).

Tabela 8  
*Grau de concordância com afirmações de C&T (N=85)*

	1. Concordo totalmente	2. Concordo parcialmente	3. Discordo parcialmente	4. Não concordo
A C&T tornam a nossa vida mais saudável.	17,6% (15)	60,0% (51)	14,1% (12)	8,2% (7)
Devido aos avanços científicos e tecnológicos, os recursos naturais da Terra serão inesgotáveis.	1,2% (1)	23,5% (20)	21,2% (18)	54,1% (46)
A C&T conseguem solucionar qualquer problema.	1,2% (1)	18,8% (16)	15,3% (13)	64,7% (55)
Dependemos demasiado da Ciência e pouco da Fé.	7,1% (6)	42,4% (36)	25,9% (22)	24,7% (21)
A C&T não desempenham um papel na melhoria do ambiente.	4,7% (4)	31,8% (27)	31,8% (27)	31,8% (27)
Os cientistas deviam estar autorizados a realizar experiências em animais, como cães e macacos, se isso contribuísse para a descoberta de cura de doenças humanas.	34,1% (29)	24,7% (21)	24,7% (21)	16,5% (14)
Devido aos seus conhecimentos, os cientistas são indivíduos potencialmente perigosos.	4,7% (4)	27,1% (23)	16,5% (14)	51,8% (44)
As aplicações científicas e tecnológicas tornarão o trabalho das pessoas mais interessante.	10,6% (9)	64,7% (55)	17,6% (15)	7,1% (6)
No meu dia a dia, não é importante ter conhecimentos sobre Ciência.	5,9% (5)	15,3% (13)	15,3% (13)	63,5% (54)
A Ciência muda o nosso modo de vida rapidamente.	30,6% (26)	47,1% (40)	17,6% (15)	4,7% (4)
Devido à C&T, as gerações futuras terão mais oportunidades.	12,9% (11)	62,4% (53)	17,6% (15)	7,1% (6)
Os cientistas deveriam estar autorizados a realizar experiências em animais, como ratos de laboratório se isso contribuísse para a descoberta de cura de doenças humanas.	47,2% (40)	34,1% (29)	14,1% (12)	4,7% (4)
A C&T podem, em algumas ocasiões, deteriorar a moral dos indivíduos.	17,6% (15)	50,6% (43)	16,5% (14)	15,3% (13)
As aplicações de C&T podem ameaçar os direitos humanos.	22,4% (19)	56,5% (48)	16,5% (14)	4,7% (4)
A C&T podem ser utilizadas, futuramente, por terroristas.	37,6% (32)	50,6% (43)	5,9% (5)	5,9% (5)

Até aqui realizou-se a análise descritiva dos resultados obtidos com o questionário. No subcapítulo seguinte, e tendo por referência as questões de investigação, far-se-á a apresentação das associações previstas: associação existente entre o grau de interesse numa determinada questão C&T e a informação adquirida sobre essa questão, através da comunicação social, associação existente entre o grau de envolvimento do docente

do 1ºCEB em encontros e debates em C&T e o grau de interesse do docente por questões C&T e associação existente entre o grau de envolvimento do docente do 1º CEB em questões C&T e o grau de informação, adquirido através da comunicação social, do docente sobre questões C&T.

### 3.2.6. Associação entre o Grau de Interesse e Grau de Informação

Tendo em conta a importância da promoção/divulgação do conhecimento científico através da comunicação social e indo ao encontro dos objetivos formulados, é fundamental verificar qual a associação existente entre o grau de interesse numa determinada questão C&T e a informação adquirida sobre essa questão, através da comunicação social.

Para cada uma das questões de C&T (**Problemas Ambientais, Novas Descobertas Médicas e Novas Descobertas de C&T**) foi realizado um teste de associação entre as variáveis “*grau de interesse do docente do 1ºCEB, pelas questões de C&T*” e “*grau de informação adquirido através da comunicação social sobre essas mesmas questões*”. Os resultados são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9

*Coefficiente de Correlação de Spearman para a associação entre o grau de interesse do docente do 1ºCEB, pelas questões de C&T e o grau de informação adquirido através da comunicação social sobre essas mesmas questões (N=85).*

Variáveis	Coefficiente de Correlação $r_s$	Sig. N (2 extremidades)
<i>Grau de interesse do docente do 1ºCEB por <b>Problemas Ambientais</b> vs Grau de informação adquirido através da comunicação social sobre <b>Problemas Ambientais</b>.</i>	,228	,036*
<i>Grau de interesse do docente do 1ºCEB por <b>Novas Descobertas Médicas</b> vs Grau de informação adquirido através da comunicação social sobre <b>Novas Descobertas Médicas</b>.</i>	,163	,135
<i>Grau de interesse do docente do 1ºCEB por <b>Novas Descobertas de C&amp;T</b> vs Grau de informação adquirido através da comunicação social sobre <b>Novas Descobertas de C&amp;T</b>.</i>	,198	,071**

Nota - \* $p < ,05$ ; \*\* $p < ,10$

Os resultados permitem verificar que o *grau de interesse do docente do 1ºCEB por **Problemas Ambientais*** está associado ao *grau de informação adquirido através da comunicação social sobre **Problemas Ambientais***,  $r_s = ,228$  e  $p = ,036$ . Ao contrário,

não há associação entre o *grau de interesse do docente do 1ºCEB por Novas Descobertas Médicas* vs *Grau de informação adquirido através da comunicação social sobre Novas Descobertas Médicas*,  $r_s = ,163$  e  $p = ,135$ . Por sua vez, observa-se uma associação, marginalmente significativa, entre o *grau de interesse do docente do 1ºCEB por Novas Descobertas de C&T* e o *grau de informação adquirido através da comunicação social sobre Novas Descobertas de C&T*.

### 3.2.7. Associação entre o Grau de Envolvimento e Grau de Interesse

Neste ponto será verificado qual a associação entre o grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em encontros e debates em C&T e o grau de interesse do docente por questões C&T.

Para cada uma das questões de C&T (**Problemas Ambientais**, **Novas Descobertas Médicas** e **Novas Descobertas de C&T**) foi realizado um teste de associação entre as variáveis “*grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em encontros e debates em C&T*” e “*grau de interesse do docente por questões C&T*”. Os resultados são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10

*Coefficiente de Correlação de Spearman para a associação entre o grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em encontros e debates em C&T e o grau de interesse do docente por questões C&T (N=85)*

Variáveis	Coefficiente de Correlação $r_s$	Sig. N (2 extremidades)
<i>Grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em encontros e debates em C&amp;T vs Grau de interesse do docente por <b>Problemas Ambientais</b>.</i>	-,003	,982
<i>Grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em encontros e debates em C&amp;T vs Grau de interesse do docente por <b>Novas Descobertas Médicas</b>.</i>	,245	,024*
<i>Grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em encontros e debates em C&amp;T vs Grau de interesse do docente por <b>Novas Descobertas de C&amp;T</b>.</i>	,175	,109

Nota - \* $p < ,05$

Os resultados permitem verificar que não há associação entre o *grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em encontros e debates em C&T* e *grau de interesse do docente por **Problemas Ambientais***,  $r_s = -,003$  e  $p = ,982$ . Ao contrário, o *grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em encontros e debates em C&T* está associado ao *grau de interesse do docente por **Novas Descobertas Médicas***,  $r_s = ,245$  e  $p = ,024$ . Por fim, não há associação entre o *grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em*

encontros e debates em C&T e o grau de interesse do docente por **Novas Descobertas de C&T**,  $r_s = ,175$  e  $p = ,109$ .

### 3.2.8. Associação entre o Grau de Envolvimento vs Grau de Informação

Seguindo a mesma linha de pensamento do ponto anterior, irá ser medido se o grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em questões C&T está relacionado com o grau de informação, adquirido através da comunicação social, do docente sobre questões C&T.

Para cada uma das questões de C&T (**Problemas Ambientais**, **Novas Descobertas Médicas** e **Novas Descobertas de C&T**) foi realizado um teste de associação entre as variáveis “*grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em questões C&T*” e “*grau de informação, adquirido através da comunicação social, do docente sobre questões C&T*”. Os resultados são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11

*Coefficiente de Correlação de Spearman para a associação entre o grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em questões C&T está relacionado com o grau de informação, adquirido através da comunicação social, do docente sobre questões C&T (N=85)*

Variáveis	Coefficiente de Correlação $r_s$	Sig. N (2 extremidades)
<i>Grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em encontros e debates em C&amp;T vs Grau de informação, adquirido através da comunicação social, do docente sobre <b>Problemas Ambientais</b>.</i>	-,155	0,157
<i>Grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em encontros e debates em C&amp;T vs Grau de informação, adquirido através da comunicação social, do docente sobre <b>Novas Descobertas Médicas</b>.</i>	-,002	0,987
<i>Grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em encontros e debates em C&amp;T vs Grau de informação, adquirido através da comunicação social, do docente sobre <b>Novas Descobertas de C&amp;T</b>.</i>	-,036	0,793

Os resultados permitem verificar que não existe associação entre o grau de envolvimento do docente do 1ºCEB em encontros e debates em C&T e o grau de informação, adquirido através da comunicação social, do docente para as questões **Problemas Ambientais** ( $r_s = -,155$  e  $p = ,157$ ), **Novas Descobertas Médicas** ( $r_s = -,002$  e  $p = ,987$ ) e **Novas Descobertas de C&T** ( $r_s = -,036$  e  $p = ,793$ ).

## 4. Discussão

Na discussão será feita uma reflexão acerca dos resultados obtidos com esta investigação. Deste modo, esta etapa será segmentada em três partes. Na primeira será feita a discussão em torno do constructo *Literacia Científica* na transição, com o objetivo de chegar a uma matriz conceptual que sirva de base para a formação de um cidadão cientificamente literado. Em seguida, será feita a discussão do Estudo II, onde o foco está no docente do 1.º CEB e na relação deste com a Sociedade e com o EdCs. Por fim, será realizada uma leitura transversal que procura sobrepor as fronteiras dos dois Estudos, criando regiões comuns e pontes entre a *Literacia Científica* docente do 1.º CEB e o papel que este desempenha no EdCs. Importa referir que a literatura na temática da *Literacia Científica* nos docentes do 1.º CEB é residual, pelo que na discussão partiremos da comparação entre os resultados obtidos no nosso estudo com docentes do 1.º CEB e os resultados obtidos no questionário Eub-Pt, à exceção da questão 3 da Parte II.

### 4.1. Revisão Sistemática da Literatura

A ausência de critérios de demarcação entre Ciência e não-Ciência ou pseudociência é fundamental para a filosofia da Ciência (Dupré, 1993; Laudan, 1996), pelo que definição de balizas para enquadrar estes conceitos de Ciência, não-Ciência e pseudociência foi uma das dimensões usadas na definição de Ciência ao longo dos últimos anos (Norris & Phillips, 2003). Esta delimitação mantém a Ciência e a não-Ciência separadas e, por outro lado, amplia as tentativas de explorar a interpenetração da Ciência na Sociedade. Na transição para o novo milénio observou-se a tentativa de abandonar esta dicotomia, entre Ciência e não-Ciência, defendendo-se uma aproximação entre as duas categorias, onde se esbatem as fronteiras entre a Ciência e a não-Ciência, e o conhecimento científico é entrelaçado com o conhecimento não-científico (Levitt, 2002; Michael, 2002). Por outro lado, a demarcação entre as duas categorias ***perdeu visibilidade nos círculos filosóficos, mesmo quando a C&T ganharam autoridade sem paralelo*** (van Dijk, 2010). Caminhando para o final da primeira década do século XXI, esta aproximação foi perdendo terreno, quando vários investigadores defenderam a necessidade das escolas ensinarem a distinção entre estas duas dimensões (Akerson, Buzzelli, & Donnelly, 2010; Avraamidou & Zembal-Saul, 2010). O ensino, nas escolas, da dicotomia entre Ciência e não-Ciência advém da *Literacia Científica* ser encarada como multidimensional e

ser constituída por um compósito de ideias e conceitos científicos, pela compreensão da NdC e pela interação da Ciência com a Sociedade. Estas três dimensões são o limite superior de informações científicas a que o cidadão tem acesso, permitindo que estes tenham o poder de pensar criticamente sobre o papel da Ciência na Sociedade (Murcia, 2009). Neste sentido, ***o EdCs deve ter a aspiração de incluir competências de Literacia Científica que os alunos necessitam, para poder viver e participar com razoável conforto, confiança e responsabilidade na Sociedade que é, profundamente, influenciada e moldada pelas aplicações, ideias e valores da Ciência*** (Klop, et al, 2010).

Estas ideias estão relacionadas com a dimensão **compreender a Ciência e suas aplicações**, onde a *Literacia Científica* é definida como a compreensão de conceitos científicos e a aplicação destes na vida do dia a dia. A aplicação dos conhecimentos científicos adquiridos, em contexto de sala de aula, a situações/problemas do dia a dia, não era uma ideia consensual no início do século, na medida em que ***o EdCs era quase todo ele focado na Ciência básica ou fundamental (...) sem pensar em possíveis aplicações*** (Jenkins, 2002), como tal, ***muitos estudantes não participavam em discussões sociais acerca de Ciência e de aplicações tecnológicas*** (Hofstein et al., 2010).

Durante esta primeira década, os dados sugerem uma mudança de uma apreciação relativamente passiva da Ciência e da maneira como ela opera na Sociedade, para uma preocupação com o compromisso com a ação pessoal, enquanto característica crítica da *Literacia Científica* (Symington & Tyler, 2007), que se reflete, também, numa mudança tecnológica. As aplicações tecnológicas da Ciência foram promovidas, passando a fazer parte dos objetivos do currículo de Ciências, e o termo *Literacia Científica* passou a incluir não só o estudo da Ciência, como também, a relação desta com as aplicações tecnológicas do dia a dia. De acordo com esta ideia, ***os indivíduos com conhecimento científico foram capazes de aplicar efetivamente o conhecimento científico e as competências de raciocínio para resolver problemas e tomar decisões nas vidas pessoais, cívicas e profissionais***, (Murcia, 2009), por outras palavras, os indivíduos utilizam a Ciência para aprender, informar ou para a resolução de problemas. Desta forma, a dimensão **Capacidade de usar conhecimento científico na resolução de problemas** são impulso na transição de década, acentuando a importância ao longo da primeira década do século XXI.

A Sociedade moderna, como uma nova ordem mundial, muito baseada numa economia global necessita de cidadãos que possuam competências que lhes permita avaliar e resumir, rapidamente, novas informações, pensando criticamente e resolvendo problemas (Christensen, 2009; Fredricks, Blumenfeld, & Paris, 2009; Holbrook & Rannikmae, 2009; Sadler, Amirshokoohi, Kazempour, & Allspaw, 2006; Sülün, Yurttas, & Ekiz, 2009). Para atingir tal desiderato, **competências quantitativas, manuais, de comunicação são essenciais para a resolução de problemas** (Spektor – Levy, Eylon & Scherz, 2009). Essas competências, que empregam as ferramentas intelectuais da Ciência, da filosofia e das artes na resolução de problemas e na adaptação de novas soluções, tornam-se competências para o desenvolvimento dos cidadãos e envolve, não apenas os mecanismos lógicos e racionais inerentes à resolução de problemas, mas também de intuição e paixão (Dani, 2009; Levinson, 2010; Witz & Lee, 2009). Esta reflexão remete não apenas para a capacidade cognitiva intrínseca do indivíduo, mas também para a conjuntura externa que o rodeia. Como tal, a associação da *Literacia Científica* com a resolução de problemas tem estado presente ao longo das últimas décadas não apenas de modo autónomo, mas, também incluída na categoria de *Literacia Científica Prática*.

A literatura conceptualiza três diferentes categorias para a *Literacia Científica*, ainda que não mutuamente exclusivas, categorias para a *Literacia Científica*: cívica, prática e cultural. De entre as três categorias referidas anteriormente importa salientar a literacia científica prática que é definida como a capacidade de reter o conhecimento científico, que poderá ser usado na resolução de problemas práticos (Dillon, 2009).

Na viragem do milénio, surgiram novos desafios na Sociedade para os quais os cidadãos eram chamados a participar na tomada de decisões, pelo que o desenvolvimento do pensamento crítico, acerca do papel da Ciência na Sociedade passou a ser um objetivo fundamental da *Literacia Científica* (Murcia, 2009). Com estes novos desafios em mente, a Ciência está a ser desafiada pela Sociedade para fornecer os conhecimentos necessários para combater os problemas ambientais que assolam o planeta, e que são vistos como o subproduto de várias guerras e conflitos económicos (Friedman, 2007). Desta ideia, surgiu a necessidade de aproximar os indivíduos ou grupos de indivíduos aos cientistas (Levinson, 2010) e a ideia de que esses mesmos indivíduos, cidadãos cientificamente literados podem necessitar de aplicar os conhecimentos e o pensamento científicos na resolução de problemas e na tomada de decisões na vida pessoal, cívica e profissional (Darling-Hammond, 2000; Holbrook & Rannikmae, 2009; Murcia, 2009).

Deste modo, um cidadão literado cientificamente é um indivíduo que compreende: (a) os conceitos básicos de Ciência; (b) a NdC; (c) a ética que controla o trabalho dos cientistas; (d) interrelação entre a Ciência e a Sociedade; (e) a diferença entre C&T (Murcia, 2009), e que incluiu sempre a capacidade de aplicar conhecimento na resolução de problemas. Exemplo desta linha de pensamento são os autores que associam a *Literacia Científica à capacidade de identificar exatamente qual o conhecimento científico que melhor se aplica na resolução de um determinado problema* (Miller, 1998), à *utilização da prática científica na resolução de problemas, tomada de decisão e promoção da compreensão do Universo*” (Sülün et al., 2009; Yuenyong & Narjaikaew, 2009) e ainda a *indivíduos que utilizam o conhecimento para tomar decisões diárias, resolver problemas, melhorar a qualidade de vida ou medir o impacto da Ciência em termos éticos e morais*. (Dani, 2009; Boujaude, 2002; Hurd, 1998; Holbrook & Rannikmae, 2007). Trata-se de uma dimensão de *Literacia Científica* que, de acordo os resultados obtidos, teve uma presença significativa na literatura ao longo da primeira década do século XXI. Atendendo a esta categoria, observa-se um foco elevado no papel que o ensino desempenha no desenvolvimento do pensamento científico, particularmente, através do EdCs. As escolas devem fomentar o desenvolvimento de competências, com especial relevância nos níveis social e profissional, que permitam ao cidadão resolver desafios pessoais e tomar decisões sociocientíficas responsáveis (Holbrook & Rannikmae, 2009; Jimoyiannis, 2010). Atendendo a esta ideia, *os educadores de ciências foram incentivados a envolver os alunos de modo que lhes permita desenvolver uma profunda apreciação pelos lugares onde C&T se articulam* (Roth & Lee, 2004). Levinson vai substancialmente mais longe ao defender que *se o EdCs serve a democracia e é uma fonte de valores democráticos, então o EdCs deve surgir com currículo interdisciplinar baseado na resolução de problemas que refletem os vastos temas sociais e globais* (Levinson, 2010). Esta perspetiva deve promover a proficiência científica capaz de fornecer um laboratório compartilhado de linguagem, lógica e competências para a resolução de problemas em sala de aula (Liu, 2009), que podem ser transpostos para que os *temas sociocientíficos que frequentemente envolvem problemas complexos, sujeitos a dados científicos ou considerações éticas* (Dani, 2009). Adicionalmente, surgiu uma outra linha de pensamento que procura envolver os alunos, dentro da sala de aula, em *debates que resultam numa melhor compreensão do papel vital que a Ciência desempenha na resolução de*

**problemas importantes, sem nunca esquecer as suas limitações e incertezas** (Christensen, 2009; Witz & Lee, 2009). Correspondentemente, esta ideia coloca a ênfase na participação da comunidade e na “prática coletiva na tomada de decisões sobre questões sócio-científicas (McDonald & Songer, 2008; Roth & Lee, 2004b; Songer, Lee & McDonald, 2003; Witz & Lee, 2009).

Ao longo desta primeira década, encontramos uma relação muito estreita entre Ciência e Sociedade, com ênfase particular nas aplicações tecnológicas disponíveis para a Sociedade. Neste ponto, o nível mais elevado de *Literacia Científica* exige uma compreensão das interações da Ciência com a Sociedade na qual os **cidadãos cientificamente literados estarão capacitados para pensar criticamente sobre o papel da Ciência na Sociedade** (Murcia, 2009).

Esta relação de proximidade trouxe a proposta de duas dimensões da *Literacia Científica*: **Compreensão e valorização da C&T, e da sua inter-relação com a Sociedade e Compreensão da Ciência e suas aplicações.**

A complementaridade destas duas dimensões requer um exame mais minucioso da Ciência em termos de produção, interpretação, comunicação e negociação do conhecimento científico, como forma de medir o impacto da Ciência na Sociedade (Wolfensberger et al., 2010). Assim, existe uma relação essencial entre a Ciência e sua aplicação tecnológica e a Sociedade, que precisa ser incorporada aos currículos escolares de ciências, onde, uma fase inicial, os currículos se concentram no conhecimento de temas científicos avançados e, numa segunda fase, caminhar para as aplicações de Ciência (Marks & Eilks, 2009; Rudolph, 2005; Wei, 2009). Este pressuposto permite que cidadãos com conhecimentos científicos examinem, mais criticamente, o papel da Ciência na Sociedade (Murcia, 2009). Nesses termos, a educação científica deve ter como desígnio desenvolver nos cidadãos competências que lhes permitam participar com razoável conforto, confiança e responsabilidade na Sociedade que se encontra, profundamente, moldada por aplicações científicas e tecnológicas (Fensham, 2009; Klopert et al., 2010; Witz e Lee, 2009).

Paralelamente a esta relação bidirecional entre Ciência e Sociedade, surgiu uma outra que relaciona a *Literacia Científica* com a NdC. Esta ideia de interconexão defende que a compreensão da NdC desempenhou um papel importante no desenvolvimento da literacia dos cidadãos (Holbrook & Rannikmae, 2009). Tipicamente a NdC é definida como o modo como os cientistas produzem conhecimento científico

(Schroeder et al., 2009). A literatura inclui a NdC como umas das dimensões da *Literacia Científica* (Kim & Roth, 2008; Laugksch, 2000; van Eijck & Roth, 2010), dado que a *Literacia Científica* não é encarada como a acumulação de conhecimento científico, implica, também, conhecimento sobre a NdC (Baker et al., 2009; Murcia, 2009; Wolfensberger et al., 2010). Na medida em que a NdC é uma etapa da qual fazem parte várias pessoas (Baker et al., 2009), é importante que o entendimento da Ciência inclua a compreensão dos valores e suposições subjacentes ao conhecimento científico (Murcia, 2009), bem como a epistemologia da Ciência (Gyllenpalm, Wickman & Holmgren, 2010; Holbrook & Rannikmae, 2007). Este facto, pode ser expresso pela natureza do conhecimento científico ou pela natureza dos esforços científicos (Baker et al., 2009; van Dijk & Kattmann, 2007; Yore, Pimm, & Tuan, 2007). Portanto, diferentes autores defendem que a *Literacia Científica* depende, pelo menos em parte, da compreensão pública da NdC. A crença neste entendimento sobre a NdC facilita a aprendizagem acerca de questões científicas e seus respetivos conteúdos (van Dijk, 2010).

Nesse contexto, para um cidadão cientificamente literado, o conhecimento sobre a NdC mostra-se essencial para a tomada de decisões informadas sobre questões sócio-científicas (Hand, Yore, Jagger, & Prain, 2010; Yore, Gay, Hand, & State, 2003). De facto, a *Literacia Científica* remete para a valorização da NdC, para o desenvolvimento de atributos pessoais e para a aquisição de competências e valores socio-científicos. É consensualmente aceite **que um indivíduo literado em Ciência possui vocabulário básico de conceitos e termos científicos, conhecimentos dos processos científicos e uma apreciação dos efeitos da Ciência na Sociedade em grau suficiente para participar no debate de questões de políticas pública, com elevada componente de C&T** (Roth & Lee, 2004). Este enquadramento para a *Literacia Científica* decorre do pressuposto de que a Ciência serve como força motriz para o desenvolvimento de valores democráticos e de solidariedade e a consciencialização da Ciência e dos métodos científicos conduzirão a uma apreciação da Ciência entre os cidadãos (Deboer, 2000; Holbrook & Rannikmae, 2009). Alinhado com esta linha de pensamento, a literatura apresenta a **valorização e conforto com a Ciência, incluindo admiração e curiosidade** como dimensão da *Literacia Científica*, com base numa mudança de comportamento que encarna uma transição de uma atitude passiva para um envolvimento pró-ativo na valorização do conhecimento científico (Plakitsi, 2010; Symington & Tytler, 2004). Com o intuito de colocar esta mudança em prática é necessário desenvolver e implementar estratégias que permitam fomentar a

criatividade e motivação para temas científicos, de modo a atribuir maior significado ao papel desempenhado pela C&T na nossa cultura (Osborne, 2007; Pedretti & Nazir, 2010; Roth, Lee, & Hsu, 2009). Neste sentido, ***a C&T são os determinantes mais significativos na nossa cultura. Para descodificar essa cultura e enriquecer a participação é desejável uma apreciação/compreensão da Ciência*** (Osborne, Simon & Collins, 2003). Esta ideia alinha-se com a definição de *Literacia Científica* assente na tríade apreciação da NdC desenvolvimento de atributos pessoais e desenvolvimento de competências e valores socio-científicos (Holbrook & Rannikmae, 2009). A *Literacia Científica* representada por estas três dimensões descreve uma matriz conceptual identificada com o Conhecimento, mas, também aliado ao Pensamento e à Atuação (Bybee et al., 2009; Ford, 2006). Como tal, esta matriz conceptual é profundamente influenciada pela confiança e pela vontade dos cidadãos se envolverem em contextos científicos (Reveles, Cordova & Kelly, 2004; Rudolph, 2005). Como tal, um indivíduo literado cientificamente necessita da capacidade de usar a Ciência como uma ferramenta para indagar e descobrir, de aplicar a Ciência como meio de aprender, de se informar e de contribuir para a resolução de problemas e de refletir, criticamente, sobre o papel que a Ciência desempenha na Sociedade (Witz & Lee, 2009).

Ainda que a *Literacia Científica* seja essencial para uma participação na Sociedade, esta não surge no cidadão de forma espontânea, é necessário um *continuum* de compreensão acerca da natureza e da construção do mundo. Esta aquisição de conhecimentos é definida pelo autor por patamares, começando como um cidadão cientificamente iliterado, passando para nominal, funcional, conceptual, processual e, por fim, multidimensionalmente literado (Bybee, 1997). A literatura refere a existência de um nível mínimo de *Literacia Científica* que é transversal a toda a população, acompanhando o cidadão ao longo da sua vida (Tabela 11). Este nível de literacia pode sofrer alterações dependendo do contexto ou do tema no qual o cidadão é chamado a participar (Bybee, 1997; Laugksch, 2000; Osborne, Simon, & Collins, 2003).

Para a definição do limite mínimo a partir do qual se considera que um cidadão é cientificamente literado, contribuem as três dimensões do conhecimento científico, NdC e interação entre a Ciência e a Sociedade. Ainda que estejam definidas as dimensões, este processo não é pacífico pelo que para o dotar de mais clareza foram expandidas as dimensões e criados indicadores. Da análise da Tabela 12 permite encarar-se a *Literacia Científica* como um modelo sequencial e hierárquico que começa

por ideias sobre Ciência, passando por conhecimentos sobre a NdC e termina com a interação entre a C&T e a Sociedade (figura 2). Nesta tabela, a *Literacia Científica e Tecnológica Funcional* tem o foco em conhecimentos/ideias científicas isoladas. Para passar para o nível seguinte é necessário criar ligações entre os conhecimentos e a compreensão dos processos de produção desse conhecimento. O nível mais alto de *Literacia Científica* requer uma compreensão da interação entre Ciência e Sociedade, para além de incluir a história, objetivo e limitações gerais da Ciência.

Tabela 12  
*Níveis de Literacia Científica.*

<b>Nível</b>	<b>Descrição</b>
<b>Sem Literacia Científica e Tecnológica</b>	A este nível o cidadão não tem a capacidade científica para compreender questões de Ciência ou para enquadrar uma questão em determinado campo científico (Bybee,1997).
<b>Literacia Científica e Tecnológica Nominal</b>	A este nível, o que se convencionou por <i>Literacia Científica</i> nominal é ilustrado por um indivíduo que entende o termo, a questão ou o tópico como científico, mas demonstra conhecimentos errados nesse campo científico. O cidadão pode apresentar explicações <i>naive</i> sobre os fenómenos. O conhecimento do individual de cada cidadão é mínimo quando comparado com o conhecimento científico aceite para a idade e situação em causa (Bybee,1997).
<b>Literacia Científica e Tecnológica Funcional</b>	A este nível, o indivíduo consegue usar vocabulário científico em atividades sempre que necessário (p. e. definição de conteúdos num teste, leitura de um jornal/revista, assistir a um programa de televisão) mas, geralmente, fora de contexto e sem a riqueza concetual do campo científico (Osborne & Dillon, 2008).
<b>Literacia Científica e Tecnológica Conceptual e Processual</b>	Neste nível, o indivíduo já desenvolve uma compreensão conceptual de como as diferentes partes das disciplinas científicas se relacionam entre si, e do modo como as disciplinas se relacionam umas com as outras. Por outro lado, os cidadãos possuem um conjunto de conhecimento e competências práticas que passam pela capacidade de realizar observações e colocar hipóteses ou pelo desenvolvimento de novos conhecimentos usando a criatividade, a lógica e a evidência. Este nível pode ser descrito como a capacidade científica para resolver problemas práticos (Wolfensberger, Piniel, Canella, & Kyburz-Graber, 2010).
<b>Literacia Científica e Tecnológica Multidimensional</b>	Este nível mais elevado de <i>Literacia Científica</i> , é ilustrado com indivíduos que possuem um grau de conhecimento científico muito para lá dos conceitos e disposições práticas de cada disciplina, incorporando as dimensões filosófica, histórica e social de uma área científica. O indivíduo demonstra alguma compreensão e valorização da Ciência como um todo e vê uma disciplina científica como produto e como parte da cultura, criando ligações entre os diferentes domínios científicos e como largos temas da Sociedade (Holbrook & Rannikmae, 2009).

## 4.2. Conhecimentos dos docentes do 1º CEB

A alimentação da *Literacia Científica* dos cidadãos deve ser realizada de modo contínuo, dinâmico e interativo, recorrendo-se a diferentes formas, meios e atores. Para que esta alimentação tenha sucesso, é essencial que os cidadãos tenham presente um conjunto de ferramentas adquiridas, enquanto alunos, que irão usar para essa formação ao longo da vida em temas sócio-científicos. Serve, deste modo, a educação, e em especial o EdCs no 1.º CEB, para dar a conhecer, promover e incentivar, nos alunos, o interesse e a curiosidade pelos temas de C&T. Elemento central na estratégia é o docente do 1.º CEB, que desempenha um papel charneira entre o aluno e o conhecimento científico.

Atendendo aos resultados obtidos, constata-se que este grupo de docentes apresenta um grau de interesse sobre os temas em causa muito superior aos resultados apresentados pelo Eub- Pt para quase todos os temas. Destacam-se os temas **“Problemas Ambientais”** com 78,8 % (dif. para Eub.-Pt + 58,8%), **“Novas Descoberta Médicas”** com 43,5% (dif. para Eub.-Pt + 28,5pp), e **“Novas Descoberta de C&T”** com 37,8 % (dif. para Eub.-Pt + 23,8pp). Tratando-se de um grupo de indivíduos com formação académica superior não é de estranhar que estes cidadãos estejam mais envolvidos nos temas que os rodeiam, quer sejam de natureza tecnocientífica ou outra. Um resultado que se destaca é a fraca predisposição para o tema “Noticias Desportivas” com 4,7% (dif. para Eub.-Pt – 13,3pp).

Já quanto ao grau de informação adquirido através da comunicação observa-se um desfasamento entre os resultados obtidos no questionário dos docentes e os resultados do Eub.-Pt. Para todos os temas os docentes responderam, quase unanimemente, *Moderadamente Informado*, em contraponto aos resultados do Eub.- Pt. onde a opção maioritária foi *Pouco Informado*. Mais uma vez a formação superior pode ser uma das linhas argumentativas que justifiquem este resultado. Por outro lado, a *Mediana* ser igual para os diferentes temas pode ser explicada pelo facto destes docentes, com o objetivo de inconscientemente, esconderem alguma falta de conhecimento sobre os temas apresentados, terem respondido como sugere Felt (2005) de um modo socialmente aceitável. Isto é, docentes tendem a responder de acordo com os padrões normais da Sociedade, procurando, desta forma, uma zona confortável de resposta, de acordo com os parâmetros normais da Sociedade” (Felt, 2005). De referir ainda que apenas 2,4 % (dif. para Eub.Pt – 2,5pp) se mostrou *Muito Informado* sobre **“Novas Descoberta Médicas”**. Sendo um tema recorrente na comunicação um valor que

também pode ser explicado, entre outros, pela dificuldade na compreensão da linguagem científica, ou mesmo dificuldade inerente à compreensão dos conteúdos científicos em jogo.

Quanto ao envolvimento em temas de C&T, os diferentes resultados obtidos no presente estudo estão em linha com o Eub.-Pt, apontando para um reduzido grau de envolvimento destes docentes nos referidos temas. Observa-se um envolvimento, dos docentes, ocasionalmente maior quando ocorrem debates/encontros sobre C&T 24,7 % (dif. para Eub.-Pt = +14,7pp). Este fato reveste-se de especial importância porque estamos a falar de um ator social que tem como missão promover/dinamizar esse mesmo envolvimento em C&T nos alunos. Com esta participação marginal em C&T, a produção de mecanismos de transmissão de C&T junto dos alunos estará fortemente condicionada. A participação ocasional em atividades que envolvam C&T que se constata quer no Questionário dos Docentes, quer no Eub.-Pt, podem indicar um fraco interesse por estas atividades, ausência de benefício imediata decorrente da participação nas atividades e grau de *Literacia Científica* aquém do que é exigido para a participação ativa no tema (Bauer, 2009; Holbrook & Rannikmae, 2009)

Da tabela 6 é possível, ainda que de modo superficial, obter a visão que este grupo de docentes, possui acerca do papel dos cientistas, enquanto atores relevantes na C&T. Este grupo de docentes tende a concordar totalmente 16,9 % (dif. para Eub.-Pt +6,9pp) com a ausência de imparcialidade dos cientistas quando financiados por privados. Também concordam com a ideia de que não se pode confiar nos cientistas porque dependem cada vez mais da indústria, 5,9% (dif. para Eub.-Pt 4,1pp). Trata-se de um resultado que espelha a quebra da ideia romântica que os cidadãos tinham da Ciência, na qual o cientista era visto como um indivíduo que procurava a verdade pela verdade, com rigor e isenção (Caraça, 2001).

Este grupo de docentes tende a acreditar que quando os financiamentos estão fora da esfera das políticas públicas os cientistas enfrentam problemas de imparcialidade. Apesar desta visão menos positiva do papel dos cientistas, estes docentes ainda encaram os cientistas como indivíduos capazes de enfrentar os problemas complexos que existem na Sociedade atual, como é possível verificar quando 44,7% (dif. para Eub.-Pt 27,2pp) não concordam com a incapacidades dos cientistas enfrentarem problemas complexos. Como se pode observar pela diferença para o Eub.-Pt os cidadãos são mais céticos quanto ao papel dos cientistas na resolução de problemas. Por fim, ressalta, destes resultados, a ideia de que a especialização dos cientistas em

determinadas áreas retira-lhes competências para encarar e resolver os problemas através de outros prismas, observando-se o alinhamento, dos dois questionários, pela opção de *Concordo Totalmente*, 2,4 % (dif. para Eub.-Pt -3,6 pp) ou *Concordo Parcialmente* 42,4 % (dif. para Eub.-Pt +1,4 pp).

Também é possível constatar que este são vistos como indivíduos pouco perigosos apesar de possuírem conhecimentos científicos, uma vez que 51,8% responde *Não Concordo* quando confrontados com o papel potencialmente perigoso dos cientistas devido aos conhecimentos que possuem “**Devido aos seus conhecimentos, os cientistas são indivíduos potencialmente perigosos**”. Apesar desta visão positiva da C&T, no que ao papel que estes representam na Sociedade diz respeito, este grupo de docentes não deixa de olhar com mais dúvidas quando são abordadas questões de valores e ética. Esta visão mais crítica da Ciência está presente nas afirmações “**Dependemos demasiado da Ciência e pouco da Fé**” e “**A C&T podem, em algumas ocasiões, deteriorar a moral dos indivíduos**”. Quanto à primeira afirmação 49,5% respondem *Concordo Totalmente* ou *Concordo Parcialmente*, contudo os docentes que respondem *Discordo Parcialmente* ou *Não Concordo* perfazem 50,6%. Esta resposta reflete as posições antagónicas que se criam em torno do debate entre a Ciência e a Fé. Já para a segunda afirmação, é clara a posição dos docentes uma vez que 50,6 % respondem *Concordo Parcialmente* e 17,6% *Concordo Totalmente*. Ainda que os docentes olhem positivamente para o papel da Ciência na Sociedade e para a necessidade de possuir conhecimentos científicos, como é possível verificar com o resultado à afirmação “**No meu dia a dia, não é importante ter conhecimentos sobre Ciência**”, quando responde 63,5% *Não Concordo*, não deixam de encarar a atividade científica como influenciadora da moral dos indivíduos, colocando de lado a ideia de uma atividade inócua em toda a sua extensão. Para cimentar esta ideia, surgem os resultados obtidos para a afirmação “**A C&T podem ser utilizadas, futuramente, por terroristas**” onde 50,6 % respondem *Concordo Parcialmente* e 37,6% *Concordo Totalmente*, que validam a ideia da Ciência enquanto atividade pode, de alguma forma, ser prejudicial. Continuando no tema da ética, o espectro de respostas à afirmação “**Os cientistas deviam estar autorizados a realizar experiências em animais, como cães e macacos, se isso contribuísse para a descoberta de cura de doenças humanas**” foi bastante largo com 34,1% a responderem *Concordo Totalmente*, 24,7% *Concordo Parcialmente* e *Discordo Parcialmente*, e 16,5% *Não Concordo*. Trata-se um tema polémico que se encontra da ordem do dia com diversos movimentos a procurar extinguir os testes em animais.

Apesar das aplicações científicas e tecnológicas serem encaradas com alguma reserva, não deixam de ser vistas como um modo de valorizar o trabalho das pessoas, como se pode constatar com as respostas à questão **“As aplicações científicas e tecnológicas tornarão o trabalho das pessoas mais interessante”** onde 64,7% respondem *Concordo Parcialmente* e apenas 7,1% responderam *Não Concordo*. Nunca deixando de acreditar que estas aplicações sejam a salvação do planeta, tornando os recursos inesgotáveis, na medida em que 54,1 % responderam *Não Concordo* com a afirmação **“Devido aos avanços científicos e tecnológicos, os recursos naturais da Terra serão inesgotáveis”** e apenas 1,2 % respondeu *Concordo Totalmente*.

Por fim, este grupo de docentes olha para a C&T com alguma esperança na medida em que 77,6% das respostas *Concordo Totalmente* ou *Concordo Parcialmente* com a afirmação **“A C&T tornam a nossa vida mais saudável”**. A esta afirmação soma-se uma outra cujo enunciado é o seguinte: **“A C&T não desempenham um papel na melhoria do ambiente”** e com a qual 63,8 % respondem *Discordo Parcialmente* ou *Não Concordo*. Também as afirmações **“A Ciência muda o nosso modo de vida rapidamente”** onde 77,7% *Concordo Totalmente* ou *Concordo Parcialmente* e **“Devido à C&T, as gerações futuras terão mais oportunidades”** com 75,3 % de respostas *Concordo Totalmente* ou *Concordo Parcialmente*, acentuam a ideia de que os docentes encaram a C&T com algum otimismo. Como contraponto a esta ideia está a afirmação **“A C&T conseguem solucionar qualquer problema”** onde 64,7 % responde *Não Concordo* com ela.

Da análise dos resultados observa-se que a visão que cada docente deste grupo tem da C&T não é homogênea, nem em grau de interesse, nem em áreas de preferência. Temas na ordem do dia, presentes na comunicação, como ***Problemas Ambientais*** apresentam um grau de interesse maior do que temas onde a presença mediática é residual e a aplicação tecnológica é ainda incipiente, como as ***Novas Descoberta de C&T***. Esta ideia é corroborada pela associação positiva significativa entre o grau de interesse e o grau de informação adquirido pela comunicação social para o tema ***Problemas Ambientais***, e pela inexistência de associação entre o grau de interesse e o grau de informação adquirido pela comunicação social para o tema ***Novas Descoberta de C&T***.

Ainda que a principal tarefa de um docente do 1.º CEB seja ensinar, o papel que este desempenha na Sociedade não pode ser esquecido aquando do desenvolvimento das competências e capacidades fundamentais para o desempenho desta profissão. Neste sentido, competências e capacidades referidas anteriormente brotam do carácter, da competência e da experiência adquiridas, de acordo com o contexto sócio cultural de cada docente, que permitam a construção de uma matriz conceptual sobre temas tecnocientíficos. Decorre desta ideia, que a visão que os docentes possuem de um determinado tema vem toldada pelos valores éticos e morais, pelas normas, pela forma de atuar perante diversas situações e pela história de vida de cada docente, pelo que, o processo de ensino-aprendizagem é afetado pela dimensão pessoal, cultural e social do docente (Pozo, Scheuer, Perez-Echeverria, Mateos, Martin & De La Cruz, 2007).

Neste sentido, os resultados apontam para o grau de envolvimento em temas de C&T residual, não permitindo que temas de C&T contribuam para a construção da matriz conceptual. Por outro lado, os resultados permitem verificar que o grau de envolvimento em temas de C&T é realizado, quase em exclusivo, na participação em encontros ou debates sobre C&T, o que se revela escasso para o grupo alvo em questão.

Também, a associação entre o grau de envolvimento e o grau de interesse permitiu verificar, mais uma vez, a inexistência de associação ou a existência de associação positiva pouco significativas entre o grau de envolvimento dos docentes em encontros e debates sobre C&T e o grau de interesse nos temas ***Novas Descoberta de C&T*** e ***Problemas Ambientais*** e ***Novas descobertas Médicas***. Este envolvimento residual em atividades relacionadas com temas de C&T não permite a este grupo de docentes promover o desenvolvimento harmonioso e entrelaçado das dimensões pessoal, social e profissional, na medida em que interação Ciência e Sociedade, isto é, o enquadramento dos temas C&T na Sociedade, é pouco explorado. Deste modo, a menor presença do enquadramento do trinómio CTS não permitirá a elaboração de uma matriz conceptual equilibrada e abrangente sobre cada um dos temas sociocientíficos, por parte do docente (Astudillo, Rivarosa & Ortiz, 2008).

Estas ideias sobre a Ciência e suas aplicações tecnológicas, NdC e valores éticos e morais são desenvolvidas fruto de várias dimensões, como sejam a formação inicial, a formação contínua, as interações entre pares ou as vivências pessoais, culturais e sociais. De entre estas vivências societais, o contacto com os *media* desempenha um papel importante, enquanto veículo transmissor de informação, que serve de alavanca para a promoção, desenvolvimento e solidificação das ideias sobre C&T. Pelo que aferir

o grau de interesse sobre temas de C&T e o grau de informação sobre esses mesmos temas, que foi adquirido através dos *media* reveste-se de grande importância porque um alinhamento da informação sobre C&T produzida com o interesse dos docentes permite otimizar a promoção da *Literacia Científica* (Nilsson & van Driel, 2010).

Neste sentido, os resultados apurados permitem verificar que o envolvimento deste corpo docente com temas de C&T, não está condicionado pela informação adquirida por esse tema através da comunicação social, na medida em que não existe uma associação positiva entre as variáveis grau de envolvimento e grau de informação. Apesar deste grupo ser um corpo de docentes com interesse pelos C&T, o envolvimento direto em atividades de C&T é praticamente residual. A este facto não será alheia a pouca oferta de atividades e eventos de génese tecnocientífica que ocorrem na região. Por outro lado, ausência de benefício imediato quer a nível pessoal, quer a nível profissional, resultante da participação em atividades de C&T poderá revelar-se um *handicap* para um maior envolvimento destes docentes em atividades de C&T.

### **4.3. Fronteiras entre a Literacia Científica e o Ensino das Ciências**

Um dos argumentos centrais que percorrem todo este projeto de investigação é a ideia de que os cidadãos que vivem nesta Sociedade moderna necessitam de manter uma conversa sobre temas de C&T baseada em conhecimentos sobre Ciência que possuem. Mesmo para os indivíduos que não possuem uma relação direta com a Ciência, os conhecimentos científicos são importantes quando os cidadãos, enquanto atores morais e políticos, são chamados a participar na tomada de decisões sobre diversos temas sociais. Torna-se claro que, sendo a Sociedade envolvida por um espectro variado de temas, os conhecimentos científicos são necessários, mas insuficientes para uma tomada de decisão ponderada. Quando chamados a pronunciar-se sobre temas tecnocientíficos, que cruzam áreas sociais, políticas, económicas e culturais, os cidadãos necessitam de aplicar conhecimentos que extravasam as barreiras dos conhecimentos científicos e técnicos (Osborne & Dillon, 2008; Rocard et al. 2007).

Deste modo, a participação dos indivíduos na Sociedade necessita ser alicerçada numa *Literacia Científica* que vá ao encontro dos desafios que a *Sociedade do conhecimento*, em constante modificação, coloca. É precisamente o que se verifica no decorrer da

primeira década do novo milénio, quando se observa a adequação da *Literacia Científica* à Sociedade tecnocientífica que serve o cidadão.

Como é perceptível na linha de pensamento que rege a definição de *Literacia Científica*, na Sociedade atual, possuir conhecimentos científicos sobre temas de C&T não é condição *sine qua non* para que o cidadão seja considerado cientificamente literado. Pretende-se, que este se envolva noutras dimensões como a NdC, o impacto da C&T na Sociedade e vice-versa ou ainda as limitações da prática científica. Apesar de se observar este fraco envolvimento dos docentes do 1.ºCEB em torno da Ciência e do conhecimento científico, os resultados para o grau de concordância com afirmações sobre C&T e a investigação científica permitem verificar que existe conhecimento, ainda que pouco assertivo, sobre temas sociocientíficos, bem como sobre o papel dos cientistas na investigação.

Os docentes do 1.º CEB, enquanto atores sociais, estão num patamar diferente no que à *Literacia Científica* diz respeito, uma vez que para além de participar, como cidadãos socialmente ativos, em debates e tomada de decisão sobre temas sociocientíficos, desempenham um papel ativo enquanto agentes promotores dessa mesma *Literacia Científica* (Ball & Forzani, 2009). Com intuito de formar cidadãos cientificamente literados para o século XXI, o grau de *Literacia Científica* do docente do 1.º CEB deve ser elevado, não existindo pretexto para dúvidas no que às crenças em torno da Ciência e do conhecimento científico, como seja o cientificismo, o anti-cientificismo, o método científico, o positivismo, a “Ciência pura”, o otimismo tecnológico, visão instrumental da Ciência, tecnocracia, religiosidade científica ou neutralidade moral da Ciência diz respeito (Matthews,2009).

Cimentar, desconstruir ou reconceitualizar estas crenças, é um passo essencial para a participação do docente na construção da C&T, percecionando os impactos causados pela C&T, quer enquanto produtora de conhecimentos e aplicações, quer como corporação social instruída para a defesa dos cidadãos. Face ao enquadramento do construto *Literacia Científica* na literatura é possível verificar que este se trata de um objeto de preocupação de várias áreas do conhecimento, onde os argumentos que estiveram na génese desse enquadramento podem ser resumidos em cinco categorias. Estas categorias atravessam o argumento *económico*, que conecta o nível de conhecimento público da Ciência com o desenvolvimento do país, o *utilitário*, que justifica a literacia por razões práticas e úteis, o *democrático*, que ajuda os cidadãos a participar nos debates e na tomada de decisão sobre questões sociocientíficas, o *social*,

que vincula a Ciência à cultura, procurando que a relação entre os cidadãos e da C&T seja mais harmoniosa, terminando no argumento *cultural*, que tem como meta fornecer aos alunos o conhecimento científico como produto cultural (Rivarosa & Astudillo, 2013).

Procura-se então que os docentes, no papel charneira que representam entre a Sociedade e a educação, apontem como um dos principais objetivos da educação a promoção da *Literacia Científica* através do EdCs, recorrendo à perspectiva CTS (Grossman et al. 2009)

A perspectiva CTS é uma ferramenta bastante poderosa para a formação tecnocientífica dos cidadãos, e mais particularmente, dos alunos. A utilização desta abordagem enquanto ferramenta de formação é facilitada na medida em que a perspectiva CTS assenta na premissa do acolhimento de posições divergentes e o exercício do entendimento, do respeito às diferenças, da construção de consenso e da tolerância, sem perder e vista os deveres, direitos, a ética, a cultura e a visão de curto, médio e longo prazos (Lee, 2010). A esse respeito, a perspectiva CTS tem como proposta de fundo a aceitação da construção social da C&T e o estudo do impacto da C&T sobre a Sociedade. Espera-se, assim, que o conhecimento sobre a humanização da C&T transforme numa aprendizagem social, influenciando o quotidiano de cada cidadão. Sob este prisma deve olhar-se para a perspectiva CTS não apenas como uma metodologia de ensino, mas também como uma cultura. Cultura esta que se deverá manifestar por meio de diversas técnicas que contemplem, de forma ampla, alguns pressupostos que caracterizam e norteiam a ação da didática (Watson, Steele, Vozzo & Aubusson, 2007).

Com o intuito de formar cidadãos cientificamente literados para o século XXI, não se deve esquecer que a abordagem CTS procura desenvolver estratégias voltadas para a realidade, nas quais os alunos interajam com esta realidade sob a ótica do conhecimento, das habilidades e das atitudes, modificando-a a partir de reflexões pessoais e/ou decisões coletivas. Deste modo, a perspectiva CTS não é uma abordagem exclusiva para as áreas disciplinares alocadas ao estudo da C&T, engloba, também, outras áreas de conhecimento como a cultura sócio-humanística.

Sendo a perspectiva CTS, simultaneamente, uma forma de abordar o currículo escolar e uma política educacional consciente, esta tem como um dos seus objetivos o desenvolvimento das atitudes relacionadas com a Ciência, propondo como referência

para a sua avaliação o corpo de conhecimento que emerge das análises históricas, filosóficas e sociológicas sobre a Ciência (Aikenhead, 1994). Partindo desta premissa, deve o docente do 1.º CEB desenvolver a sua atividade profissional através da abordagem CTS que se materializará nas várias esferas de ação didática nos diferentes ambientes educacionais. Na génese da atuação do docente deverá estar a vontade deste oferecer, através da educação das atitudes relacionadas com a Ciência, uma visão mais autêntica de C&T enquadrada no contexto societal vigente, desvinculada de imagens mitificadas e tendenciosas.

Este movimento didático não assenta num conceito ou processo único, pelo contrário, a abordagem CTS promove um ambiente que lhe permite olhar para os conceitos e processos de C&T. Este movimento contextualiza os conteúdos abordados e os procedimentos dos docentes com base no mundo real. Nessa mesma linha de atuação, os docentes devem entender que a debilidade da Ciência tradicional não reside no que ensina sobre a natureza, mas sim no que não ensina, em particular, as suas relações com a tecnologia e a Sociedade. Neste sentido, a tomada de consciência por parte dos agentes educativos, de que a grelha conceptual básica da abordagem CTS é a formação de uma cidadania instruída, capaz de tomar decisões cruciais sobre problemas atuais e desenvolver atitudes pessoais em função dessas decisões, permitirá otimizar o processo de promoção de *Literacia Científica*, a montante (enquanto indivíduo socialmente ativo) e a jusante (enquanto profissional do ensino) da sua condição de cidadão.

Para atingir tal desiderato, no que à promoção de *Literacia Científica* em ambiente profissional diz respeito, o docente do 1.º CEB, deve introduzir no currículo a abordagem CTS, seja através do enxerto CTS, seja através da estruturação de conteúdos das disciplinas a partir da metodologia CTS. Por outro lado, atendendo às políticas de flexibilidade curricular que a atual matriz curricular permite, promove-se a criação de uma disciplina de oferta curricular construída de raiz a partir de uma grelha conceptual CTS (National Research Council, 2008; Marcos-Stiefel, 2005).

Com o enxerto CTS pretende-se introduzir nos currículos os temas CTS, especialmente relacionados com temas tecnocientíficos que permitem reflexão e motivação para o contacto com a Ciência e a prática científica. Já a estruturação de conteúdos disciplinares a partir da perspectiva CTS permite uma abordagem onde se constroem atividades por disciplinas isoladas ou atividades interdisciplinares. Por fim, a criação de uma oferta curricular em torno da perspectiva CTS, procura reestruturar o ensino dos

conteúdos das matérias científicas sob uma sequência e estrutura organizadas para a exposição e discussão de problemas sociais relacionadas com a C&T.

Independentemente da forma como a metodologia CTS é introduzida, o docente deve desenvolver um conjunto de experiências didáticas que permitam a inclusão de módulos com base na perspectiva CTS nos currículos tradicionais, a diluição da abordagem CTS em matérias já existentes, através de repetidas inclusões pontuais ao longo do currículo, a criação de conteúdos CTS, a transformação completa do foco de um tema já existente, a partir da perspectiva CTS.

O ancoradouro onde assentam estas experiências didáticas deve ser sustentado por quatro pilares, que representam o motor do EdCs através da metodologia CTS, a saber: 1) compreensão das explicações científicas, 2) produção de evidências científicas, 3) reflexão sobre o conhecimento científico e 4) participação proveitosa na prática científica (National Research Council, 2008; Feiman-Nemser, 2001). Estes pilares remetem para a ideia de que conhecimento adquirido pelos estudantes não é estático. Pelo contrário, os alunos possuem capacidades que servem de base para construir mais conhecimento, à medida que sobem os patamares do ensino obrigatório, através da aplicação destes quatro pilares. No primeiro pilar - *compreensão das explicações científicas*, os alunos devem conhecer, utilizar e interpretar as explicações científicas do mundo material. Deverão entender as relações que existem entre os conceitos científicos centrais e utilizá-los para construir e criticar os argumentos científicos. Este pilar inclui o que normalmente se categoriza como conteúdo, ainda que o foco seja colocado nos conceitos e no vínculo que se estabelecem entre eles. No pilar - *produção de evidências científicas*, a tónica é colocada na prática científica. Um aluno competente em C&T deverá gerar e avaliar as evidências científicas como parte da construção e do aperfeiçoamento de modelos e explicações sobre o mundo natural. Neste pilar, estão incluídas as competências e os conhecimentos necessários para produzir e aperfeiçoar modelos e explicações, desenhar e analisar investigações, elaborar e defender argumentos, tendo em conta as evidências científicas. Este pilar remete, também, para a necessidade dos alunos dominarem ferramentas conceptuais, matemáticas, físicas e computacionais para elaborar e avaliar enunciados com conhecimentos científicos, pelo que, deste pilar faz parte uma ampla gama de práticas necessárias para desenhar e conduzir uma investigação científica.

No pilar - *reflexão sobre o conhecimento científico*, pretende-se que os alunos compreendam que o conhecimento científico pode corrigir-se à medida que surjam

novas evidências, o que dá lugar aos alunos de refletirem e revisitarem as próprias ideias. Neste pilar, estão incluídas ideias genericamente associadas à compreensão da NdC, onde se incluem, por exemplo, a história da Ciência, ainda que se centre mais no modo como se constrói o conhecimento científico. Isto é, como os argumentos baseados nessa evidência são produzidos. Este terceiro pilar engloba desde a NdC até à prática científica, procurando que os alunos aprendam como é participar em atividades/experiências científicas, uma vez que o conhecimento científico é um tipo de conhecimento com idiossincrasias, que resulta das fontes, das justificações e das incertezas. Deste modo, os alunos são capazes de reconhecer que as previsões ou explicações podem sofrer correções à luz das novas evidências, novas informações ou de um novo modelo. Por fim, o último pilar, caracterizado pela *participação proveitosa na prática científica*, procura que os estudantes entendam as normas adequadas para apresentar evidência e argumentos científicos e que pratiquem a interação social produtiva entre os pares no decorrer de uma investigação no contexto de sala de aula. Decorre também deste pilar a ideia de que, sendo a Ciência um empreendimento social regido por um conjunto de valores fundamentais e normas de participação, um aluno competente em Ciência deve participar com astúcia em atividades em contexto de sala de aula e ter um domínio de modos produtivos de representar ideias, utilizar ferramentas e debater com os colegas temas de Ciência. Este pilar inclui a Ciência dentro do contexto social, enfatizando a importância de trabalhar em conjunto na produção do conhecimento científico.

Para que os docentes desenvolvam as experiências didáticas que sustentam uma perspetiva CTS, devem construir uma *identidade tecnocientífica*, com base na grelha conceptual da *Literacia Científica na primeira década do século XXI*, onde estes quatro pilares façam parte da prática profissional. Deverão desenvolver competências, habilidades e conhecimentos que permitam: que todos os estudantes aprendam Ciência atual e futura, possibilitando, através do desenvolvimento de práticas pedagógicas o maior número de alunos possíveis; associar a prática científica, às ideias nucleares e aos conceitos de cada disciplina, e que apoiem os alunos para um ensino rigoroso e consequente da Ciência a partir do conhecimento de conteúdos pedagógicos e da prática pedagógica. Isto é, aos docentes do 1.º CEB, apoiados nesses pilares, cabe examinar, criticar e melhorar os recursos (manuais escolares, materiais para a realização de atividades práticas, laboratoriais e/ou experimentais, instrumentos de avaliação) que têm à disposição, por forma a estimular a utilização desses quatro pilares, sem nunca perder de vista a abordagem CTS.

## **5. Limitações, síntese conclusiva e propostas para futuras investigações**

Neste último capítulo, são evidenciadas as principais limitações deste estudo. Também são elencadas as principais conclusões, atendendo à análise e discussão dos resultados. Por fim, da conjugação das limitações e das conclusões, apresentam-se sugestões de investigação, que complementem e enriqueçam a temática em investigação.

### **5.1. Limitações da Investigação**

Chegados a este ponto da investigação importa referir algumas das limitações que surgiram durante a realização deste trabalho. Inerente à realização de dois estudos, teremos necessariamente limites de investigação para os dois estudos.

Para o Estudo I, a primeira limitação prende-se com a seleção de artigos científicos de natureza empírica. A não seleção de outras fontes bibliográficas (manuais sobre a temática, Relatórios oficiais produzidos por entidades nacionais e supranacionais, documentos vídeo e áudio, teses, atas de congressos entre outros) constitui uma limitação à definição do constructo.

A segunda limitação está associada ao idioma dos artigos selecionados, ainda que o Inglês seja a língua franca da comunidade científica, a não consideração de outras línguas para a escolha dos artigos limitou o acesso a outras fontes.

Por fim, a utilização de revistas indexadas, para a seleção dos artigos, deixa de fora um conjunto vasto de outras revistas, onde a produção de conhecimentos científicos sobre a temática poderiam densificar a mesma.

Para estudos de natureza qualitativa onde são medidas atitudes, opiniões e valores existem limitações a ter em conta, algumas das quais o Estudo II não foge. Segundo Coutinho (2016) e Black (1999), em questionários de resposta não objetiva existem alguns desvios ao conceito a medir derivados de padrões de resposta como seja a *socialmente desejável*, se o indivíduo responde não o que pensa, mas o que considera socialmente aceite, *má interpretação* das questões, fruto de vocabulário, caso de palavras difíceis que não fazem parte do universo dos respondentes; *respostas aleatórias* em testes de escolha múltipla quando os respondentes não estão muito motivados para responder.

Uma outra limitação prende-se com o modo como os questionários foram preenchidos pelos docentes. Como o investigador não esteve em contacto direto com os docentes no momento do preenchimento do mesmo, não é possível perceber se o questionário foi respondido isoladamente ou num grupo de trabalho.

A dificuldade de obter uma amostra mais significativa é uma limitação do Estudo II. A fraca percentagem de questionários preenchidos e devolvidos, levou a uma amostra pequena, o que impossibilita generalizações.

Outra limitação do estudo II relaciona-se com a ausência de estudo com os mesmos objetivos destes e com a mesma população alvo.

Por fim, de referir que apenas duas dimensões (atitudes e conhecimentos), não permitem compreender as competências destes docentes para desenvolver educação em Ciências com os seus alunos.

## **5.2. Síntese Conclusiva**

Atendendo aos resultados da Revisão Sistemática da Literatura realizada, na entrada para o novo milénio, a *Literacia Científica* é definida como um constructo multidimensional, caracterizado por um compósito de conceitos e ideias sobre Ciência, sobre NdC e sobre a interação da Ciência com a Sociedade. Depreende-se da criação destas dimensões, que a interpretação da definição deste constructo é definida pelos seguintes conjunto de fatores: grupos de interesse pela *Literacia Científica*, diferentes finalidades para advogar a promoção *da Literacia Científica*; diferentes definições conceptuais do termo, diferentes modos de medição e natureza relativa ou absoluta da literacia.

Esta conceção polimórfica de *Literacia Científica* entronca na bifurcação entre um constructo compreendido enquanto fundamental e um constructo encarado como consequência que enfatiza as capacidades cognitivas e o pensamento crítico. Trata-se de um instrumento que permite ao cidadão a compreensão das grandes ideias de Ciência, da relação destas com o método científico e com a NdC. Simultaneamente, possuiu as ferramentas necessárias para informar cidadãos fora da esfera da C&T, por forma a que estes possam participar mais plenamente no debate público sobre temas de C&T. É precisamente esta interação da Ciência com a Sociedade, no que concerne à

aplicação da Ciência no dia a dia, à forma como é implementada e aos efeitos que provoca nos ambientes social e natural, uma das mutações mais evidentes na categorização da *Literacia Científica* ao longo da década com a migração da ideia de “*aprendizagem*” de conteúdos científicos para a “*aplicação na Sociedade*” desses conteúdos de matriz tecnocientífica. Deste modo, e ao contrário de permanecer cristalizada na forma e no conteúdo, a *Literacia Científica* adquiriu uma natureza deítica, enquanto constructo que rapidamente altera o seu significado quando é modificado o contexto em que se insere.

Da mutação, que se observa ao longo da década, surge uma redefinição da matriz conceptual onde se constata uma mudança da forma relativamente passiva da apreciação e da forma como a Ciência opera na Sociedade para um compromisso de envolvimento pessoal com a Ciência. Mudança essa que ocorre na forma de compreensão da NdC, no modo de analisar como a Ciência se comporta na Sociedade, na forma de relacionamento com a elite científica e na utilidade do conhecimento científico ao longo da vida. Esta redefinição passa pela compreensão da natureza do conhecimento científico, interação com os valores que guiam a Ciência, compreensão e valorização da C&T, e da sua inter-relação com a Sociedade, utilização do processo científico na resolução de problemas, na tomada de decisões e promovendo a sua compreensão do Universo, desenvolvimento de múltiplas competências associadas à C&T, aplicação de conceitos, teorias, leis e modelos científicos em interação com o Universo e promoção da EndCs ao longo da vida.

De acordo com o que foi referido e atendendo à história e à NdC, à relação da Ciência com outras disciplinas e à sobreposição do trinómio CTS, é possível indicar um caminho para o cidadão cientificamente literado no século XXI. Será um indivíduo que reconheça a natureza cumulativa, provisória e cética da Ciência, as limitações da investigação científica, a necessidade de existirem evidências suficientes e conhecimento consolidado para apoiar ou rejeitar reivindicações, o impacto da C&T no ambiente político, social e económico e a influência da Sociedade na C&T.

Os resultados do Estudo II apontam para um grupo de docentes que revela interesse por temas de C&T, como sejam Problemas Ambientais, Novas Descobertas Médicas ou Novas Descobertas de C&T. Com exceção do tema Problemas Ambientais, altamente mediatizados na comunicação social, o grau de interesse pelos restantes temas de C&T não advêm da informação adquirida através da comunicação social. Esta discrepância poderá estar associada, entre outros, a diversos fatores como sejam: informação

publicada sobre esse tema ser insuficiente, a linguagem científica ser bastante hermética e de difícil compreensão ou ser um tema que não traga um benefício imediato para o docente.

Enquanto ator no processo de ensino-aprendizagem, o desenvolvimento global do docente pode ser dividido em três variáveis, não mutuamente exclusivas, onde se enquadram o desenvolvimento profissional, social e pessoal. Estas três dimensões permitem ao docente, numa versão holística, construir a matriz conceptual de determinado tema sociocientífico. Esta matriz desenvolve-se a partir de um compósito de conceitos, da natureza desses conceitos e do enquadramento destes na perspectiva CTS. O desenvolvimento harmonioso e entrelaçado destas três dimensões reforça a construção da matriz estrutural do tema sociocientífico, permitindo um grau de envolvimento suficientemente consolidado sobre esse mesmo tema. Deste modo, os resultados, permitem concluir que, para este grupo de docentes, o grau de envolvimento em temas de C&T é residual, não permitindo a construção desta matriz estrutural. Por outro lado, conclui-se que se trata de um grupo de docentes no qual grau de envolvimento em temas de C&T é realizado, quase em exclusivo, na participação em encontros ou debates sobre C&T. Contudo, há que salientar que a localização geográfica, sendo esta no Interior do território português, afastada dos grandes centros de produção científica, representa um obstáculo ao maior envolvimento com a Ciência.

A inexistência de uma associação entre o grau de envolvimento em atitudes tecnocientíficas e o grau de informação adquirida, através da comunicação social, sobre temas de C&T mostra que o envolvimento destes docentes nessas atividades C&T não depende dos ditames da agenda mediática da comunicação social, mas resulta, principalmente, de uma avaliação que cada um faz acerca dos benefícios e interesses pessoais, profissionais e sociais que pode extrair do envolvimento nestas atividades.

Deste modo, conclui-se a necessidade deste corpo docente edificar ou cimentar a construção de uma *identidade tecnocientífica*. Esta *identidade tecnocientífica*, enquanto linha de atuação dos docentes, não deve ser vista como um conceito cristalizado no tempo e no espaço, antes pelo contrário, deve ser atendida, tal como na *Literacia Científica*, a natureza deítica. Este facto implica uma constante reformulação, reconstrução e adaptação da *identidade tecnocientífica* ao contexto societal onde o docente se insere. Para construir esta identidade tecnocientífica, os docentes necessitam desenvolver um conhecimento e prática profissionais que vão para lá dos

conteúdos curriculares. O desenvolvimento desta *identidade tecnocientífica* dos docentes é condicionado pela construção de epistemologias pessoais dos docentes que orientam e condicionam os processos de aquisição de conhecimentos (Rivarosa,2009). Esta mundivisão é construída ao longo da formação docente e é constituída por uma rede de conhecimentos empíricos, simbólicos e afetivos, que oferecem resistência a serem modificados (Pozo et al., 2007).

Para cimentar a construção desta *identidade tecnocientífica*, à perspectiva CTS, é necessário acrescentar as perspectivas histórica e filosófica da C&T, através de conteúdos metacientíficos, como forma de valorizar a relevância cultural e científica do EdCs. Note-se que a construção de experiências didáticas que permita uma reflexão epistemológica sobre o conhecimento científico possibilitam, aos docentes, uma maior aproximação a novos significados sobre conhecimentos científicos que os habilitam a construir alternativas de ensino mais coerentes com as novas metas para a *Literacia Científica* (Rivarosa & Astudillo, 2013). Esta reflexão epistémica permite analisar o conteúdo científico em diálogo recursivo e constante sobre a natureza do conhecimento: analisando a prática científica, o valor ético e político do trabalho intelectual, as questões que desafiam as crenças e a criatividade que desenha as respostas. Esta perspectiva provoca uma rutura com o estilo académico (ensino tradicional) que esteve na base da formação inicial de muitos destes docentes, por forma a mobilizar mitos e erros conceptuais respeitantes à prática científica que caracterizam as epistemologias pessoais de cada docente.

Para provocar esta rutura com o estilo académico tradicional e, simultaneamente, reforçar a construção de uma identidade tecnocientífica, propõem-se o desenho, a montante do ensino das Ciências, de atividades a serem desenvolvidas aquando da formação contínua dos docentes, que incorporem a reflexão acerca da NdC e o estudo, em contexto CTS, da implementação destas atividade, para aferir o grau de mobilização dos conhecimentos científicos dos docentes, aquando da realização das mesmas (Rivarosa & Astudillo, 2013). Por outro lado, o desenvolvimento destas atividades permitem valorizar a importância da reflexão metacientífica e da reflexão sobre a NdC.

É de assinalar que as contribuições filosóficas e históricas ajudam a entender o progresso científico como um processo complexo de natureza não linear, rigoroso, criativo, desafiante e sujeito às estrutura e dinâmicas sociais. A contribuição epistemológica permite entender os processos de justificação metodológica vinculados

à validade e definição de teorias, assim como à análise dos modelos teóricos no contexto da história da ideologia e cultura da comunidade científica (Matthews, 2009).

Deste modo, as posições filosóficas servem de instrumento para a análise e para a meta-reflexão, permitindo melhorar os aspetos da prática científica e mostrando os contrastes da argumentação em torno das ruturas tecnológicas e socioculturais. A aproximação à meta-reflexão sobre a antropologia das Ciências (Martin, 2000) permite identificar as formas que condicionam a componente material, intelectual e social do conhecimento científico, assumindo que este se trata de uma atividade científica (Marco-Stiefel, 2005).

Estas contribuições justificam a construção das atividades de formação contínua de docentes onde se incluam linhas de trabalho associadas à NdC. Estas linhas de trabalho requerem o desenvolvimento de um modelo educativo que ultrapasse as visões tradicionais da aprendizagem por descoberta, tradicionalmente associada à vertente laboratorial, que coloque a criatividade e a imaginação no centro da atividade científica, que permita que o estudante desenhe e reflexione sobre uma determinada atividade experimental e, principalmente, promova nos alunos uma mudança conceptual e argumentativa que permite a compreensão da condição experimental, histórica e cultural da atividade científica (Carrascosa, Gil-Perez, Vilches, & Valdés, 2006).

Deste modo, para promover nos docentes uma compreensão sobre a atividade científica como critério relevante para reformular o EdCs é importante ancorar a *identidade tecnocientífica* aos saberes disciplinares e didáticos dos docentes do 1.º CEB, oferecendo alternativas complementares que permitam combinar a estrutura conceptual e o desenho experimental, a teoria com a argumentação, metacognição e transposição educativa da perspectiva CTS.

### **5.3. Futuras Investigações**

Da combinação das limitações encontradas, com as conclusões elencadas surgem algumas linhas de investigação que procuram colmatar algumas limitações identificadas e que permitem perspectivas complementares a esta investigação.

Neste sentido, sugere-se que o filtro temporal utilizado para a Revisão Sistemática da Literatura seja revisto passando a incluir os primeiros 15 anos do século XXI por forma a definir o constructo *Literacia Científica* atual.

Ainda para o Estudo I, outra linha de investigação deveria procurar avaliar de que forma as *guidelines*, documentos ou relatórios produzidos por identidades nacionais e supranacionais refletem a definição da *Literacia Científica* que decorre deste estudo.

No que ao estudo II diz respeito, e atendendo à existência de entidades supramunicipais, como são Comunidades Intermunicipais, afigura-se pertinente alargar a implementação deste questionário à Comunidade Intermunicipal das Beiras e Serra da Estrela, por forma a aumentar a amostra do estudo. A realização de um estudo comparativo com as Comunidades que fazem fronteira com a Beiras e Serra da Estrela permitiria definir metodologias de atuação, em escala, para a promoção da *Literacia Científica* e Educação CTS.

Finalmente, com o intuito de aferir o modo como a *identidade tecnocientífica* do docente se reflete no processo ensino-aprendizagem, nomeadamente nas metodologias de ensino, sugere-se a implementação de um estudo de natureza qualitativa, através da realização de entrevistas.

Procura-se deste modo traçar caminhos para futuras investigações que cimentem, enriqueçam ou complementem a produção científica inerente ao objeto de estudo desta temática.

## Bibliografía

- Acevedo-Díaz, J. A. (1996). La tecnología en las relaciones CTS : una aproximación al tema. *Enseñanza de Las Ciencias*, 14(1), 35–44. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21432/93394>.
- Acevedo-Díaz, J. A., & García-Carmona, A. (2016). «Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, 13(1), 3–19. <https://doi.org/10498/18010>.
- Aikenhead, G. (1994). Consequences to learning science thought STS: A research perspective. In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS Education: International perspectives on reform* (pp. 11–20). New York: Teachers College Press.
- Aikenhead, G. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. *Educación Química*, 16(2), 114–124. Recuperado de [https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/135665/mod\\_resource/content/0/162-aik\\_educacion\\_CTS\\_buena\\_idea\\_como\\_se\\_llame.pdf](https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/135665/mod_resource/content/0/162-aik_educacion_CTS_buena_idea_como_se_llame.pdf)
- Aikenhead, G. (2009). *Educação científica para todos*. Mangualde: Edições Pegaso.
- Aikenhead, G. S. (2000). STS in Canada: From policy to student evaluation. In D. D. Kumar & D. E. Chubin (Eds.), *Science, Technology and Society: A sourcebook on research and practice* (pp. 48–89). New York: Kluwer Academic/ Plenum Publishers.
- Akerson, V. L., Buzzelli, C. a., & Donnelly, L. a. (2010). On the nature of teaching nature of science: Preservice early childhood teachers' Instruction in preschool and elementary settings. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(2), 213–233. <https://doi.org/10.1002/tea.20323>.
- Alexander, R. (1995). *Culture & Pedagogy: International Comparisons in Primary Education*, Oxford: Blackwell.
- Ambrogi, A. (1999). Filosofía de la ciencia: el giro naturalista. In A. Ambrogi (Ed.), *Filosofía de la ciencia: el giro naturalista* (pp. 67-100) Palma de Maiorca: Universitat de les Illes Balears.
- Astudillo, C.; Rivarosa, A. & Ortiz, F. (2009). La Ciencia según futuros profesores: entre la tradición y la novedad. *Revista Ensenanza de las Ciencias*, 8, Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona. 62-65. Recuperado em <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/293417/381944>
- Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento cts no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7(1), 1–13.

- <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100001>.
- Avraamidou, L., & Zembal-Saul, C. (2010). In search of well-started beginning science teachers: Insights from two first-year elementary teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(6), 661–686. <https://doi.org/10.1002/tea.20359>
- Baker, D. R., Lewis, E. B., Purzer, S., Watts, N. B., Perkins, G., Uysal, S., Lang, M. (2009). The Communication in Science Inquiry Project (CISIP): A project to enhance scientific literacy through the creation of science classroom discourse communities. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 259–274.
- Ball, D.L. & Forzani, F. (2009). The work of teaching and the challenge for teacher education. *Journal of Teacher Education*, 60(5), 497-511. <https://doi.org/10.1177/0022487109348479>
- Bamberger, Y.M. & Davis, E.A. (2013) Middle school science students' modeling performances across content areas and within a learning progression. *International Journal of Science Education*, 35(2), 213-238. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.624133>.
- Barnes, S.B., & Dolby, R.G.A. (1970) The Scientific Ethos : A deviant viewpoint. *European Journal of Sociology*, 11(1), 3-25. Recuperado de [https://www.jstor.org/stable/23998697?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/23998697?seq=1#page_scan_tab_contents)
- Bartholomew, H., Jonathan, O. & Ratcliffe, M. (2004) Teaching students “ideas-about-science”: Five dimensions of effective practice. *Science Education*. 88(5). 655-682. <https://doi.org/10.1002/sce.10136>
- Barton, A. C., & Tobin, K. (2001) Urban science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(8),843-846. [https://doi.org/10.1007/978-94-6209-497-0\\_98](https://doi.org/10.1007/978-94-6209-497-0_98)
- Bauer, M. W. (2009). The Evolution of Public Understanding of Science - Discourse and Comparative evidence. *Science, Technology and Society*, 14(2), 221-240. <https://doi.org/10.1177/097172180901400202>.
- Bauer, M. W., Allum, N., & Miller, S. (2007). What can we learn from 25 years of PUS survey research?: Liberating and expanding the agenda. *Public Understanding of Science*, 16(1), 79–95. <https://doi.org/10.1177/0963662506071287>
- Bayram, H., & Comek, A. (2009). Examining the relations between science attitudes, logical thinking ability, information literacy and academic achievement through internet assisted chemistry education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 1526–1532. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.269>
- Bingle, W. H., & Gaskell, P. J. (1994). Scientific literacy for decisionmaking and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, 72, 185–201.

<https://doi.org/10.1002/sce.3730780206>

- Bittar, M., & Ferreira Jr., A. (2014). Ciência e Tecnologia: uma perspectiva histórico-filosófica. In M. Hayashi, C. Rogolin, & M. Kerbauy (Eds.), *Sociologia da Ciência: Contribuições ao campo CTS* (pp. 13–40). Campinas, SP: Editora Alínea.
- Black, T. (1999). *Doing quantitative research in the Social Sciences: An integrated approach to research design, measurement and statistics*. London: Sage Publications.
- Bodman, S., Taylor, S., & Morris, H. (2012) Politics, policy and professional identity. *English Teaching: Practice and Critique*, 11 (3), 14-25. Recuperado de <http://education.waikato.ac.nz/research/files/etpc/files/2012v11n3art1.pdf>
- Boujaoude, S. (2002). Balance of scientific literacy themes in science curricula: The case of Lebanon. *International Journal of Science Education*, 24(2), 139–156. <https://doi.org/10.1080/09500690110066494>
- Bourdieu, P. (2004). *Para uma Sociologia da Ciência*. Lisboa: Edições 70.
- Bryk, A., Sebring, P., Allensworth, R., Suppes, S. & Easton, J. (2010). *Organizing schools for Improvement: Lessons from Chicago*. Chicago, IL: The University Of Chicago Press.
- Bybee, R. (1987). Science Education and the science-technology-society (STS) theme. *Science Education*, 71(5), 667–683.
- Bybee, R. (1997). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices* (Heinemann). Portsmouth.
- Bybee, R., McCrae, B., & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865–883. <https://doi.org/10.1002/tea.20333>.
- Cachapuz, A., Paixão, F., Lopes, J., & Guerra, C. (2008). Do estado da arte da pesquisa em educação em ciências: linhas de pesquisa e o caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, 1(1), 27-49. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37408/28738>
- Canavarro, J. M. (1999). *Ciência e Sociedade*. Coimbra, Portugal: Quarteto Editora.
- Calabrese, A., & Tobin, K. (2001). Urban science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(8), 843–846. doi:10.1002/tea.1034.
- Caraça, J. (2001). *Ciência* (1ª). Porto, Portugal: Quimera.
- Cardoso, T., Alarcão, I. & Celorico, J.A. (2010). *Revisão da Literatura e Sistematização do conhecimento*. Porto: Porto Editora.
- Carrascosa, J. Gil-Perez, D. Vilches, A., & Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental em la Educación Científica. *Caderno Brasileiro do Ensino da Física*,

- 23(2), 157-181. Recuperado de  
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6274/12764>
- Carter, L. (2005). Globalisation and science education: Rethinking science education reforms. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 561-580.  
 doi:10.1002/tea.20066
- Cheek, D. W. (2000). Marginalization of technology within the STS movement in American K-12 education. In D. D. Kumar & D. E. Chubin (Eds.), *Science, technology, and society: A sourcebook on research and practice*. (pp. 167-192). New York: Kluwer Academic/ Plenum Publishers.
- Chesterman, C. (2014). Thought and knowledge – an introduction to critical thinking (5th edition). *Educational Psychology in Practice*, 30(4), 443-444.  
<https://doi.org/10.1080/02667363.2014.934516>
- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S.W., & Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670-697. <https://doi.org/10.1002/tea.20424>
- Christensen, C. (2009). Risk and school science education. *Studies in Science Education*, 45(2), 205-223. <https://doi.org/10.1080/03057260903142293>
- Comissão Europeia (2010). *Special Eurobarometer 340/Wave 73.1. - TNS Opinion and Social*. Bruxelas, Bélgica: Comissão Europeia. Recuperado em [https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs\\_340\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_340_en.pdf)
- Costa, A. F., Ávila, P., & Mateus, S. (2002). Introdução. In *Públicos da Ciência em Portugal* (p. 13). Lisboa: Gradiva.
- Coutinho, C.P. (2013). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas Teoria e Prática* (2.ª ed.). Coimbra: Edições Almedina.
- Cutcliffe, S.(1990). CTS: un campo interdisciplinar. In Medina, M., Sanmartín,J. (Eds), *Ciencia, tecnología y sociedad, Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública* (pp. 20-41). Barcelona, Anthropos.
- Dagnino, R. (2008). As Trajetórias dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e da Política Científica e Tecnológica na Ibero-América. *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(2), 3-36. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37483/28779>
- Dani, D. (2009). Scientific literacy and purposes for teaching science: A case study of lebanese private school teachers. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 289-299. Recuperado de [http://www.ijese.com/IJESE\\_v4n3\\_Special\\_Issue\\_Dani.pdf](http://www.ijese.com/IJESE_v4n3_Special_Issue_Dani.pdf)
- Darling-Hammond, L. (2000). How Teacher Education Matters. *Journal of Teacher*

- Education*, 51(3), 166–173. <https://doi.org/10.1177/0022487100051003002>
- Davies, S., McCallie, E., Simonsson, E., Lehr, J. L., & Duensing, S. (2008). Discussing dialogue: perspectives on the value of science dialogue events that do not inform policy. *Public Understanding of Science*, 18(3), 338–353. <https://doi.org/10.1177/0963662507079760>
- Day, C. (2008). Committed for life? Variations in teachers' work, lives and effectiveness. *Journal of Educational Change*, 9(3), 243–260. <http://dx.doi.org/10.1007/s10833-007-9054-6>
- De Vos, W., Bulte, A.M.W., & Pilot, A. (2002). Chemistry Curricula for General Education: Analysis and Elements of A Design. In J.K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D.F. Treagust, & J.H. Van Driel (Eds). *Chemical Education: Towards Research-based Practice* (pp-101-124). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Deboer, G. E. (1991). *A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice*. New York: Teachers College Press.
- Deboer, G. E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582–601. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L)
- Departamento da Educação Básica (ME-DEB) (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação. Ministério da Educação
- Dewey, J. (1916). *Democracy and Education: An Introduction to the Philosophy of Education*. New York: The Free Press [PDF]. Recuperado de [https://iwenglish1.typepad.com/Documents/dewey\\_democracy\\_and\\_education.pdf](https://iwenglish1.typepad.com/Documents/dewey_democracy_and_education.pdf)
- Dillon, J. (2009). On scientific literacy and curriculum reform. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 201–213. Recuperado de [http://www.ijese.com/IJESE\\_Volume4\\_Issue3\\_July\\_2009.pdf#page=11](http://www.ijese.com/IJESE_Volume4_Issue3_July_2009.pdf#page=11)
- Durant, J., Bauer, M., Midden, C., Gaskell, G., Liakopoulous, M., & Scholten, L. (2005). Two cultures of public understanding of science and technology in Europe. In M. Dierkes, C. von Grote (Eds.), *Between Understanding and Trust. the Public, Science and Technology* (pp. 61–74). Oxon: Taylor & Francis Group.
- Echeverria, J. (2002). *Ciencia y valores*. Madrid: Ediciones Destino.
- Eilks, I. (2015). Science Education and Education for Sustainable Development – Justifications, Models, Practices and Perspectives. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1), 149-158. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Ingo\\_Eilks/publication/271076948\\_Scienc](https://www.researchgate.net/profile/Ingo_Eilks/publication/271076948_Scienc)

- e\_Education\_and\_Education\_for\_Sustainable\_Development\_-\_Justifications\_Models\_Practices\_and\_Perspectives/links/54cc0e010cf29ca810f4b44a/Science-Education-and-Education-for-Sustainable-Development-Justifications-Models-Practices-and-Perspectives.pdf
- Einsiedel, E. (2007). Editorial: Of publics and science. *Public Understanding of Science*, 16(1), 5–6. <https://doi.org/10.1177/0963662506071289>
- Feiman-Nemser, S. (2001). From preparation to practice: Designing a continuum to strengthen and sustain teaching. *Teachers College Record*, 103(6), 1013-1055. Recuperado de [http://www.geocities.ws/cne\\_magisterio/4/curricfomdocente.pdf](http://www.geocities.ws/cne_magisterio/4/curricfomdocente.pdf).
- Felt, U. (2005). Why should the public "Understand" Science? A Historical Perspective on Aspects of the Public Understanding of Science. In M. Dierkes, C. von Grote (Eds.), *Between Understanding and Trust. the Public, Science and Technology* (pp. 67–38). Oxon: Taylor & Francis Group.
- Fensham, P. J. (1996). Conclusion. In P. J. Fensham (Ed.), *Science and technology education in the post-compulsory years* (pp. 317–321). Melbourne, Australia: Australian Council for Educational Research.
- Fensham, P. J. (2009). Real world contexts in PISA science: Implications for context-based science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 884–896. <https://doi.org/10.1002/tea.20334>
- Guarido Filho, E.G. (2014). A Sociologia da Ciência Mertoniana. In M. Hayashi, C. Rigolin, & M. Kerbauy (Eds.), *Sociologia da Ciência: Contribuições ao campo CTS* (pp. 117–142). Campinas, SP: Editora Alínea.
- Ford, D. J. (2006). Representations of science within children's trade books. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), 214–235. <https://doi.org/10.1002/tea.20095>
- Fransson, G. & Grannäs, J. (2013). Dilemmatic Spaces in Teachers Work - Towards a Conceptual Framework for Dilemmas in Teachers Work. *Teachers and Teaching Theory and Practice*, 19(1), 4-17. <https://doi.org/10.1080/13540602.2013.744195>.
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2009). School Engagement : Potential of the Concept , State of the Evidence, 74(1), 59–109.
- Friedman, T.L. (2007). *O Mundo é Plano: Uma história Breve do Século XXI* (8.ª ed.). Lisboa: Actual Editora.
- Gallagher, J. J. (1971). A broader base for science education. *Science Education*, 55, 329–338. <https://doi.org/10.1002/sce.3730550312>.
- Gaskell, G. D. Wright, D. B., & O'Muircheartaigh, C. A. (1993). Measuring scientific interest: the effect of knowledge questions on interest ratings. *Public Understanding of Science*, 2(1), 39–57. <https://doi.org/10.1088/0963->

6625/2/1/003

- Godin, B., & Gingras, Y. (2000). What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model. *Public Understanding of Science*, 9(1), 43–58. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/9/1/303>.
- de Grave, W., Moust, Jos. & Hoomes, J. (2003). *The Role of the Tutor: In a Problem Based Learning Curriculum*. Maastricht: Maastricht University.
- Grossman, P., Hammerness, K., & McDonald, M. (2009). Redefining teaching, re-imagining teacher education. *Teachers and Teaching*, 15(2), 273-289. <https://doi.org/10.1080/13540600902875340>.
- Guerrero, S., & Melgoza, J. (2011). Percepción social de la ciencia : ¿utopía o distopía? *Revista CTS*, 6(17), 57–76 . Recuperado de [http://www.revistacts.net/files/Volumen%206%20%20Número%2017/FINALES/jara\\_corregido.pdf](http://www.revistacts.net/files/Volumen%206%20%20Número%2017/FINALES/jara_corregido.pdf).
- Gyllenpalm, J., Wickman, P., & Holmgren, S. (2010). Teachers' Language on Scientific Inquiry: Methods of teaching or methods of inquiry? *International Journal of Science Education*, 32(9), 1151–1172. <https://doi.org/10.1080/09500690902977457>
- Hand, B., Yore, L. D., Jagger, S., & Prain, V. (2010). Connecting research in science literacy and classroom practice: a review of science teaching journals in Australia, the UK and the United States, 1998–2008. *Studies in Science Education*, 46(1), 45–68. <https://doi.org/10.1080/03057260903562342>
- Hanusheck, E. & Woesman, L. (2016). Knowledge capital, growth, and the East Asian miracle. *Science*, 351(6271), 344-345. <https://doi.org/10.1126/science.aad7796>
- Hamilton, C. (2003). *Growth fetish*. Sydney, Australia: Allen and Unwin. Recuperado de <https://archive.org/details/CliveHamiltonGrowthFetishAllenUnwin2003>
- Hand, B., Yore, L. D., Jagger, S., & Prain, V. (2010). Connecting research in science literacy and classroom practice: a review of science teaching journals in Australia, the UK and the United States, 1998–2008. *Studies in Science Education*, 46(1), 45–68. <https://doi.org/10.1080/03057260903562342>
- Harms, N. C., & Yager, R. E. (1981). *What research says to the science teacher*. (N. C. Harms & R. E. Yager, Eds.) (Vol. 3). Washington, DC.: National Science Teachers Association.
- Hodson, D. (2014). Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534–2553. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.899722>.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*. 25(6), 645-670.

- <https://doi.org/10.1080/09500690305021>
- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2010). Societal Issues and Their Importance for Contemporary Science Education—a Pedagogical Justification and the State-of-the-Art in Israel, Germany, and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(6), 1459–1483. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9273-9>
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2007). The Nature of Science Education for Enhancing Scientific Literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347–1362. <https://doi.org/10.1080/09500690601007549>
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275–288. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ884397.pdf>
- Hurd, P. D. (1975). Science, technology and society: New goals for interdisciplinary science teaching. *The Science Teacher*, 42(2), 27–30.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), 407–416. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199806\)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199806)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G)
- Hurtado, M. M. C., & Cerezo, J. A. L. (2008). Dimensiones políticas de la cultura científica. In F. J. G. González & J. A. L. Cerezo (Eds.), *Apropiación social de la ciencia* (pp. 63–90). Madrid: Biblioteca Nueva - OEI.
- Ibáñez, T. (2003). *Psicología social constructorista*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara [PDF] Recuperado de [https://kupdf.net/queue/tomas-ibaez-  
psicologia-social-  
constructorista\\_59a66938dcod60c430568ee2\\_pdf?queue\\_id=-  
1&x=1569286694&z=MjAwMT04YTA6ZmI1YjphMzAxOmE1NGY6ZWY1OmM1NDE6ZGY3OQ=](https://kupdf.net/queue/tomas-ibaez-psicologia-social-constructorista_59a66938dcod60c430568ee2_pdf?queue_id=-1&x=1569286694&z=MjAwMT04YTA6ZmI1YjphMzAxOmE1NGY6ZWY1OmM1NDE6ZGY3OQ=)
- Irwin, A., & Michael, M. (2003). *Science, Social Theory and Public Knowledge*. Maidenhead: Open University Press. Recuperado de [https://tecno.cienciassociais.ufg.br/up/410/o/Livro\\_-  
\\_Science\\_\\_Social\\_Theory\\_and\\_Public\\_Knowledge\\_.2003\\_.Alan\\_Irwin\\_.Mi  
ke\\_Michael.pdf](https://tecno.cienciassociais.ufg.br/up/410/o/Livro_-_Science__Social_Theory_and_Public_Knowledge_.2003_.Alan_Irwin_.Mike_Michael.pdf)
- Jenkins, E. (2007). School science: a questionable construct?. *Journal of Curriculum Studies*, 39(8), 265–282. <https://doi.org/10.1080/00220270701245295>.
- Jimoyiannis, A. (2010). Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development. *Computers & Education*, 55(3), 1259–1269. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.022>.

- Kennedy, M.M. (2006). From Teacher Quality to Quality Teaching. *Educational Leadership*, 63(6),14-19.
- Kerr, A., Cunningham-Burley, S., & Tutton, R. (2007). Shifting subject positions: experts and lay people in public dialogue. *Social Studies of Science*, 37(3), 385–411. <https://doi.org/10.1177/0306312706068492>
- Kim, M., & Roth, W.M. (2008). Rethinking the ethics of scientific knowledge: A case study of teaching the environment in science classrooms. *Asia Pacific Education Review*, 9(4), 516–528. <https://doi.org/10.1007/BF03025667>
- Klein, P. D., & Kirkpatrick, L. C. (2010). Multimodal literacies in science: Currency, coherence and focus. *Research in Science Education*, 40(1), 87–92. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9159-4>
- Klop, T., Severiens, S. E., Knippels, M. P. J., van Mil, M. H. W., & Ten Dam, G. T. M. (2010). Effects of a Science Education Module on Attitudes towards Modern Biotechnology of Secondary School Students. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1127–1150. <https://doi.org/10.1080/09500690902943665>
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291–310. <https://doi.org/10.1002/sce.1011>
- Kuhn, T. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago). The University of Chicago Press.
- Kuhn, T. (1989). *A Tensão Essencial*. Lisboa: Edições 70.
- Larrión, J. (2017). Ignorancia, educación y propaganda. Claves para una crítica de la cultura científica y tecnológica. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología Y Sociedad*, 12(34), 111–132.
- Laugksch, R. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71–94.
- Laureano, R. (2011). *Testes de Hipóteses com SPSS*. Lisboa: Edições Silabo.
- Lawson, A. (2010) Basic Inferences of Scientific Reasoning, Argumentation, and Discovery. *Science Education*, 94(2), 336-364. <https://doi.org/10.1002/sce.20357>
- Lee, Y. C. (2010). Science-Technology-Society or Technology-Society-Science? Insights from an Ancient Technology. *International Journal of Science Education*, 32(14), 1927–1950. <https://doi.org/10.1080/09500690903277477>.
- Lemke, J. L. (2001). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296–316. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200103\)38:3%3C296::AID-TEA1007%3E3.o.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200103)38:3%3C296::AID-TEA1007%3E3.o.CO;2-R)

- Levinson, R. (2010). Science education and democratic participation: an uneasy congruence? *Studies in Science Education*, 46(1), 69–119.  
<https://doi.org/10.1080/03057260903562433>
- Levitt, K. E. (2002). An Analysis of Elementary Teachers' Beliefs Regarding the Teaching and Learning of Science. *Science Education*, 86(1), 1–22.  
<https://doi.org/10.1002/sce.1042>
- Liu, X. (2009). Beyond science literacy: Science and the public. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 301–311. Recuperado de [http://www.ijese.com/IJESE\\_v4n3\\_Special\\_Issue\\_Lui.pdf](http://www.ijese.com/IJESE_v4n3_Special_Issue_Lui.pdf)
- Liu, O., Lee, H., & Linn, M. (2010). An Investigation of Teacher Impact on Student Inquiry Science Performance Using a Hierarchical Linear Model. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 807-819. <https://doi.org/10.1002/tea.20372>.
- Marks, R., & Eilks, I. (2009). Promoting scientific literacy using a sociocritical and problem-oriented approach to chemistry teaching: Concept, examples, experiences. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 231–245.
- Marco-Stiefel, B. (2005). La naturaleza de la ciencia, una asignatura pendiente em los enfoques CTS:retos y perspectivas. In P. Membiela & Y. Padilla (eds.), *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnologia-Sociedad en los inicios del Siglo XXI* (pp.35-39).Vigo: Educacion Editora.
- Martin, E. (2000). Puede ayudar la teoria del cambio conceptual a los docentes?. *Tarbiya Revista de investigación e innovación educativa*, 26, 31-50.
- Martins, C. (2011). *Manual de Análise de Dados Quantitativos com recurso ao IBM®: Saber decidir, fazer, interpretar e redigir*. Braga: Psiquilíbrios Edições.
- Matthews, M. (2006). Science, worldviews and education: and introduction. In M. Matthews (Ed.). *Science, Worldviews and Education - Journal Science and Education* (pp.1-25). Sydney, Springer Science/Business media
- McDonald, S., & Songer, N. B. (2008). Enacting classroom inquiry: Theorizing teachers' conceptions of science teaching. *Science Education*, 92(6), 973–993.  
<https://doi.org/10.1002/sce.20293>.
- McDougall, J. (2010). A crisis of professional identity: How primary teachers are coming to terms with changing views of literacy. *Teaching and Teacher Education*, 26(3),679-687. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.10.003>
- McWilliam, E., Poronnik, P., & Taylor, P.G.(2008). Re-designing Science Pedagogy: Reversing the Flight from Science. *Journal of Science Education and Technology*, (17)3, 226-235. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9092-8>
- McNeill, K.L. (2011). Elementary students' views of explantion, argumentation and

- evidence and abilities to construct arguments over the school year. *Journal of Research in Science Teaching*, 48 (7), 793-823.  
<https://doi.org/10.1002/tea.20430>
- Merton, R. (1973). The Normative structure of science. In *The Sociology of Science. Theoretical and Empirical Investigations* (pp. 286–324). Recuperado de [https://sciencepolicy.colorado.edu/students/envs\\_5110/merton\\_sociology\\_science.pdf](https://sciencepolicy.colorado.edu/students/envs_5110/merton_sociology_science.pdf)
- Michael, M. (2002). Comprehension, Apprehension, Prehension: Heterogeneity and the Public Understanding of Science. *Science, Technology & Human Values*, 27(3), 357–378. <https://doi.org/10.1177/016224390202700302>
- Millar, R. (2006). Twenty First Century Science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499–1521.  
<https://doi.org/10.1080/09500690600718344>
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. [PDF]. Recuperado em <https://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Beyond%202000.pdf>
- Miller, J. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7(3), 203–223. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/7/3/001>
- Miller, J. (2004). Public Understanding of, and Attitudes toward, Scientific Research: What We Know and What We Need to Know. *Public Understanding of Science*, 13(3), 273–294. <https://doi.org/10.1177/0963662504044908>
- Miller, J., & Pardo, R. (2003). Civic Scientific Literacy and Attitude to Science and Technology: A Comparative Analysis of the European Union, the United States, Japan, and Canada. In M. Dierkes, C. von Grote (Eds.), *Between Understanding and Trust. The Public, Science, and Technology* (pp. 81–130). Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/233726723\\_Civic\\_Scientific\\_Literacy\\_and\\_Attitude\\_to\\_Science\\_and\\_Technology\\_A\\_Comparative\\_Analysis\\_of\\_the\\_European\\_Union\\_the\\_United\\_States\\_Japan\\_and\\_Canada](https://www.researchgate.net/publication/233726723_Civic_Scientific_Literacy_and_Attitude_to_Science_and_Technology_A_Comparative_Analysis_of_the_European_Union_the_United_States_Japan_and_Canada).
- Miller, S. (2001). Public Understanding of Science at the Crossroads. *Public Understanding of Science*, 10(1), 115–120. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/235695607\\_Public\\_Understanding\\_of\\_Science\\_at\\_the\\_Crossroads](https://www.researchgate.net/publication/235695607_Public_Understanding_of_Science_at_the_Crossroads).
- Moscovici, S. (1979). *El psiconalásis, su imagen y su público*. Buenos Aires: Huemul [PDF]. Recuperado de <http://www.bibliopsi.org/docs/carreras/obligatorias/CFG/social/robertazzi/Moscovici%20->

- [%20El%20psicoanálisis,%20su%20imagen%20y%20su%20público.pdf](#)
- Moscovici, S. (2003). Notas hacia una descripción de la psicología social. *Psi.Soc.- Revista Internacional de Psicología Social*, 1(2), 67–118.
- Mulkay, M. (1979). *Science and Sociology of Knowledge*. Londres: George Allen & Unwin.
- Murcia, K. (2009). Re-thinking the development of scientific literacy through a rope metaphor. *Research in Science Education*, 39(2), 215–229.  
<https://doi.org/10.1007/s11165-008-9081-1>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). *Science Literacy: Concepts, Contexts, and Consequences*. Washington, DC: The National Academies Press. doi:10.17226/23595.
- National Research Council. (2008). *Ready, Set, SCIENCE!: Putting Research to Work in K-8 Science Classrooms*. Washington, DC: The National Academies Press.  
<https://doi.org/10.17226/11882>.
- Nilsson, P. & van Driel, J. (2010). Teaching together and learning together - Primary science student teachers' and their mentors' joint teaching and learning in the primary classroom. *Teaching and Teacher Education*, 26(6), 1309-1318.  
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.03.009>
- Norris, S. P., Phillips, L. M., & Norris, S. P., (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224–240.  
<https://doi.org/10.1002/sce.10066>.
- Nudelman, N.S. (2015). Inquiry-based science education. *Revista CTS*, 28(10).11-22.  
 Recuperado de  
[http://www.revistacts.net/files/Volumen\\_10\\_Numero\\_28/FINAL/FINAL%20PO RTUGUES/CTS28.pdf](http://www.revistacts.net/files/Volumen_10_Numero_28/FINAL/FINAL%20PO RTUGUES/CTS28.pdf).
- Office for Standards in Education (OfSTED). (2013). *Maintaining curiosity A survey into science education in schools*. London: OfSTED. Recuperado de  
[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/379164/Maintaining\\_20curiosity\\_20a\\_20survey\\_20into\\_20science\\_20education\\_20in\\_20schools.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/379164/Maintaining_20curiosity_20a_20survey_20into_20science_20education_20in_20schools.pdf).
- Olsen, b. (2014). Learning from experience: A Teacher Identity perspective', in V. Ellis & J. Orchard (Eds), *Learning Teaching from Experiences - Multiple Perspectives and International Comparisons*, 79-94, London: Bloomsbury.
- Osborne, J. F., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe*. [PDF]. Recuperado em  
[https://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci\\_Ed\\_in\\_Europe\\_Repo](https://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Repo)

rt\_Final.pdf

- Osborne, J. (2007). Science Education for the Twenty First Century \*, 3(3), 173–184.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>.
- Paixão, F., Santos, M. E. M., & Praia, J. (2008). Cidadania, Cultura Científica e Problemática CTS: Obstáculos e um Desafio da Actualidade. In Vieira, R.M.; Pedrosa, M.A., Paixão, F., Martins, I., Caamaño, A.; Vilches, A., Martín-Díaz, M. J., *Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências Educação Científica e Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Aveiro*, 03-05 Julho 2008 (pp. 190-192). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, 95(4), 601–626. <https://doi.org/10.1002/sce.20435>
- Peters, E. (2012). Beyond comprehension: the role of numeracy in judgments and decisions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1). 31-35. Recuperado de <https://cpb-us-w2.wpmucdn.com/u.osu.edu/dist/2/5432/files/2016/02/Current-Directions-in-Psychological-Science-10smc2p.pdf>
- Plakitsi, K. (2010). Collective curriculum design as a tool for rethinking scientific literacy. *Cultural Studies of Science Education*, 5(3), 577–590. <https://doi.org/10.1007/s11422-010-9288-0>
- Polino, C. (2004). Focus The wise and the ignorant , or a dangerous distinction for Latin America. *Journal of Science Communication*, 3(3). <https://doi.org/10.22323/2.03030903>.
- Polino, C., Cerezo, J.A.L., Fazio, M.E., & Castelfranchi, Y. (2006) Nuevas herramientas y direcciones hacia una mejor comprensión de la percepción social de la ciencia en los países del ámbito Ibero-americano. In ALBORNOZ, M. et al. (Org.). El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Ibero-americanos/Interamericanos. (pp. 50-60). Recuperado de [http://www.ricyt.org/manuales/doc\\_view/99-nuevas-herramientas-y-direcciones-hacia-una-mejor-comprension-de-la-percepcion-social-de-la-ciencia-en-los-paises-del-ambito-iberoamericano](http://www.ricyt.org/manuales/doc_view/99-nuevas-herramientas-y-direcciones-hacia-una-mejor-comprension-de-la-percepcion-social-de-la-ciencia-en-los-paises-del-ambito-iberoamericano)
- Polino, C., Fazio, M., & Vaccarezza, L. (2003). Medir la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos. *CTS+I: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad Y Innovación*, 2(5), 1–17. Recuperado de <https://www.oei.es/historico/revistactsi/numero5/articulo1.htm>

- Popper, K. (2018). *Conjunturas e Refutações*. Lisboa, Portugal: Edições 70.
- Postman, N. (1994). *The disappearance of childhood*. New York: Vintage Books [PDF].  
Recuperado de <https://interesi.files.wordpress.com/2017/10/disappearance.pdf>
- Pozo, J.I., Scheuer, N., Perez-Echeverria, M., Mateos, M., Martin, E. & De La Cruz, M. (2007). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores e alumnos*. Barcelona: Editorial Graó.
- Reveles, J. M., Cordova, R., & Kelly, G. J.(2004). Science literacy and academic identity formulation. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1111-1114.  
<https://doi.org/10.1002/tea.20041>.
- Rivarosa, A.S. & Astudillo, C.S. (2013). Scientific practices and cultures: a necessary reflection for a science educator. *Revista CTS*, 23(8),45-66.  
<http://www.revistacts.net/files/Volumen%208%20%20Número%2023/FINAL/23Completo-FINAL.pdf>
- Roberts, D.A. (2007) Scientific Literacy/science literacy. In S. Abell & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp.729-780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rocard, M. (2007). *Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*, Brussels: European Commission. Recuperado de [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-onscience-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-onscience-education_en.pdf)
- Rodríguez, M. (2015). ¿Qué pasó después de Kuhn? La relevancia de la filosofía de la ciencia para los estudios de cultura científica. *Revista Iberoamericana de Ciencia, tecnología Y Sociedad*, 10(28), 167–180. Recuperado de [http://www.revistacts.net/files/Volumen\\_10\\_Numero\\_28/FINAL/FINAL%20PO RTUGUES/12Rodriguez.pdf](http://www.revistacts.net/files/Volumen_10_Numero_28/FINAL/FINAL%20PO RTUGUES/12Rodriguez.pdf)
- Roth, W., & Lee, S. (2004). Science education as/for participation in the community. *Science Education*, 88(2), 263–291. <https://doi.org/10.1002/sce.10113>.
- Roth, W., & Lee, S. (2002). Scientific Literacy as collective praxis. *Public Understanding of Science*, 11(1), 33-56. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.848.9021&rep=rep1&type=pdf>
- Roth, W., & Lee, S. (2001). *Rethinking scientific literacy: From science education as propaedeutic to participation in the community*. *Annual Meeting of the American Educational* Recuperado de <http://education2.uvic.ca/Faculty/mroth/conferences/CONF2001/AERJSciLit.pdf>
- Roth, W., Lee, Y., & Hsu, P. (2009). A tool for changing the world: possibilities of

- cultural-historical activity theory to reinvigorate science education. *Studies in Science Education*, 45(2), 131–167. <https://doi.org/10.1080/03057260903142269>
- Rowan, B., Correnti, R., & Miller, R. J. (2002). *What Large-Scale , Survey Research Tells Us About Teacher Effects On Student Achievement : Insights from the Prospects Study of Elementary Schools*.
- Rudolph, J. L. (2005). Inquiry, instrumentalism, and the public understanding of science. *Science Education*, 89(5), 803–821. <https://doi.org/10.1002/sce.20071>
- Sadler, T. D., Amirshokoohi, A., Kazempour, M., & Allspaw, K. M. (2006). Socioscience and ethics in science classrooms: Teacher perspectives and strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 353–376. <https://doi.org/10.1002/tea.20142>
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 909–921. <https://doi.org/10.1002/tea.20327>.
- Salzman, H. (2013). *What shortages? The real evidence about the STEM workforce*. *Issues in Science and Technology*, 29(4), 58-67. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/43315795>
- Schatzman, E. (1973). *Ciência e Sociedade*. Coimbra: Livraria Almedina.
- Schroeder, M., Mckeough, A., Graham, S., Stock, H., & Bisanz, G. (2009). The contribution of trade books to early science literacy: In and out of school. *Research in Science Education*, 39(2), 231–250. <https://doi.org/10.1007/s11165-008-9082-0>
- Schwarz, R.S., Lederman, N.G. & Crawford, B.A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*. 88(4). 610-645. <https://doi.org/10.1002/sce.10128>
- Shulman, L.S. & Shulman, J.H. (2004) How and what teachers learn: a shifting perspective. *Journal of Curriculum Studies*, 36(2), 257-271. <https://doi.org/10.1080/0022027032000148298>
- Sinatra, G. M., & Hofer, B. K. (2016). Public Understanding of Science. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(2), 245–253. <https://doi.org/10.1177/2372732216656870>
- Solomon, J. (1994). Conflict between mainstream science and STS in science education. In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS Education: International perspectives on reform* (pp. 3–10). New York: Teachers College Press.

- Solomon, J. (1987). Social Influences On The Construction Of Pupil's Understanding Of Science. *Studies in Science Education*, 14(1), 63-82.  
<https://doi.org/10.1080/03057268708559939>
- Songer, N. B., Lee, H. S., & McDonald, S. (2003). Research Towards an Expanded Understanding of Inquiry Science Beyond One Idealized Standard. *Science Education*, 87(4), 490–516. <https://doi.org/10.1002/sce.10085>.
- Spektor – Levy, O., Eylon, B.S., & Scherz, Z. (2009). Teaching scientific communication skills in science studies: Does it make a difference? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(5), 875-903.  
<https://doi.org/10.1007/s10763-009-9150-6>
- Spier, R. (2002). Reflections on “Real science: What it is, and what it means” by John Ziman. *Science and Engineering Ethics*, 8(2), 235–252.  
<https://doi.org/10.1007/s11948-002-0025-2>.
- Sülün, Y., Yurttas, G. D., & Ekiz, S. O. (2009). Determination of science literacy levels of the classroom teachers (A case of Muğla city in Turkey). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 723–730. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.127>
- Symington, D., & Tytler, R. (2004). Community leaders' views of the purposes of science in the compulsory years of schooling. *International Journal of Science Education*, 26(11), 1403–1418. <https://doi.org/10.1080/09500690410001673793>
- Solá, L.C., & Vilallonga, R.M.P. (2008). O meio como contexto educativo: Contribuição para a viagem para uma nova cidadania. In Vieira, R.M.; Pedrosa, M.A., Paixão, F., Martins, I., Caamaño, A.; Vilches, A., Martín-Díaz, M. J., *Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências Educação Científica e Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Aveiro*, 03-05 Julho 2008 (pp. 193-195). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Torres-Albero, C. (2005). La ambivalencia ante la Ciencia y la Tecnología. *Revista Internacional de Sociología*, 42, 9–38. <https://doi.org/10.3989/ris.2005.i42.195>
- Torres-Salas, M. I. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tecnologías. *Revista Electrónica Educare*, XIV(1), 131–142. Recuperado de <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/view/1515>
- UNESCO. (2000). *World Conference on Science: Science for the Twenty-first Century: A New Commitment*. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000120706>
- van Dijk, E. M., & Kattmann, U. (2007). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 23(6), 885–897. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.05.002>

- van Eijck, M. (2010). Portraying real science in science communication. *Science Education.*, 95(6), 1086-1100. <https://doi.org/10.1002/sce.20458>.
- van Eijck, M., & Roth, W.M. (2010). Theorizing scientific literacy in the wild. *Educational Research Review*, 5(2), 184–194. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2010.03.002>
- Van Hook, S.J. & Huziak-Clark, T.L. Lift, squeeze, stretch, and twist: Research-based Inquiry Physics Experiences (RIPE) of energy for kindergartners. *Journal of Elementary Science Education*, 20(1), 1-16. <https://doi.org/10.1007/BF03174705>.
- Van Veen, K., Slegers, P., & Van de Ven, P. H. (2005). One teacher's identity, emotions, and commitment to change: A case study into the cognitive-affective processes of a secondary school teacher in the context of reforms. *Teaching and teacher education*, 21(8), 917-934. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2005.06.004>
- Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M.-A., & Acevedo-Díaz, J.A. (2006). An analysis of complex multiple-choice science–technology–society items: Methodological development and preliminary results. *Science Education*, 90(4), 681–706. <https://doi.org/10.1002/sce.20134>
- Vieira, R., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I. (2011). *A Educação em Ciências com Orientação CTS*. Porto: Areal Editores.
- Vilches, A & Gil-Pérez, D. (2007). La contribucion a la década de la Educación por un Futuro Sostenible. Um compromiso ineludible para educadores e investigadores. *Revista de Educación en Biología*, 10(2), 3-7.
- Wei, B. (2009). In Search of Meaningful Integration: The experiences of developing integrated science curricula in junior secondary schools in China. *International Journal of Science Education*, 31(2), 259–277. <https://doi.org/10.1080/09500690701687430>
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Windschilt, M., Thompson, J., Braaten, M. & Stroupe, D. (2012). Proposing a core set of instructional practices and tool for teachers of science. *Science Education*, 95(5), 878-903. <https://doi.org/10.1002/sce.21027>
- Witz, K. G., & Lee, H. (2009). Science as an ideal: teachers' orientations to science and science education reform. *Journal of Curriculum Studies*, 41(3), 409–431. <https://doi.org/10.1080/00220270802165640>
- Wolf, S. & Fraser, B. (2008). Learning Environment, Attitudes and Achievement among Middle-School Science Students Using Inquiry-Based Laboratory Activities. *Research in Science Education*, 38(3). 321-341
- Wolfensberger, B., Piniel, J., Canella, C., & Kyburz-Graber, R. (2010). The challenge of

- involvement in reflective teaching: Three case studies from a teacher education project on conducting classroom discussions on socio-scientific issues. *Teaching and Teacher Education*, 26(3), 714–721.  
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.10.007>
- Woolgar, S. (1991). *Ciencia: abriendo la caja negra*. Barcelona: Antrophos - Editorial del Hombre [PDF]. Recuperado de  
[http://cad.unam.mx/programas/actuales/cursos\\_diplo/diplomados/uaem\\_2014/oo\\_cont/09\\_material/material/01\\_modulo1/04\\_qui/19\\_Woolgar.pdf](http://cad.unam.mx/programas/actuales/cursos_diplo/diplomados/uaem_2014/oo_cont/09_material/material/01_modulo1/04_qui/19_Woolgar.pdf)
- Woolgar, S. (1995). *Science: The Very Idea*. Londres: Routledge. Recuperado de  
<https://archive.org/details/scienceveryidea00wool/page/n131>
- Wynne, B. (1995). Public Understanding of Science. In S. Jasanoff, G. Markle, J. Petersen & T. Pinch (Eds.), *Handbook of Science and Technology Studies, Revised Edition* (pp. 361–388). <http://dx.doi.org/10.4135/9781412990127.n17>
- Yager, R. E. (1996). History of science/technology/society as reform in the United States. In R. E. Yager (Ed.), *Science/technology/ society as reform in science education* (pp. 3–15). Albany, NY: SUNY Press. [PDF]. Recuperado de  
<http://www.sunypress.edu/pdf/53355.pdf>
- Yore, L. D., Gay, L., Hand, B. M., & State, I. (2003). Examining the literacy component of science literacy : 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education*, 25(6), 689–725.  
<https://doi.org/10.1080/0950069032000076661>
- Yore, L. D., Pimm, D., & Tuan, H.-L. (2007). The Literacy Component of Mathematical and Scientific Literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5(4), 559–589. <https://doi.org/10.1007/s10763-007-9089-4>
- Yuenyong, C., & Narjaikaew, P. (2009). Scientific literacy and thailand science education. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 335–349. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ884401.pdf>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>
- Ziman, J. (2008). *Teaching and learning about science and society*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies: The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

# **ANEXOS**

---

Anexo 1. Lista de Artigos da Revisão Sistemática da Literatura;

Anexo 2. Questionário: Literacia Científica dos docentes do 1.ºCEB;

Anexo 3. Quadro comparativos entre o Estudo II e o Eub.-Pt.

---

Anexo 1. Lista de Artigos da Revisão Sistemática da Literatura



N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
1	School engagement: Potential of the concept, state of the evidence.	Fredricks, J; Blumenfeld, P; Paris, A	<i>Review of Educational Research</i>	2004	74	1	59-109
2	What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers.	Garet, M; Porter, A; Desimone, L; Birman, B; Yoon, K	<i>American Educational Research Journal</i>	2001	38	4	915-945
3	Teacher efficacy: capturing an elusive construct.	Tschannen-Moran, M.; Hoy, A. W.	<i>Teaching and Teacher Education</i>	2001	17	7	783-805
4	Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge.	Mishra, P.; Koehler, M. J.	<i>Teachers College Record</i>	2006	108	6	1017-1054
5	Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement.	Hill, H. C. Rowan, B. Ball, D. L.	<i>American Educational Research Journal</i>	2005	42	2	371-406
6	From preparation to practice: Designing a continuum to strengthen and sustain teaching.	Feiman-Nemser, S.	<i>Teachers College Record</i>	2001	103	6	1013-1055
7	Enhancing the quality of argumentation in school science.	Osborne, J. Erduran, S. Simon, S.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2004	41	10	994-1020

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
8	Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration?	Ertmer, Peggy A.	<i>Etr&amp;D - Educational Technology Research and Development</i>	2005	53	4	25-39
9	Content Knowledge for Teaching What Makes It Special?	Ball, D. L.; Thames, M.H.; Phelps, G.	<i>Journal of Teacher Education</i>	2008	59	5	389-407
10	How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy?	Phillips, L. M. Norris, S. P.;	<i>Science Education</i>	2003	87	2	224-240
11	Teacher characteristics and student achievement gains: A review.	Wayne, A. J.; Youngs, P.	<i>Review of Educational Research</i>	2003	73	1	89-122
12	Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning.	Duit, R.; Treagust, D. F.	<i>International Journal of Science Education</i>	2003	25	6	671-688
13	Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform.	DeBoer, G. E.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2000	37	6	582-601
14	In search of the essence of a good teacher: towards a more holistic approach in teacher education.	Korthagen, F. A. J.	<i>Teaching and Teacher Education</i>	2004	20	1	77-97
15	Framing constructivism in practice as the negotiation of dilemmas: An analysis of the conceptual, pedagogical, cultural, and political challenges facing teachers.	Windschitl, M.	<i>Review of Educational Research</i>	2002	72	2	131-175
16	Preparing culturally responsive teachers - Rethinking the curriculum.	Villegas, A. M.; Lucas, T.	<i>Journal of Teacher Education</i>	2002	53	1	20-32

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
17	What large-scale, survey research tells us about teacher effects on student achievement: Insights from the prospects study of elementary schools.	Rowan, B.; Correnti, R.; Miller, R. J.	<i>Teachers College Record</i>	2002	104	8	1525-1567
18	Elaborating a model of teacher professional growth.	Clarke, D. Hollingsworth, H.	<i>Teaching and Teacher Education</i>	2002	18	2	947-967
19	Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research	Yore, L. D.; Bisanz, G. L.; Hand, B.	<i>International Journal of Science Education</i>	2003	25	6	689-725
20	Back to the future: Directions for research in teaching and teacher education.	Grossman, P.; McDonald, M.	<i>American Educational Research Journal</i>	2008	45	1	184-205
21	How teacher education matters	Darling- Hammond, L.	<i>Journal of Teacher Education</i>	2000	51	3	166-173
22	The effects of professional development on science teaching practices and classroom culture	Supovitz, J. A.; Turner, H. M.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2000	37	9	963-980
23	A sociocultural approach to understanding teacher identity, agency and professional vulnerability in a context of secondary school reform.	Lasky, S.	<i>Teaching and Teacher Education</i>	2005	21	8	899-916
24	Bridging practices - Intertwining content and pedagogy in teaching and learning to teach.	Ball, D. L.	<i>Journal of Teacher Education</i>	2000	51	3	241-247

<b>N.º</b>	<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Revista</b>	<b>Data</b>	<b>Volume</b>	<b>Número</b>	<b>Páginas</b>
<b>25</b>	Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making.	Sadler, T. D.; Zeidler, D. L.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2005	42	1	112-138
<b>26</b>	A review of research on the impact of professional learning communities on teaching practice and student learning	Vescio, V.; Ross, D.; Adams, A.	<i>Teaching and Teacher Education</i>	2008	24	1	80-91
<b>27</b>	Time for action: science education for an alternative future.	Hodson, D.	<i>International Journal of Science Education</i>	2003	25	6	645-670
<b>28</b>	Constructing 21st-century teacher education	Darling-Hammond, L.	<i>Journal of Teacher Education</i>	2006	57	3	300-314
<b>29</b>	Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education	Zeidler, D. L.; Sadler, T. D.; Simmons, M. L.; Howes, E. V.	<i>Science Education</i>	2005	89	3	357-377
<b>30</b>	The personal and professional selves of teachers: stable and unstable identities	Day, C. Kington, A. Stobart, G. Sammons, P.	<i>British Educational Research Journal</i>	2006	32	4	601-616
<b>31</b>	Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK)	Angeli, C. Valanides, N.	<i>Computers &amp; Education</i>	2009	52	1	154-168

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
32	What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda	Bauer, M. W. Allum, N. Miller, S.	<i>Public Understanding of Science</i>	2207	16	1	79-95
33	Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners	Schwarz, C. V. Reiser, B. J. Davis, E. A. Kenyon, L. Acher, A. Fortus, D. Shwartz, Y. Hug, B. Krajcik, J.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2009	46	6	632-654
34	Science education as/for participation in the community	Roth, W. M. Lee, S.	<i>Science Education</i>	2004	88	2	263-291
35	Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science	Millar, Robin	<i>International Journal of Science Education</i>	2006	26	13	1499-1521
36	Scientific literacy and discursive identity: A theoretical framework for understanding science learning	Brown, B. A. Reveles, J. M. Kelly, G. J.	<i>Science Education</i>	2005	89	5	779-802
37	Socioscientific Argumentation: The effects of content knowledge and morality	Sadler, T. D. Donnelly, L. A.	<i>International Journal of Science Education</i>	2006	28	12	1463-1488

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
38	Current realities and future possibilities: Language and science literacy-empowering research and informing instruction	Yore, L. D. Treagust, D. F.	<i>International Journal of Science Education</i>	2006	28	2-3	291-314
39	Understanding citizen perceptions of science controversy: bridging the ethnographic-survey research divide	Nisbet, M. Goidel, R.	Public Understanding of Science	2007	16	4	421-440
40	Scientific Literacy, PISA, and Socioscientific Discourse: Assessment for Progressive Aims of Science Education	Sadler, T. D. Zeidler, D. L.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2009	46	8	909-921
41	Comprehension, apprehension, prehension: Heterogeneity and the public understanding of science	Michael, M.	<i>Science Technology &amp; Human Values</i>	2002	27	3	357-378
42	Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning	McNeill, K. L. Krajeik, J.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2008	45	1	53-78
43	Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades	Abd-El-Khalick, F. Waters, M. Le, A.P.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2008	45	7	835-855
44	The challenges of scientific literacy: From the viewpoint of second-generation cognitive science	Klein, P. D.	<i>International Journal of Science Education</i>	2006	28	2-3	143-178
45	The nature of science education for enhancing scientific literacy	Holbrook, J. Rannikmae, M.	<i>International Journal of Science Education</i>	2007	29	11	1347-1362
46	The information book genre: Its role in integrated science literacy research and practice	Pappas, Christine C.	<i>Reading Research Quarterly</i>	2006	41	2	226-250
47	Darwin's missing link - A novel paradigm for evolution education	Catley, K. M.	<i>Science Education</i>	2006	90	5	767-783

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
48	Argument to Foster Scientific Literacy: A Review of Argument Interventions in K-12 Science Contexts	Cavagnetto, A. R.	<i>Review of Educational Research</i>	2010	80	3	336-371
49	Science literacy and academic identity formulation	Reveles, J. M. Cordova, R. Kelly, G. J.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2004	41	10	1111-1114
50	Representations of science within children's trade books	Ford, D. J.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2006	43	2	214-235
51	Why educate "little scientists?" Examining the potential of practice-based scientific literacy	O'Neill, D. K. Polman, J. L.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2004	41	3	234-266
52	Globalisation and science education: Rethinking science education reform	Carter, L.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2005	42	5	562-580
53	Urban primary-grade children think and talk science: Curricular and instructional practices that nurture participation and argumentation	Varelas, M. Pappas, C. Kane, J. M. Arsenault, A. Hankes, J. Cowan, B. .	<i>Science Education</i>	2008	92	1	62-95
54	Reflective scientific sense-making dialogue in two languages: The science in the dialogue and the dialogue in the science	Ash, D.	<i>Science Education</i>	2004	88	6	855-884
55	Text genre as a factor in the formation of scientific literacy	Baram-Tsabari, A. Yarden, A.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2005	42	4	403-428

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
56	Context of Teaching and Learning School Science in Finland: Reflections on PISA 2006 Results	Lavonen, J. Laaksonen, S.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2009	46	8	922-944
57	Turkish pre-service science teachers' views on Science-Technology-Society issues	Yalvac, B. Tekkaya, C. Cakiroglu, J. Kahyaoglu, E.	International Journal of Science Education	2007	29	3	331-348
58	The Evolution of Public Understanding of Science-Discourse and Comparative Evidence	Bauer, M.W.	Science, Technology and Society	2009	14	2	221-240
59	Talking Science: The research evidence on the use of small group discussions in science teaching	Bennett, J. Hogarth, S. Lubben, F. Campbell, B. Robinson, A.	<i>International Journal of Science Education</i>	2010	32	1	69-85
60	Real World Contexts in PISA Science: Implications for Context-Based Science Education	Fensham, P.J.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2009	46	8	884-896
61	National Reports in Literacy: Building a Scientific Base for Practice and Policy	Pearson, P. D. Hiebert, E. H.	<i>Educational Researcher</i>	2010	39	4	268-294
62	Epistemological Norms and Companion Meanings in Science Classroom Communication	Lundqvist, E. Almqvist, J. Ostman, L.	<i>Science Education</i>	2009	93	5	859-874
63	Inquiry, instrumentalism, and the public understanding of science	Rudolph, J. L.	<i>Science Education</i>	2005	89	5	803-821

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
64	Analysis of five high school biology textbooks used in the united states for inclusion of the nature of science	Chiappetta, E. L. Fillman, D. A.	<i>International Journal of Science Education</i>	2007	29	15	1847-1868
65	Teaching the Process of Science: Faculty Perceptions and an Effective Methodology	Coil, D. Wenderoth, M.P Cunningham, M. Dirks, C.	<i>Cbe-Life Sciences Education</i>	2010	9	4	524-535
66	School science: a questionable construct?	Jenkins, E.	<i>Journal of Curriculum Studies</i>	2007	39	8	265-282
67	Teaching for Understanding of Science in Context: Evidence from the Pilot Trials of the Twenty First Century Science Courses	Ratcliffe, M. Millar, R.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2009	46	8	945-959
68	Exploring Secondary Science Teachers' Perceptions on the Goals of Earth Science Education in Taiwan	Chang, C. Y. Chang, Y. H. Yang, F. Y.	<i>International Journal of Science Education</i>	2009	31	17	2315-2334
69	Science teachers' knowledge about teaching models and modelling in the context of a new syllabus on public understanding of science	Henze, I. van Driel, J. H. Verloop, N.	<i>Research in Science Education</i>	2007	37	2	1847-1868
70	Analyzing acceptance politics: Towards an epistemological shift in the public understanding of science and technology	Barben, D.	<i>Public Understanding of Science</i>	2010	19	3	
71	Scientific Literacy, Environmental Issues, and PISA 2006: The 2008 Paul F-Brandwein Lecture	Bybee, R. W.	<i>Journal of Science Education and Technology</i>	2008	17	6	

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
72	Re-designing Science Pedagogy: Reversing the Flight from Science	McWilliam, E. Poronnik, P. Taylor, P.G.	<i>Journal of Science Education and Technology</i>	2008	17	3	226-235
73	Identity in science learning: exploring the attention given to agency and structure in studies of identity	Shanahan, M.C.	<i>Studies in Science Education</i>	2009	45	1	43-64
74	The Nature of Elementary Student Science Discourse in the Context of the Science Writing Heuristic Approach	Cavagnetto, A. Hand, B. Norton-Meier, L.	<i>International Journal of Science Education</i>	2010	32	4	427-449
75	Reforming science in the school curriculum: a critical analysis	Donnelly, J.	<i>Oxford Review of Education</i>	2005	31	2	293-309
76	The IQWST Experience: Using Coherence as a Design Principle for a Middle School Science Curriculum	Shwartz, Y. Weizman, A. Fortus, D. Krajcik, J. Reiser, B.	<i>Elementary School Journal</i>	2008	109	2	199-219
77	Community leaders' views of the purposes of science in the compulsory years of schooling	Symington, D. Tytler, R.	<i>International Journal of Science Education</i>	2004	26	11	1403-1418
78	Science Education and Literacy: Imperatives for the Developed and Developing World	Webb, P.	<i>Science</i>	2010	328	5977	448-450
79	Scientific Literacy and Contexts in PISA 2006 Science	Bybee, R.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2009	46	8	862-864

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
80	Scientific Literacy: A Freirean Perspective as a Radical View of Humanistic Science Education	Dos Santos, W.	<i>Science Education</i>	2009	93	2	361-382
81	Developing decision-making skills for socio-scientific issues	Lee, Yeung Chung	<i>Journal of Biological Education</i>	2007	41	4	170-177
82	Beyond the "decorated landscapes" of educational reform: Toward landscapes of pluralism in science education	Mueller, M. P. Bentley, M. L.	<i>Science Education</i>	2007	91	2	312-338
83	A method for analyzing the coherence of high school biology textbooks	Roseman, J. Stern, L. Koppal, M.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2010	47	1	47-70
84	Toward a dialectical notion and praxis of scientific literacy	Roth, W.M.	<i>Journal of Curriculum Studies</i>	2007	39	4	377-398
85	An analysis of complex multiple-choice science-technology-society items: Methodological development and preliminary results	Vazquez-Alonso, A. Manassero-Mas, M. A. Acevedo-Diaz, J. A.	<i>Science Education</i>	2006	90	4	681-706
86	An analysis of complex multiple-choice science-technology-society items: Methodological development and preliminary results	Vazquez-Alonso, A. Manassero-Mas, M. A. Acevedo-Diaz, J. A.	<i>Science Education</i>	2006	90	4	681-706

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
87	Literacy for what? Literacy for whom? The politics of literacy education and neocolonialism in UNESCO- and world bank-sponsored literacy programs	Wickens, C. Sandlin, J.	<i>Adult Education Quarterly</i>	2007	55	4	275-292
88	Contextual Shifting: Teachers Emphasizing Students' Academic Identity to Promote Scientific Literacy	Reveles, J. Brown, B.	<i>Science Education</i>	2008	92	6	1051-1041
89	In Search of Meaningful Integration: The experiences of developing integrated science curricula in junior secondary schools in China	Wei, B.	<i>International Journal of Science Education</i>	2009	31	2	259-277
90	Teachers' tendencies to promote student-led science projects: Associations with their views about science	Bencze, J. L. Bowen, G. M. Alsop, S.	<i>Science Education</i>	2006	90	3	400-419
91	First-year pre-service teachers in Taiwan - Do they enter the teacher program with satisfactory scientific literacy and attitudes toward science?	Chin, C. C.	<i>International Journal of Science Education</i>	2005	27	13	1549-1570
92	Do schools make a difference in their students' environmental attitudes and awareness? Evidence from PISA 2006	Coertjens, L. Boeve-de Pauw, J. De Maeyer, S. Van Petegem, P.	<i>International Journal of Science and Mathematics Education</i>	2010	8	3	497-522
93	A critical examination of PISA's Assessment on scientific literacy	Lau, K.	<i>International Journal of Science and Mathematics Education</i>	2009	7	6	1061-1088
94	Addressing the Dynamics of Science in Curricular Reform for Scientific Literacy: The case of genomics	van Eijck, M.	<i>International Journal of Science Education</i>	2010	32	18	2429-2449

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
95	Students' Epistemological Awareness Concerning the Distinction between Science and Technology	Constantinou, C. Hadjilouca, R. Papadouris, N.	<i>International Journal of Science Education</i>	2010	32	2	143-172
96	Discourse and the new didactics of scientific literacy	Lang, M. Drake, S. Olson, J.	<i>Journal of Curriculum Studies</i>	2006	38	2	177-188
97	Scientific Processes in PISA Tests Observed for Science Teachers	Pinto, R. El Boudamoussi, S.	<i>International Journal of Science Education</i>	2009	31	16	2137-2159
98	A tool for changing the world: possibilities of cultural-historical activity theory to reinvigorate science education	Roth, W. Lee, Y. Hsu, P.	<i>Studies in Science Education</i>	2009	45	2	131-167
99	The Contribution of Trade Books to Early Science Literacy: In and Out of School	Schroeder, M. McKeough, A. Graham, S. Stock, H. Bisanz, G.	<i>Research in Science Education</i>	2009	39	2	231-250
100	Building network for enhancement of scientific/research literacy: The Scientific Summer School 2009 in Szczepanow, Poland	Bacharova, L. Hakacova, N.	Anadolu Kardiyoloji Dergisi- the Anatolian Journal of Cardiology	2009	9	5	433-434

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
101	Connecting research in science literacy and classroom practice: a review of science teaching journals in Australia, the UK and the United States, 1998-2008	Hand, B. Yore, L. Jagger, S. Prain, V.	<i>Studies in Science Education</i>	2010	46	1	45-68
101	Science-Technology-Society or Technology-Society-Science? Insights from an Ancient Technology	Lee, Y.	<i>International Journal of Science Education</i>	2010	32	14	1927-1950
102	Re-thinking the Development of Scientific Literacy Through a Rope Metaphor	Murcia, K.	<i>Research in Science Education</i>	2009	39	2	215-229
103	Recontextualization of Science from Lab to School: Implications for Science Literacy	Sharma, A. Anderson, C.	<i>Science &amp; Education</i>	2009	18	9	1253-1275
104	Science as an ideal: teachers' orientations to science and science education reform	Witz, Klaus G. Lee, Hyunju	<i>Journal of Curriculum Studies</i>	2009	41	3	409-431
105	Achieving science literacy through transformation of multimodal textual resource	Knain, E	<i>Science Education</i>	2006	90	4	656-659
106	US Urban Elementary Teachers' Knowledge and Practices in Teaching Science to English Language Learners: Results from the first year of a professional development intervention	Sharma, A. Anderson, C.	<i>Science &amp; Education</i>	2009	18	9	1253-1275
107	Teaching Scientific communication skills in science studies: does it make difference?	Witz, Klaus G. Lee, Hyunju	<i>Journal of Curriculum Studies</i>	2009	41	3	409-431
108	Scientific Literacy NSF Board Draws Flak for Dropping Evolution From Indicators	Murcia, K.	<i>Research in Science Education</i>	2009	39	2	215-229

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
109	Qualitative research and deliberative methods: promise or peril?	Sharma, A. Anderson, C.	<i>Science &amp; Education</i>	2009	18	9	1253-1275
110	Rethinking the Ethics of Scientific Knowledge: A Case Study of Teaching the Environment in Science Classrooms	Kim, M. Roth, W.	<i>Asia Pacific Education Review</i>	2008	9	4	516-528
111	Effects of a Science Education Module on Attitudes towards Modern Biotechnology of Secondary School Students	Klopa, T. Severiens, S. Knippels, M. van Mil, M Ten Dam, G	<i>International Journal of Science Education</i>	2010	32	9	1127-1150
112	Public understanding of science and technology embedded in complex institutional settings	Lach, D. Sanford, S.	<i>Public Understanding of Science</i>	2010	19	2	130-146
113	The goals of secondary school science education: educational research and teachers' opinions	Banet Hernandez, E.	<i>Ensenanza De Las Ciencias</i>	2010	28	3	199-213
114	The relevance of science education: students' values and attitudes related to science and technology	Vazquez Alonso, A. Manassero Mas, M.	<i>Ensenanza De Las Ciencias</i>	2009	27	1	33-48
115	Nature of science and science textbooks: a review of research	Solaz-Portoles, J.	<i>Educacion XXI</i>	2010	13	1	65-80

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
116	Relating Multimodal Representations to the Literacies of Science	Tang, K. Moje, E.	<i>Research in Science Education</i>	2010	40	1	81-85
117	UNESCO's programme of fundamental education, 1946-1959	Watras, J.	<i>History of Education</i>	2010	39	2	219-237
118	Global science literacy	Gough, N.	<i>Science Education</i>	2004	88	1	146-148
119	Introduction: Mapping Public Understanding of Science	Raza, G.	<i>Science Technology and Society</i>	2009	14	2	211-219
120	Relative Cultural Distance and Public Understanding of Science	Raza, G. Singh, S. Shukla, R.	<i>Science Technology and Society</i>	2009	14	2	269-287
121	The challenge of involvement in reflective teaching: Three case studies from a teacher education project on conducting classroom discussions on socio-scientific issues	Wolfensberger, B. Piniel, J. Canella, C. Kyburz-Graber, R.	<i>Teaching and Teacher Education</i>	2010	26	3	714-721
122	Science education as/for participation in the community	Roth, W. Lee, S.	<i>Science Education</i>	2004	88	2	263-291
123	Nothing too much: reflecting about the role of contextualization in science teaching	Freitas, K. Alves, A.	<i>Ensenanza De Las Ciencias</i>	2010	28	1	275-284
124	Rethinking scientific literacy	Frazier, R.	<i>Teachers College Record</i>	2005	107	2	255-258

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
125	Boosting science literacy	Grogger, M.	<i>Futurist</i>	2002	36	4	47-47
126	Science literacy for the twenty-first century	Scheppler, A. Marshall, S. Palmisano, M.	<i>Physics in Perspective</i>	2004	6	3	365-367
127	Scientific Literacy and Purposes for Teaching Science	Dani, D.	<i>International Journal of Environmental &amp; Science Education</i>	2009	4	3	289-299
128	Creating the socio-cultural model of scientific-technical literacy	Kozuchova, M.	<i>New Educational Review</i>	2010	20	1	109-119
129	Science Literacy in Primary Schools and Pre-Schools	Shanahan, T:	<i>International Journal of Science Education</i>	2008	30	13	1837-1840
130	Determination of science literacy levels of the classroom teachers (A case of Mugla city in Turkey)	Sulun, Y. Yurttas, G. Ekiz, S.	<i>World Conference on Educational Sciences - New Trends and Issues in Educational Sciences</i>	2009	1	1	723-730
131	Review essay: Otherwise known as PUS - Sociology and the public understanding of science	Thompson, C.	<i>American Journal of Sociology</i>	2004	109	5	1196-1200
132	Rethinking scientific literacy	Wallace, C.	<i>Science Education</i>	2005	89	2	352-354
133	Multicultural Science Education and Curriculum Materials	Atwater, M.	<i>Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Idea</i>	2010	47	4	103-108
134	In Search of Well-Started Beginning Science Teachers: Insights from Two First-Year Elementary Teachers	Avraamidou, L. Zemba-Saul, C.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2010	47	6	661-686

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
135	The Communication in Science Inquiry Project (CISIP): A Project to Enhance Scientific Literacy through the Creation of Science Classroom Discourse Communities	Baker, D. Lewis, E. Purzer, S. Watts, N. Perkins, G. Uysal, S. Wong, S. Beard, R.e Lang, M.	<i>International Journal of Environmental and Science Education</i>	2009	4	3	259-274
136	A Researcher-Student-Teacher Model for Democratic Science Pedagogy: Connections to Community, Shared Authority, and Critical Science Agency	Basu, S. Barton,A.	<i>Equity &amp; Excellence in Education</i>	2010	43	172-87	72-87
137	Impact of professional development on teacher practice: Uncovering connections	Buczynski, S. Hansen, C.	<i>Teaching and Teacher Education</i>	2010	26	3	599-607
138	PISA 2006: An Assessment of Scientific Literacy	Bybee, R. McCrae, B. Laurie, R.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2009	46	8	865-883
139	Risk and School Science Education	Christensen, C.	<i>Studies in Science Education</i>	2009	45	2	205-223
140	The Influence of Educational Context on Science Learning: A Cross-National Analysis of PISA	Coll, R. Dahsah, C. Faikhamta, C.	<i>Research in Science &amp; Technological Education</i>	2010	28	1	3-24

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
141	On Scientific Literacy and Curriculum Reform	Dillon, J.	<i>International Journal of Environmental and Science Education</i>	2009	4	3	201-213
142	Promoting Understanding of, and Teaching about, Scientific Literacy in Primary Schools	Evans, R. Rennie, L.	<i>Teaching Science</i>	2009	55	2	25-30
143	Elementary Teachers' Beliefs About, Perceived Competencies for, and Reported Use of Scientific Inquiry to Promote Student Learning About and for the Environment	Forbes, C. Zint, M.	<i>The Journal of Environmental Education</i>	2010	42	1	30-42
144	Bridging the Literacy Gap: Teaching the Skills of Reading and Writing as They Apply in School Science	Hanrahan, M.	<i>EURASIA Journal of Mathematics, Science &amp; Technology Education</i>	2009	5	3	289-304
145	Measuring the impact of professional development on science teaching: a review of survey, observation and interview protocols	Heath, B. Lakshmanan, A. Perlmutter, A. Davis, L.	<i>International Journal of Research &amp; Method in Education</i>	2010	33	1	3-20
146	The Meaning of Scientific Literacy	Holbrook, J. Rannikmae, M.	<i>International Journal of Environmental and Science Education</i>	2009	4		275-288
147	Authentic Scientific Inquiry and School Science	Hume, A.	<i>Teaching Science</i>	2009	55	2	35-41
148	The impact on incorporating collaborative concept mapping with coteaching techniques in elementary science classes.	Jang, S.	<i>School Science and Mathematics</i>	2010	110	2	86

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
149	Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development	Jimoyiannis, A.	<i>Computers &amp; Education</i>	2010	55	3	1259-1269
150	Multimodal Literacies in Science: Currency, Coherence and Focus	Klein, P. Kirkpatrick, L.	Research in Science Education	2010	40	1	87-92
151	Meeting the challenge of science literacy: project 2061 efforts to improve science education	Koppal, Mary Caldwell, Ann	<i>Cell biology education</i>	2004	3	1	28-30
152	Science education and democratic participation: an uneasy congruence?	Levinson, Ralph	<i>Studies in Science Education</i>	2010	46	1	69-119
153	Beyond Science Literacy: Science and the Public	Liu, Xiufeng	<i>International Journal of Environmental and Science Education</i>	2009	4	3	301-311
154	Futures cenario in Science Learning	Lloyd, D. Vanderhout, A. Lloyd, L. Atkins, D.	<i>Teaching Science: The Journal of the Australian Science Teachers Association</i>	2010	56	2	18-23
155	La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas	Salas, M.	<i>Revista Electronica Educare</i>	2010	14	1	131-142
156	Promoting Scientific Literacy Using a Sociocritical and Problem-Oriented Approach to Chemistry Teaching: Concept, Examples, Experiences	Marks, R. Eilks, I.	<i>International Journal of Environmental and Science Education</i>	2009	4	3	231-245
157	The influence of explicit nature of science and argumentation on preservice primary teachers' views of nature of science	McDonald, C.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2010	47	9	1137-1164

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
158	A crisis of professional identity: How primary teachers are coming to terms with changing views of literacy	McDougall, J.	<i>Teaching and Teacher Education</i>	2010	26	3	679-687
159	Science in the News: An Evaluation of Students & Scientific Literacy	Murcia, Karen	<i>Teaching Science</i>	2009	55	3	40-45
160	Teaching together and learning together – Primary science student teachers' and their mentors' joint teaching and learning in the primary classroom	Nilsson, P. van Driel, J.	<i>Teaching and Teacher Education</i>	2010	26	6	1309-1318
161	Collective curriculum design as a tool for rethinking scientific literacy	Plakitsi, Katerina	<i>Cultural Studies of Science Education</i>	2010	5	3	577-590
162	Understanding the learning about scientific language in the science teachers formation	Oliveira, T. Freire, A. Carvalho, C. Azevedo, M. Freire, S. Baptista, M.	<i>Educar em Revista</i>	2009	34	25	19-33
163	Integration of information and scientific literacy: promoting literacy in undergraduate	Porter, J. Wolbach, K. Purzycki, C. Bowman, L. Agbada, E. Mostrom, A.	<i>CBE-Life Sciences Education</i>	2010	9	4	536

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
164	The Notion of the Relationship to Knowledge: A Theoretical Tool for Research in Science Education	Pouliot, C Bader, B Therriault, G	<i>International Journal of Environmental and Science Education</i>	2010	5	3	239-264
165	Questioning the Evidence for a Claim in a Socio- Scientific Issue: An Aspect of Scientific Literacy	Roberts, R. Gott, R.	<i>Research in Science &amp; Technological Education</i>	2010	28	3	577-590
166	Theorizing scientific literacy in the wild	van Eijck, M. Roth, W.M.	<i>Educational Research Review</i>	2010	5	2	184-194
167	Towards an Integrated Learning Strategies Approach to Promoting Scientific Literacy in the South African Context	Webb, P.	<i>International Journal of Environmental and Science Education</i>	2010	4	3	313-334
168	Scientific Literacy and Thailand Science Education	Yuenyong, C. Narjaikaew, P.	<i>International Journal of Environmental and Science Education</i>	2009	4	3	335-349
169	Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice?	Windschitl, M.	<i>Science Education</i>	2003	87	1	1-25
170	An examination of the construct of critical reflection: Implications for teacher education programming in the 21st century	Yost, D. Sentner, S. Forlenza- Bailey, A.	<i>Journal of Teacher Education</i>	2000	51	1	39-49
171	How do beginning primary school teachers cope with science? Toward an understanding of science teaching practice	Appleton, K.	<i>Research in Science Education</i>	2003	33	1	1-25

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
172	Teaching science as a language: A "Content-First" approach to science teaching	Brown, B. Ryoo, K.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2008	45	5	529-553
173	Citizenship education and diversity - Implications for teacher education	Banks, J.	<i>Journal of Teacher Education</i>	2001	52	1	5-16
174	Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education	Van Driel, J. Verloop, V.	International Journal of Science Education	2002	24	12	1255-1272
175	Research towards an expanded understanding of inquiry science beyond one idealized standard	Songer, N. Lee, H. S. McDonald, S.	<i>Science Education</i>	2003	87	4	490-516
176	The outcomes question in teacher education	Cochran-Smith, M.	<i>Teaching and Teacher Education</i>	2001	17	5	527-546
177	Exploring pedagogical content knowledge in science teacher education	Loughran, J. Mulhall, P. Berry, A.	<i>International Journal of Science Education</i>	2008	30	10	1301-1319
178	School science culture: A case study of barriers to developing professional knowledge	Munby, H. Cunningham, M. Lock, C.	<i>Science Education</i>	2000	84	2	193-211
179	Teaching and learning in the science classroom - The interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology	Lidar, M. Lundqvist, E. Ostman, L.	<i>Science Education</i>	2006	90	1	148-163

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
180	Socioscience and ethics in science classrooms: Teacher perspectives and strategies	Sadler, T. Amirshokoochi, A. Kazempour, M. Allspaw, K.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2006	43	4	353-376
181	Science education in an urban elementary school: Case studies of teacher beliefs and classroom practices	King, K. Shumow, L. Lietz, S.	<i>Science Education</i>	2001	85	2	89-110
182	From scientific literacy to sustainability literacy: An ecological framework for education	Colucci-Gray, L. Camino, E. Barbiero, G. Gray, D.	<i>Science Education</i>	2006	90	2	277-252
183	Science activities that work: perceptions of primary school teachers	Appleton, K.	<i>Research in Science Education</i>	2002	32	2	393-410
184	Science activities that work: perceptions of primary school teachers	Varelas, M. House, R. Wenzel, S.	<i>Science Education</i>	2005	89	3	492-516
185	Understanding the science of environmental issues: development of a subject knowledge guide for primary teacher education	Summers, M. Kruger, C. Childs, A. Mant, J.	<i>International Journal of Science Education</i>	2001	23	1	33-53

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
186	Societal issues and their importance for contemporary science education - a pedagogical justification and the state of art in Israel, Germany and the USA	Hofstein, Avi Eilks, Ingo Bybee, Rodger	International Journal of Science and Mathematics Education	2010	9	6	1459-1483
187	Learning to teach science in contemporary and equitable ways: The successes and struggles of first-year science teachers	Bianchini, J. A. Johnston, C. C. Oram, S. Y. Cavazos, L. M.	<i>Science Education</i>	2003	87	3	419-443
188	A study of the effect of sustained, whole-school professional development on student achievement in science	Johnson, Carla C. Kahle, Jane Butler Fargo, Jamison D.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2007	44	6	775-786
189	Developing attitude to science education scales for use with primary teachers	Pell, A. Jarvis, T.	<i>International Journal of Science Education</i>	2003	25	10	1273-1295
190	Attitudes towards science: A review of the literature and its implications	Osborne, J. Simon, S. Collins, S.	<i>International Journal of Science Education</i>	2003	25	9	1049-1079
191	Primary teachers' changing attitudes and cognition during a two-year science in-service programme and their effect on pupils	Jarvis, T. Pell, A.	<i>International Journal of Science Education</i>	2003	26	14	1787-1811

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
192	Primary science teacher confidence revisited: ten years on	Murphy, C. Neilb, P. Beggs, J.	<i>International Journal of Science Education</i>	2004	49	4	415-430
193	Primary teachers' understanding of concepts of science: impact on confidence and teaching	Wynne H. Colin H.	<i>International Journal of Science Education</i>	2007	19	1	93-105
194	Changing and sustaining teachers' expectations through professional development in literacy	Timperley, H. Phillips, G.	<i>Teaching and Teacher Education</i>	2003	19	6	627-641
195	A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education	van Dijk, E. Kattmann, U.	<i>Teaching and Teacher Education</i>	2007	23	6	885-897
196	Framing new research in science literacy and language use: Authenticity, multiple discourses, and the "third space"	Wallace, C. S.	<i>Science Education</i>	2004	88	6	901-914
197	The influence of primary children's ideas in science on teaching practice	Akerson, V. Flick, L. Lederman, N.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2000	37	4	363-385
198	Using students' lived experiences in an urban science classroom: An elementary school teacher's thinking	Upadhyay, B.	<i>Science Education</i>	2006	90	1	94-110
199	Rethinking the elementary science methods course: a case for content, pedagogy, and informal science education	Kelly, J.	<i>International Journal of Science Education</i>	2000	22	7	755-777
200	Basic Inferences of Scientific Reasoning, Argumentation, and Discovery	Lawson, A.	<i>Science Education</i>	2010	94	2	336-364

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
201	Teacher Education: Its Problems and Some Prospects	Sykes, G. Bird, T. Kennedy, M.	<i>Journal of Teacher Education</i>	2010	61	5	464-476
202	Knowledge integration in science teaching: Analysing teachers' knowledge development	Davis, E. A.	<i>Research in Science Education</i>	2004	34	1	21-53
203	The Nature of Relationships among the Components of Pedagogical Content Knowledge of Preservice Science Teachers: 'Ozone layer depletion' as an example	Kaya, O.	<i>International Journal of Science Education</i>	2009	31§	7	961-988
204	Enacting Classroom Inquiry: Theorizing Teachers' Conceptions of Science Teaching	McDonald, S. Songer, N.	<i>Science Education</i>	2008	92	69	973-993
205	Preservice teachers' views about nature of scientific knowledge development: An international collaborative study.	Liang, L. Chen, S. Chen, X. Kaya, O. Adams, A. Macklin, M. Ebenezer, J.	<i>International Journal of Science and Mathematics Education</i>	2009	7	5	987-1012
206	A window for a purpose: Developing a framework for describing effective science teaching and learning	Tytler, R.	<i>Research in Science Education</i>	2003	33	3	51-71
207	Learning to think like a teacher educator: making the substantive and syntactic structures of teaching explicit through self-study	Bullock, S.	<i>Teachers and Teaching</i>	2019	15	2	291-304

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
208	The Impact of Science Content and Professional Learning Communities on Science Teaching Efficacy and Standards-Based Instruction	Lakshmanan, A. Heath, B. Perlmutter, A. Elder, M.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2001	48	5	534-551
209	Sociocultural competence in teacher education	Moll, L. C Arnot-Hopffer, E.	<i>Journal of Teacher Education</i>	2005	56	3	242-247
210	An analysis of elementary teachers' beliefs regarding the teaching and learning of science	Levitt, K	Science Education	2002	86	1	1-22
211	Integrating learner and learning concerns: prospective elementary science teachers' paths and progress	Anderson, L. M. Smith, D. C. Peasley, K.	Teaching and Teacher Education	2000	16	5-6	547-574
212	Research Education of New Scientists: Implications for Science Teacher Education	Feldman, A. Divoll, K. Rogan-Klyve, A.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2009	46	4	442-459
213	Teachers' Language on Scientific Inquiry: Methods of teaching or methods of inquiry? Teachers' Language on Scientific Inquiry: Methods of teaching or methods of inquiry?	Gyllenpalm, J. Wickman, P. Holmgren, S.	<i>International Journal of Science Education</i>	2010	32	9	1151-1172
214	New literacies in teacher education	Luke, C.	<i>Journal of Adolescent &amp; Adult Literacy</i>	2000	43	5	424-435

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
215	Improving Prospective Teachers' Knowledge about Scientific Models and Modelling: Design and evaluation of a teacher education intervention	Danusso, L. Testa, I. Vicentini, M.	<i>International Journal of Science Education</i>	2010	32	7	871-895
216	Beginning Elementary Teachers' Beliefs About the Use of Anchoring Questions in Science: A Longitudinal Study	Forbes, C. Davis, E.	<i>Science Education</i>	2010	94	2	365-387
217	Pre-service elementary teachers' perceptions of factors in an holistic methods course influencing their confidence in teaching science	Howitt, C.	<i>Research in Science Education</i>	2007	37	1	41-58
218	From PISA to Educational Standards: The impact of large scale assessments on science education in Germany	Neumann, K. Fischer, H.. Kauertz, A.	<i>International Journal of Science and Mathematics Education</i>	2010	8	3	545-563
219	Creativity, Inquiry, or Accountability? Scientists' and Teachers' Perceptions of Science Education	Taylor, A. Jones, M. Broadwell, B. Oppewal, T.	<i>Science Education</i>	2008	92	6	1058-1075
220	On the Nature of Teaching Nature of Science: Preservice Early Childhood Teachers' Instruction in Preschool and Elementary Settings	Akerson, V. Buzzelli, C.. Donnelly, L.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2010	47	2	213-333
221	Sociocultural influences on science education: Innovation for contemporary times	Carter, L.	<i>Science Education</i>	2008	92	1	165-181
222	Looking forward: rethinking professional learning through partnership arrangements in Initial Teacher Education	Edwards, A. Mutton, T.	<i>Oxford Review of Education</i>	2007	33	4	503-519

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
223	From science teacher to teacher leader: Leadership development as meaning making in a community of practice	Howe, A. Stubbs, H.	<i>Science Education</i>	2003	87	2	281-297
224	A Study of the Effect of Sustained, Whole-school Professional Development on Student Achievement in Science	Johnson, C. Kahle, J. Fargo, J.	<i>Science Education</i>	2007	91	3	371-383
225	An Investigation of Teacher Impact on Student Inquiry Science Performance Using a Hierarchical Linear Model	Liu, O. Lee, H. Linn, M.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2010	47	7	807-819
226	What we think we can safely say ...': primary teachers' views of the nature of science	Lunn, S.	<i>British Educational Research Journal</i>	2002	28	5	649-672
227	Research and teacher education in the UK: Building capacity	Murray, J. Campbell, A. Hextall, I. Hulme, M. Jones, M. Mahony, P. Menter, I. Procter, R. Wall, K.	<i>Teaching and Teacher Education</i>	2009	25	7	944-950
228	Using a meta-analysis activity to make critical reflection explicit in teacher education	Watts, M. Lawson, M.	<i>Teaching and Teacher Education</i>	2009	25	5	609-616

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
229	Capturing and Enhancing Science Teachers' Professional Knowledge	Berry, A. Loughran, J. Smith, Kathy Lindsay, S.	<i>Research in Science Education</i>	2009	39	4	575-594
230	Dimensions that shape teacher-scientist collaborations for teacher enhancement	Drayton, B. Falk, J.	<i>Science Education</i>	2006	90	4	734-761
231	Science, Worldviews, and Education	Gauch, H.	<i>Science &amp; Education</i>	2009	18	6-7	667-695
232	Positional identity and science teacher professional development	Moore, F.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2008	45	6	684-710
233	How primary trainee teachers perceive the development of their own scientific knowledge: links between confidence, content and competence?	Shallcross, T. Spink, E. Stephenson, P. Warwick, P.	<i>International Journal of Science Education</i>	2002	24	12	1293-1312
234	Science education with English language learners: Synthesis and research agenda	Lee, O.	<i>Review of Educational Research</i>	2005	75	4	491-530
235	The science/technology interaction: Implications for science literacy	Cajas, F.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2001	38	7	715-729
236	Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding	Sullivan, F.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2008	45	3	373-394
237	Message from the "Island group": What is literacy in science literacy?	Hand, B.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2003	40	7	607-615

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
238	High-school Students' Informal Reasoning and Argumentation about Biotechnology: An indicator of scientific literacy?	Dawson, V.	<i>International Journal of Science Education</i>	2009	31	11	1421-1445
239	Moving from border crossing to convergence of perspectives in language and science literacy research and practice	Hand, B.	<i>International Journal of Science Education</i>	2006	28	2-3	101-107
240	Reading Scientific Texts: Adapting Primary Literature for Promoting Scientific Literacy	Yarden, A.	<i>Research in Science Education</i>	2009	39	3	307-311
241	Pathway Towards Fluency: Using 'disaggregate instruction' to promote science literacy	Brown, B.	<i>International Journal of Science Education</i>	2009	32	11	1465-1493
242	Memories and scientific literacy: remembering exhibits from a science centre	Medved, M.	<i>International Journal of Science Education</i>	2000	22	10	1117-1132
243	High school marine science and scientific literacy: The promise of an integrated science course	Lambert, J.	<i>International Journal of Science Education</i>	2006	28	6	633-654
244	Mining concept maps from news stories for measuring civic scientific literacy in media	Tseng, Y.	<i>Computers &amp; Education</i>	2010	55	1	165-177
245	The Contribution of Trade Books to Early Science Literacy: In and Out of School	Schroeder, M.	<i>Research in Science Education</i>	2009	39	2	231-250
246	Science and the “good citizen”: Community-based scientific literacy.	Lee, S. Roth, W.M.	<i>Science, Technology and Human Values</i>	2003	28	3	403-424
247	Towards Scientific Literacy: A Teachers' Guide to the History, Philosophy and Sociology of Science	Horibe, S.	<i>Science Education</i>	2010	94	5	932-934
248	Mining concept maps from news stories for measuring civic scientific literacy in media	Tseng, Y.	<i>Computers &amp; Education</i>	2010	55	1	165-177

N.º	Título	Autor	Revista	Data	Volume	Número	Páginas
249	Scientific Literacy as collective praxis.	Roth, M. Lee, S.	<i>Public Understanding of Science</i>	2002	11	1	33-56
250	Teaching scientific communication skills in science studies: Does it make a difference?	Spektor – Levy, O Eylon, B.S Scherz, Z.	International Journal of Science and Mathematics Education	2009	7	5	875-903

---

Anexo 2. Questionário: Literacia Científica dos docentes do 1.ºCEB



## A Literacia Científica dos Professores do Ensino Pré-Escolar

### - Instruções

Este instrumento está desenhado para avaliar as atitudes perante a ciência. Não existem respostas corretas, apenas queremos conhecer a sua opinião. Este inquérito é totalmente anónimo.

Sexo: .....Idade: .....Concelho onde reside: ..... Antiguidade na carreira profissional: ..... (anos)  
 Formação Académica: Licenciatura/ Equivalente ..... Mestrado .....Doutoramento .....

Agrupamento de escolas a que pertence ..... Antiguidade no agrupamento: .....(anos)

### Parte I

1. No dia a dia temos de lidar com diversas situações e problemas para os quais temos diferentes graus de interesse e certeza. Face aos seguintes temas, pronuncie-se sobre o seu grau de interesse (coloque um X na coluna apropriada).

	Muito Interessado	Moderadamente Interessado	Pouco Interessado	Não Sabe
<b>Problemas ambientais</b>				
<b>Novas descobertas médicas</b>				
<b>Novas descobertas científicas e tecnológicas</b>				
<b>Notícias desportivas</b>				
<b>Cultura e arte</b>				
<b>Política</b>				

2. Face aos seguintes temas, pronuncie-se sobre o grau de informação que tem adquirido através da comunicação social (coloque um X na coluna apropriada).

	Muito Informado	Moderadamente Informado	Pouco Informado	Não Sabe
<b>Problemas ambientais</b>				
<b>Novas descobertas médicas</b>				
<b>Novas descobertas científicas e tecnológicas</b>				
<b>Notícias desportivas</b>				
<b>Cultura e arte</b>				
<b>Política</b>				

## Parte II

1. Para cada uma das seguintes questões, refira qual o grau de envolvimento que tem com a Ciência e Tecnologia (coloque um X na coluna apropriada).

	Regularmente	Ocasionalmente	Raramente	Nunca
Faz doações para investigação na área da medicina?				
Assina petições ou participa em manifestações de rua sobre energia nuclear, biotecnologia ou ambiente?				
Assiste a encontros ou debates sobre ciência e tecnologia?				
Faz parte de organizações não governamentais onde tenha de lidar com questões de ciência e tecnologia?				

2. Para cada uma das seguintes afirmações, indique qual o seu grau de concordância (coloque um X na coluna apropriada).

	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Discordo parcialmente	Não concordo
Não se pode confiar nos cientistas para nos informarem acerca de temas controversos de ciência e tecnologia, porque dependem cada vez mais das indústrias				
Financiamentos privados à investigação científica e tecnológica não permitem uma investigação imparcial.				
Os cientistas apenas investigam temas específicos de ciência e tecnologia. Este facto torna-os incapazes de encarar os problemas sobre diversas perspectivas.				
Nos dias de hoje os problemas que enfrentamos são tão complexos, que os cientistas já não são capazes de os compreender.				

3. Para cada uma das seguintes afirmações, indique qual o seu grau de concordância (coloque um X na coluna apropriada).

	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Discordo parcialmente	Não concordo
A ciência e a tecnologia tornam a nossa vida mais saudável.				
Devido aos avanços científicos e tecnológicos, os recursos naturais da terra são inesgotáveis.				
A ciência e a tecnologia conseguem solucionar qualquer problema.				
Dependemos demasiado da ciência e pouco da fé.				
A ciência e a tecnologia não desempenham um papel na melhoria do ambiente.				
Os cientistas deviam estar autorizados a realizar experiências em animais, como cães e macacos, se isso contribuísse para a descoberta de cura de doenças humanas.				
Devido aos seus conhecimentos, os cientistas são indivíduos potencialmente perigosos.				
As aplicações científicas e tecnológicas tornarão o trabalho das pessoas mais interessante.				
No meu dia a dia, não é importante ter conhecimentos sobre ciência.				
A ciência muda o nosso modo de vida rapidamente.				
Devido à ciência e tecnologia, as gerações futuras terão mais oportunidades.				
Os cientistas deveriam estar autorizados a realizar experiências em animais, como ratos de laboratório se isso contribuísse para a descoberta de cura de doenças humanas.				
A ciência e a tecnologia podem, em algumas ocasiões, deteriorar a moral dos indivíduos.				
As aplicações de ciência e de tecnologia podem ameaçar os direitos humanos.				
A ciência e a tecnologia podem ser utilizadas, futuramente, por terroristas.				

---

Anexo 3. Quadro comparativos entre o Estudo II e o Eub.-Pt.



*Grau de Interesse por questões de C&T - Comparação Estudo II vs Eurobarometro - Portugal*

	<b>Muito Interessado</b>		<b>Moderadamente Interessado</b>		<b>Pouco Interessado</b>		<b>Não Sabe</b>	
	Quest. Estud. (%)	Dif. para Eub-Pt (pp)	Quest. Estud. (%)	Dif. para Eub-Pt (pp)	Quest. Estud. (%)	Dif. para Eub-Pt (pp)	Quest. Estud. (%)	Dif. para Eub-Pt (pp)
<b>Problemas ambientais</b>	78,8	+55,8	21,2	-36,8	0	-18,0	0	-1
<b>Novas Descobertas Médicas</b>	43,5	+28,5	56,5	+0,5	0	-27,0	0	-1
<b>Novas Descobertas de C&amp;T</b>	37,8	+27,8	58,8	+9,8	2,4	-32,6	2,4%	-0,8
<b>Notícias Desportivas</b>	4,7	-13,3	54,1	+5,1	35,8	+3,8	35,8%	+4,9
<b>Cultura e Arte</b>	25,9	+12,9	69,4	+23,4	3,5	-35,5	3,5	-0,8
<b>Política</b>	8,2	-0,8	64,7	+14,7	22,4	-17,6	22,4	+3,7

*Grau de informação, adquirida através da comunicação social, por questões de C&T - Comparação Estudo II vs Eurobarometro - Portugal*

	<b>Muito Informado</b>		<b>Moderadamente Informado</b>		<b>Pouco informado</b>		<b>Não Sabe</b>	
	Quest. Doc. (%)	Dif. para Eub-Pt (pp)	Quest. Doc. (%)	Dif. para Eub-Pt (pp)	Quest. Doc. (%)	Dif. para Eub-Pt (pp)	Quest. Doc. (%)	Dif. para Eub-Pt (pp)
<b>Problemas ambientais</b>	28,8	+10,2	70,6	+3,6	1,2	-13,8	0	0
<b>Novas Descobertas Médicas</b>	2,4	-2,5	92,9	+52,9	3,5	-50,5	1,2	+0,2
<b>Novas Descobertas de C&amp;T</b>	4,8	+1,8	90,5	+52,5	4,8	-52,2	0	-2
<b>Notícias Desportivas</b>	19,0	+7,0	53,6	+10,6	26,2	-16,80	1,2	-0,8
<b>Cultura e Arte</b>	8,2	+2,2	82,4	+44,8	9,4	-52	0	-1
<b>Política</b>	18,8	+12,2	69,4	+26,4	8,2	-41,8	3,5	+2,5



*Grau de concordância com afirmações sobre investigação científica - Comparação Estudo II vs Eurobarometro – Portugal*

	<b>1. Regularmente</b>		<b>2. Ocasionalmente</b>		<b>3. Raramente</b>		<b>4. Nunca</b>	
	Quest. Doc. (%)	Dif. para Eub-Pt (pp)	Quest. Doc. (%)	Dif. para Eub-Pt (pp)	Quest. Doc. (%)	Dif. para Eub-Pt (pp)	Quest. Doc. (%)	Dif. para Eub-Pt (pp)
<b>Faz doações para investigação na área da medicina?</b>	4,7	-0,3	23,5	-5,5	21,2	+11,2	50,6	-18,4
<b>Assina petições ou participa em manifestações de rua sobre energia nuclear, biotecnologia ou ambiente?</b>	2,4	+0,4	20,0	+11	32,9	+21,9	44,7	-32,3
<b>Assiste a encontros ou debates sobre C&amp;T?</b>	1,2	+0,2	24,7	+14,7	49,4	40,4	24,7	-54,3
<b>Faz parte de organizações não governamentais onde tenha de lidar com questões de C&amp;T?</b>	0,0	+2,0	1,2	-7,8	15,3	+6,3	83,5	+4,5



