

PENSAMENTO CRÍTICO NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:

Percursos, perspectivas e propostas
de países Ibero-americanos



Conselho Editorial

Antonio Vicente Marafioti Garnica – Universidade Estadual de São Paulo

Antônio Maurício Alves – Universidade Federal de Pelotas

Carlos Aldemir Farias da Silva – Universidade Federal do Pará

Circe Mary Silva da Silva – Universidade Federal do Espírito Santo

José Manuel Matos – Universidade Nova de Lisboa/Portugal

Iran Abreu Mendes – Universidade Federal do Pará

Marc Moyon – Université de Limoges/França

Maria Helena Camara Bastos – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Wagner Rodrigues Valente – Universidade Federal de São Paulo

Neide Maria Michellan Kiouranis
Rui Marques Vieira
Celina Tenreiro-Vieira
Vivian dos Santos Calixto
Organizadores

**PENSAMENTO CRÍTICO
NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:**

Percursos, perspectivas e propostas
de países Ibero-americanos



2021

Copyright © 2021 Editora Livraria da Física
1ª Edição

Direção editorial: José Roberto Marinho

Capa: Fabrício Ribeiro

Projeto gráfico e diagramação: Fabrício Ribeiro

Edição revisada segundo o Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Pensamento crítico na educação em ciências: percursos, perspectivas e propostas de países Ibero-americanos / Neide Maria Michellan Kiouranis...[et al.]. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2021.

Vários autores.

Outros organizadores: Rui Marques Vieira, Celina Tenreiro-Vieira, Vivian dos Santos Calixto
Bibliografia.

ISBN 978-65-5563-092-3

1. Educação em ciências 2. Pensamento crítico 3. Pesquisa - Brasil 4. Professores - Formação
I. Kiouranis, Neide Maria Michellan. II. Vieira, Rui Marques. III. Tenreiro-Vieira, Celina. IV. Calixto, Vivian dos Santos.

21-62997

CDD-507

Índices para catálogo sistemático:

1. Pensamento crítico: Educação em ciências 507

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida
sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora.

Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107
da Lei N° 9.610, de 19 de fevereiro de 1998



EDITORIAL

Editora Livraria da Física
www.livrariadafisica.com.br

SUMÁRIO

Prólogo	7
<i>Isabel P. Martins</i>	
Introdução	11
<i>Neide Maria Michellan Kiouranis, Rui Marques Vieira, Celina Tenreiro-Vieira e Vivian dos Santos Calixto</i>	
1 Pensamento Crítico e Criativo na Educação em Ciências: percursos de investigação e proposta de referencial.....	17
<i>Rui Marques Vieira, Celina Tenreiro-Vieira</i>	
2 Pensamiento Crítico en química: un modelo teórico y su aplicación	43
<i>Oscar Eugenio Tamayo Alzate, Johanna Patricia Corredor, Juan David Londoño, Víctor Hugo Ocampo, Leonardo Pinzón, Mauricio A. Zapata</i>	
3 Um panorama das investigações em Educação em Ciências, Pensamento Crítico e formação de professores no cenário brasileiro: entre nuances, delineamentos e encaminhamentos.....	67
<i>Vivian dos Santos Calixto, Ananda Jacqueline Bordoni, Marcelo Pimentel da Silveira, Neide Maria Michellan Kiouranis, Rui Marques Vieira</i>	
4 Pensamento Crítico na elaboração de perguntas e argumentos: formação de professores de Química na conexão Brasil-Portugal.....	107
<i>Wesley Pereira da Silva, Francisle Neri de Souza, Gerson de Souza Mól</i>	
5 Abordagens em Ensino de Ciências promotoras do Pensamento Crítico ...	131
<i>Erivanildo Lopes da Silva, Edson José Wartha, Fabiana Kauark</i>	
6 O ensino de Ciências promotor do Pensamento Crítico: referências e perspectivas de pesquisa no Brasil	155
<i>Fabiele Cristiane Dias Broietti, Roque Ismael da Costa Güllich</i>	

7 Comunidades de Aprendizagem e Comunidades de Prática na formação de professores: perspectivas de Pensamento Crítico em narrativas de pesquisadoras de Portugal	197
<i>Maria Júlia Corazza, Neide Maria Michellan Kiouranis, Lourdes Aparecida Della Justina, Divanizia do Nascimento Souza, Rui Marques Vieira</i>	
Sobre os organizadores	233
Sobre os autores.....	235

PRÓLOGO

Estamos no ano 2021, o ano após a identificação do vírus causador da doença COVID-19. No primeiro mês deste ano é ainda impossível prognosticar quando nos libertaremos de tamanha tragédia de escala planetária, apesar dos avanços conseguidos para combater a propagação da terrível doença, com a invenção de vacinas preparadas e testadas cientificamente. Mas estamos muito longe de conseguir superar a tragédia que parece agravar-se cada dia. Num planeta finito e frágil damos conta da importância dos comportamentos e atitudes de todos os seres humanos, mas, para isso, são fundamentais o acesso ao conhecimento e competências intelectuais para saber distinguir informação verdadeira de informação falsa, dados de mitos, conhecimento de opinião sem fundamento. Aprender a pensar criticamente sobre o que nos rodeia, seja no ambiente fisicamente próximo, seja no que acontece mais longinquamente, é fundamental. Como fazê-lo se, por vezes, especialistas do mesmo domínio apontam caminhos distintos? Estas são questões de resposta difícil para o cidadão comum, que não entende o facto de que posições diferentes significam valorização diferente das dimensões do conhecimento, ele também limitado. Ponderar dimensões do Pensamento Crítico é, assim, algo que se impõe se quisermos avançar com segurança e, sobretudo, valorizar a literacia científica como instrumento de cidadania.

Pensar, refletir sobre algo, considerar provável ou inverosímil, ter opinião fundamentada, ter em conta os argumentos invocados, são tudo termos da linguagem comum que podem ter alguma conotação num quadro conceptual inerente ao pensamento crítico. Mas o termo ‘crítico’ também encerra, em si mesmo, várias conotações de uso corrente que interferem no conceito que aqui nos preocupa em termos educacionais. Ser-se crítico pode veicular uma conotação que expressa desaprovação de uma determinada situação, muitas das vezes traduzindo um modo de pensar do chamado senso comum onde opiniões, crenças, tradições e modos de viver se desenvolvem e misturam na sociedade, passando de geração em geração e aceites como verdades, sem questionamento. O senso comum é, com frequência, o modo de pensar de muitas

.....

peças, sem base de conhecimento científico, mas veiculado pela assimilação de informações que aparentam ser úteis no cotidiano. Trata-se de um conhecimento assistemático, o qual não possui uma organização prévia, nem se baseia em trabalho de investigação que o justifique. Não deixa de ser surpreendente, este comportamento ser veiculado, também, por cientistas quando se manifestam em outros domínios científicos, apesar de acrescentarem, alguns deles, que não são especialistas da área.

Por oposição, senso crítico significa a capacidade de questionar e analisar, de forma racional, uma dada situação. Por exemplo, uma avaliação crítica de argumentos pode concluir sobre o que é um bom argumento. Ao contrário do senso comum, o senso crítico não aceita a imposição de tradições e dogmas, sem questionamento prévio.

Como fazer, então, a passagem do senso comum para o senso crítico? A resposta não é fácil nem será a mesma para todas as situações, mas importa relevar alguns aspetos.

Ser-se dotado de pensamento crítico dependerá, por certo, do domínio da atividade em causa. No entanto, em termos gerais, tal implica capacidades de: reconhecer, analisar e construir argumentos sólidos; ponderar a relevância dos argumentos; estabelecer conexões entre ideias; identificar inconsistências e erros nos raciocínios; refletir sobre a justificação das suas próprias crenças. Como contribuir, então, para alcançar este propósito? Inovação e conhecimento no domínio das ciências é um binómio-chave no processo. A investigação de base científica será sempre indispensável, embora não dispense a devida articulação com a sua aplicação.

O Pensamento Crítico em Educação é uma área científica reconhecida no meio académico e científico, pois cumpre todos os critérios inerentes ao domínio científico: tem projetos financiados segundo candidaturas de base competitiva, desenvolvem-se teses de doutoramento sobre Pensamento Crítico, existem Unidades Curriculares de Cursos de 2.º e 3.º Ciclos de Bolonha devidamente acreditadas, organizam-se congressos e editam-se revistas dedicadas.

Mas, para aqui chegar, há que trabalhar desde cedo em contexto de educação formal, com essa orientação. A escola, um pouco por todo o mundo, tem estado demasiado centrada no aprender verbal, escrito e agora digital, direcionado para reproduzir e aplicar, e insuficientemente focada no desenvolvimento

de competências muitas das quais se constroem a partir do aprender fazendo, do aprender a fazer ou do aprender a partir do fazer. Há investimentos claros a fazer na formação em Pensamento Crítico, seja na formação inicial e continuada de professores, seja também de outros profissionais. Para tal será necessário investir também na formação de formadores.

Ao nível da educação formal de nível básico e secundário torna-se fundamental clarificar orientações curriculares que norteiam a construção de currículos e programas disciplinares específicos. Em Portugal a publicação, em 2017, do “Perfil dos Alunos à saída da Escolaridade obrigatória” estabelece a matriz de princípios, valores e áreas de competências a que deve obedecer o desenvolvimento do currículo. As competências a alcançar, consideradas como combinações complexas de conhecimentos, capacidades, atitudes e valores, serão, porventura, as orientações-chave para a concetualização dos programas das diversas disciplinas, articulados ao longo do currículo e também interdisciplinas, em cada ciclo e ano de escolaridade. O currículo escolar não pode ser visto como um ‘pacote’ de unidades curriculares independentes, mas como a integração de saberes disciplinares que permitem compreender diferentes dimensões de problemas reais. Mais ainda, o currículo de uma dada época deve permitir a construção, pelos alunos, de competências de índole pessoal que lhes permitam, no futuro, apreciar e desenvolver conhecimento sobre novos problemas ainda não conhecidos hoje. Pode, portanto, falar-se em diferentes níveis de formalização do currículo: o *idealizado* (princípios acordados e explicitados), o *formalizado* (traduzido em documentos oficiais), o *percebido* pelos professores, o *operacionalizado* e praticado em sala de aula e o *atingido* (aprendizagens alcançadas pelos alunos).

Todas as disciplinas curriculares deverão contribuir para o perfil desejável do aluno, e as ciências terão aí o seu papel. Defende-se, no entanto, que será a orientação didática a dimensão que maior influência poderá ter na construção de competências a alcançar pelos alunos. Saber ser questionador, crítico, reflexivo, criativo, comunicador, argumentativo, flexível perante a mudança, culto do ponto de vista científico para a sua idade, saber resolver problemas, são competências que a aprendizagem das ciências deve permitir alcançar. E será através da intervenção didática que isso será mais facilmente atingido. Por exemplo, para desenvolver, nos alunos, a área de competência de ‘Pensamento crítico e pensamento criativo’, é necessário que estes possam analisar e discutir

ideias, processos ou produtos centrando-se em evidências inequívocas. Definir cenários de aplicação das suas ideias e projetar o impacto das decisões tomadas será, também, uma via a explorar. Desenvolver projetos criativos para um dado contexto e ponderar a sua exequibilidade será um caminho para promover criatividade e pensamento crítico. O trabalho prático, laboratorial e experimental deverá constituir uma via a seguir no ensino das ciências, de modo a situar o aluno no centro da aprendizagem.

A formação científica como via para nos libertarmos de crenças é uma questão política, a educação em ciências desde cedo é, por isso, um bem público. Ser-se crítico implica ser capaz de fazer novas perguntas, de estabelecer novas abordagens das situações ou posições que se contestam. Desenvolver uma cultura de pensamento crítico é fundamental numa sociedade globalizada onde se confundem verdades com mitos e onde crenças, muitas vezes, condicionam o exercício da cidadania esclarecida. Partilhar e construir novo conhecimento em grupos de investigadores será uma via para aprofundar quadros referenciais teórico-metodológicos e estratégias de ação capazes de contribuir para uma educação em ciências mais profícua, que permita compreender as múltiplas e interconectadas relações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Sustentabilidade. A sobrevivência da diversidade biológica e do planeta que habitamos necessita que investigadores, formadores, educadores e decisores trabalhem de forma articulada e partilhem ideais de solidariedade e convergência. Ser um pensador crítico deverá ser uma meta a prosseguir. Pensar implica perguntar e saber perguntar é indispensável na construção do conhecimento científico.

Isabel P. Martins

Universidade de Aveiro, janeiro 2021

INTRODUÇÃO

No campo da Educação em Ciências, estudos centrados no pensamento crítico têm vindo crescentemente a constituir-se como uma influente área de interesse, como via de acesso a uma educação de qualidade e com participação de todos os cidadãos, de forma consciente e esclarecida. Enquanto coletivo de professores/pesquisadores/investigadores, parece ser globalmente consensual a importância de fomentar o pensamento crítico dos estudantes, frente aos desafios culturais e educacionais, principalmente, nesse momento em que a pandemia afeta globalmente as sociedades.

Apresentada nos vários normativos legais e documentos curriculares e política educacional de vários países, como os ibero-americanos, a referência ao pensamento é recorrente como necessidade de possibilitar aos estudantes, principalmente, mecanismos que os tornem mais competentes na defesa contra a manipulação intelectual, tão presente nos dias atuais. Assim sendo, cabe às escolas fomentar a cultura do pensamento crítico, por meio de estratégias e ferramentas adequadas que lhes proporcionem melhor discernimento para lidarem com os conhecimentos científicos e tecnológicos diante do bombardeio de informações a que somos acometidos, diariamente.

Nos Estados Unidos e na Europa, mais especificamente, Portugal e Espanha, vários pesquisadores/investigadores têm desenvolvido estudos, tanto de natureza epistemológica, filosófica e psicológica, como de didática, acerca das atividades e das estratégias de ensino e de aprendizagem, com o intuito de introduzir no ambiente escolar situações que mobilizam o pensar criticamente em sala de aula. Mais recentemente, no Brasil, grupos de pesquisas, em parceria com pesquisadores de Portugal, vêm desenvolvendo vários estudos nesse sentido, de que são exemplo os abordados, sob autoria de pesquisadores brasileiros e portugueses, em alguns dos capítulos que compõem esta obra.

Este livro resulta de motivos pessoais e acadêmicos, mobilizados em divulgar parte da trajetória dos grupos de pesquisa/investigação, como contributo para o debate, reflexão e evidências em torno de referenciais acerca do pensamento crítico, bem como de vias fundamentadas para a sua promoção,

em particular no contexto da sala de aula, nos diferentes níveis de ensino. Os diferentes capítulos, no seu conjunto, configuram um contributo para a área de Educação em Ciências, expondo e discutindo fundamentos e práticas com foco no pensamento crítico na Educação em Ciências nos diferentes níveis de ensino.

Assim, no prólogo escrito por Isabel Martins – professora catedrática aposentada da Universidade de Aveiro – Portugal, investigadora do Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação, da mesma universidade, e Presidente da Associação Ibero-americana Ciência-Tecnologia-Sociedade (<http://aia-cts.web.ua.pt>) – são enquadrados argumentos e compreensões que compõem os fundamentos teórico-metodológicos do conteúdo desta obra.

Depois, além dessa introdução, surgem os vários capítulos que constituem o resultado de estudos de Pós-Graduação e também de investigações de Grupos de Pesquisa de autores brasileiros e estrangeiros das universidades seguintes: Universidade Estadual de Maringá – UEM; Universidade Estadual de Londrina – UEL; Universidade Federal Fronteira Sul – UFFS; Universidade Federal de Sergipe – UFS; Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD; Universidad de Cálidas – Universidad Autónoma de Manizales – Colômbia e Universidade de Aveiro – Portugal.

Nesse quadro, o capítulo inicial, intitulado *Pensamento Crítico e Criativo na Educação em Ciências: percursos de investigação e proposta de referencial*, centra-se na investigação que se tem realizado sobre o pensamento crítico e criativo (PCC), particularmente, em Portugal, destacando a sua promoção na educação científica e no contexto da didática das ciências. Apresenta-se, também, uma proposta de referencial para o desenvolvimento do PCC de forma integrada e holística, bem como exemplos de práticas orientadas para a sua promoção e desafios futuros da investigação, formação e inovação na Educação em Ciências.

O segundo capítulo, *Pensamiento Crítico en química: un modelo teórico y su aplicación*, versa sobre um modelo de um domínio específico orientado para compreensão do pensamento crítico, conceitualizado como integrando quatro dimensões: argumentação, resolução de problemas, emoções e metacognição. Os autores consideram que o objeto central de estudo da didática contemporânea extrapola os tradicionais objetos de estudo no âmbito do ensino e aprendizagem, propondo que esse objeto seja a formação do pensamento crítico em

domínio específico de conhecimento. À luz desse modelo, é descrita de forma abrangente uma experiência de ensino de química.

Já no capítulo três, intitulado *Um panorama das investigações em Educação em Ciências, Pensamento Crítico e formação de professores no cenário brasileiro: entre nuances, delineamentos e encaminhamentos*, abordam-se as compreensões que emergem dos resultados de uma revisão sistemática, focada no pensamento crítico (PC), campo da formação de professores de ciências, no contexto brasileiro. Mediante as fontes de constituição do material empírico, que se ocupou a análise, três espaços foram selecionados: os Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC); a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e os periódicos brasileiros da área de Educação e Ensino com Qualis/CAPES de A1 a A4, avaliação prévia 2019. Com base na análise, foi possível organizar o material empírico em quatro categorias, sendo elas: PC como ponto de ancoragem na elaboração de estratégias de ensino e aprendizagem; PC como característica; PC e compreensão do seu sentido; e PC como um resultado a ser atingido. As intenções explícitas ou implícitas nessas categorias expõem o cenário da produção com foco no PC, ancorado em referenciais dos investigadores portugueses Vieira e Tenreiro-Vieira para grande parte das pesquisas, principalmente das enquadradas na primeira categoria.

O capítulo quatro, *Pensamento Crítico na elaboração de perguntas e argumentos: formação de professores de Química na conexão Brasil-Portugal*, apresenta o resultado da análise do padrão de questionamento e argumentação de professores brasileiros de Química, no contexto de uma formação docente promovida por um Programa de Desenvolvimento Profissional para Professores na Universidade de Aveiro – Portugal. Participaram dessa formação vinte e cinco professores de Química, de cinco regiões brasileiras. O impacto da referida formação docente nesses padrões também foi analisado na perspectiva de suas potencialidades para o pensamento crítico. Os dados, recolhidos por meio de dois questionários construídos no *Google Forms*, foram categorizados a partir das áreas e capacidades de pensamento crítico da taxonomia proposta por Ennis.

Intitulado *Abordagens em Ensino de Ciências promotoras do Pensamento Crítico*, o capítulo cinco apresenta uma discussão acerca de algumas bases teóricas que sustentam as investigações com foco nas abordagens de ensino

voltadas às orientações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), com possibilidades de promover o desenvolvimento de capacidades de Pensamento Crítico. Destacam-se, neste capítulo, os projetos de pesquisas com ênfase nas atividades investigativas de temáticas CTS. Abordam-se, ainda, os objetivos, perspectivas e resultados de pesquisas no âmbito do ensino de Ciências, realizados pelos autores do capítulo em seus próprios grupos.

O capítulo seis, *O ensino de Ciências promotor do Pensamento Crítico: referências e perspectivas de pesquisa no Brasil*, foi elaborado com base em produções acadêmicas com o intuito de mapear o contexto de trabalhos científicos sobre o pensamento crítico no Ensino de Ciências no Brasil. No processo, a análise dos documentos selecionados, sete dissertações, uma tese e catorze artigos, considerou os seguintes aspectos: i) o conceito de Pensamento Crítico; ii) temáticas/enfoques das publicações; e, iii) principais referências acerca do Pensamento Crítico utilizadas. Com relação ao conceito de pensamento crítico nesse material, evidenciam-se duas perspectivas: i) pensar racional e reflexivo voltado ao agir crítico; e, ii) refletir criticamente sobre o mundo voltado à emancipação social. Quanto às temáticas, são recorrentes: ações didático-investigativas; perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS); abordagem de Questões Sociocientíficas; capacidades de pensamento crítico; argumentação e Tecnologias da Informação; e Comunicação. Os artigos foram analisados com base em cinco subcategorias: compreensões de licenciandos/professores acerca do pensamento crítico; discussão de estratégias de ensino que fomentam o pensamento crítico; discussão de referências teóricas sobre a importância do pensamento crítico na formação de professores/contexto educacional e revisões bibliográficas. Na maioria das produções, os principais referenciais citados são trabalhos de Tenreiro-Vieira, Vieira e Ennis.

O último capítulo, *Comunidades de Aprendizagem e Comunidades de Prática na formação de professores: perspectivas de Pensamento Crítico em narrativas de pesquisadoras de Portugal*, discute a relevância de Comunidades de Aprendizagem e de Prática (CAP), *on-line*, construídas em contextos de formação de professores e com foco no desenvolvimento do pensamento crítico. Para essa discussão, foram realizadas entrevistas narrativas com duas professoras pesquisadoras de Portugal sobre o contexto de criação e desenvolvimento dessas comunidades em suas pesquisas. Ao longo do capítulo, são apresentadas interlocuções entre fragmentos de narrativas das professoras pesquisadoras

com os discursos de autores acerca de: contextos de criação; ambientes e ferramentas virtuais utilizadas; conceitos e caracterizações de CAP; processo de liderança, moderação e colaboração, relevância e desafios na construção de saberes e capacidades – entre as quais de pensamento crítico.

Ao concluir essa apresentação, é de sublinhar a trajetória na área da Educação em Ciências no Brasil, em Portugal e também na Colômbia, as conquistas, as resistências e os avanços em vários campos da atuação docente. O percurso na área do pensamento crítico em termos de investigações, metodologias e propostas teóricas, evidencia potencialidades e faz emergir desafios futuros no que concerne às possibilidades de compreensão e promoção do pensamento crítico.

Em diversos momentos, e em distintos cenários, o conceito de pensamento crítico foi, e ainda é, utilizado de forma pouco compreensiva, como uma espécie de *slogan*, uma panaceia educacional. Pouco se discutia acerca de conceitualizações teóricas e/ou propostas didáticas, designadamente em termos de estratégias com potencial para sua promoção. Diante dessa conjectura, este livro, composto por capítulos e perspectivas teórico/metodológicas de professores/pesquisadores/investigadores vinculados a diferentes contextos, afigura-se como um contributo para ampliar o horizonte de compreensão do conceito de pensamento crítico e de possibilidades de operacionalização e transposição para as práticas docentes, nomeadamente na Educação em Ciências. Que os capítulos que o integram possam permitir a todos os leitores um ampliar de horizontes, uma forma de pensar e olhar para a realidade na sua complexidade, tal qual o pensamento crítico possibilita. Boa leitura a todos, com repercussões na ação.

Neide Maria Michellan Kiouranis

Rui Marques Vieira

Celina Tenreiro-Vieira

Vivian dos Santos Calixto

Entre Brasil e Portugal, no novembro pandêmico de 2020.

PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: PERCURSOS DE INVESTIGAÇÃO E PROPOSTA DE REFERENCIAL

Rui Marques Vieira¹
Celina Tenreiro-Vieira²

Introdução

As transformações nos diversos setores socioeconómicos das últimas quatro décadas, ocorridas em muitos países, que evidenciaram ser vertiginosas, voláteis, ambíguas, complexas, globais, dramáticas, profundas, particularmente as decorrentes do desenvolvimento tecnológico e científico, trouxeram diferentes e novas dinâmicas, problemas e desafios. De atividades, nas décadas anteriores, maioritariamente rotineiras, caracterizadas pela prática repetida de tarefas semelhantes e localizadas em domínios altamente especializados, como descrevem Greiff et al. (2014), passou-se para um conjunto de serviços e novas profissões, uma parte substancial ligada ao setor tecnológico e para outros tipos de problemas mais dinâmicos, em ambientes menos transparentes e nos quais o conhecimento factual é quase instantaneamente acessível.

Neste quadro, pese embora o esforço feito em alguns países, investigadores, como os últimos citados, consideram que os sistemas educativos

1 Universidade de Aveiro, CIDTFF, Portugal. rvieira@ua.pt

2 Universidade de Aveiro, CIDTFF, Portugal. cvieira@ua.pt

contemporâneos não têm atendido às necessidades sociais e individuais de promover o desenvolvimento de competências para a resolução de problemas com sucesso e não só os específicos de um domínio do conhecimento. Em resposta a essas mudanças, um número crescente de sistemas educacionais de muitos países tem vindo a impelir os professores a reformularem as suas práticas didático-pedagógicas para, por exemplo, se criarem oportunidades para os alunos pensarem as questões de diferentes ângulos, ouvir atentamente as opiniões dos outros, argumentar e explicar e transmutando as suas ideias em soluções originais e eficazes (Saiz, 2018; Tenreiro-Vieira e Vieira, 2019; Vieira, 2018a; b; Vincent-Lancrin et al., 2019). A missão da educação deve ser a de proporcionar adequadamente aos alunos não apenas oportunidades de (re) construir conhecimentos e de estratégias de resolução de problemas específicas do domínio em estudo (que são cruciais em si mesmas), mas também de desenvolverem um conjunto mais amplo de competências necessárias nas sociedades atuais (Greiff et al., 2014).

Entre essas destacam-se as da área do pensamento Crítico, pensamento Criativo, Comunicação e Colaboração, abreviadamente denominadas de 4C. Destas tem-se vindo a dar destaque nos últimos mais de 25 anos, quer na investigação e inovação, quer na formação, ao pensamento crítico e criativo (PCC). Ainda que, como mais à frente se depreenderá no referencial que se propõe, as de comunicação e colaboração estejam incluídas nas de PCC.

Nesta perspetiva, foram decorrendo, ao longo das últimas duas décadas, sucessivas reformas e mudanças de políticas educativas e currículos, as quais procuram incorporar as referidas competências. No caso de Portugal e fazendo apenas referência a documentos mais recentes, foi o que ocorreu também com o *Perfil do Aluno no Final da Escolaridade Obrigatória* (ME, 2017), o qual preconiza 10 áreas de competências (que envolvem conhecimentos científicos, atitudes e valores e capacidades de pensamento), como por exemplo o PCC, que deverão ser promovidas em todos os contextos e disciplinas do ensino básico e secundário (6 aos 18 anos).

Assim sendo, é explicitamente esperado que a educação em ciências contribua para que os alunos, ao longo da sua escolaridade obrigatória, desenvolvam o conjunto intrincado de conhecimentos, atitudes e capacidades envolvidas nestas áreas de competências, podendo ter um papel privilegiado em algumas delas. Neste contexto, no presente capítulo começa-se por sistematizar

a principal investigação, formação e inovação que se tem realizado sobre o PCC na Educação em Ciências. Depois, fruto desta e da coleta de dados e dos resultados obtidos, apresenta-se e discute-se uma proposta de referencial para o desenvolvimento do PCC de forma integrada e holística. Por fim, destacam-se exemplos de práticas orientadas para a promoção do PCC, ancoradas em estudos de investigação e conclusões emergentes dos mesmos.

Percursos de investigação em Pensamento Crítico e Criativo na Educação em Ciências

É globalmente consensual que existe um movimento, desde a década de 80 do século passado, em torno do PCC. Tal como se tem vindo a relatar, especialmente desde o virar do milénio, por exemplo em Tenreiro-Vieira e Vieira (2000) ou Vieira (2018b), o foco inicial centrou-se nas teorizações sobre estes tipos de pensamento, bem como no desenvolvimento de programas estruturados para os promover nos alunos e também nos professores e outros profissionais, como chefias de empresas, especialmente para a tomada de decisão. Desde esse período que houve um crescimento do movimento, o qual tem sido mais visível no número de conferências e de artigos, livros e capítulos sendo, o seu aumento considerado substancial na última década.

As razões para tal interesse são variadas e de diferentes perspetivas, estando também profusamente descritas por diversos autores, como os últimos citados. Mas apontam-se as mais relevantes, em síntese, e centrando em três esferas da vida da globalidade das sociedades contemporâneas: pessoal, profissional e social.

Do ponto de vista pessoal, é considerada a melhor “ferramenta” para cada indivíduo ser capaz de enfrentar e lidar com a alteração contínua dos cada vez mais complexos sistemas que caracterizam a sociedade global contemporânea, como a profusão de informação, especialmente em formato digital, e com um número crescente de *fake news*. É ainda uma exigência para cada um se poder adaptar, com êxito, às exigências próprias da volatilidade, incerteza e ambiguidade que tem sido apanágio das primeiras duas décadas do século XXI, agora em conjunto com outros desafios, como o das pandemias e ameaças aos direitos humanos, como o da liberdade, desde logo, de pensar. Pode ajudar

igualmente cada um a atingir uma maior realização pessoal e a ter objetivos e vidas mais produtivas e plenas.

Já no que se refere ao exercício de uma atividade profissional, o PCC tem sido considerado necessário para o desempenho profissional, em particular das que ainda não existem e que, neste momento, muito dificilmente se poderão prever para o futuro. Como é cada vez mais difícil antecipar todo o conhecimento que se vai precisar e se o mesmo estará atualizado, importa dar também relevância ao aprender a ser flexível, à cooperação e colaboração, à resolução de problemas e tomada de decisão, de forma original e fluente, que podem ser mobilizadas numa ampla variedade de contextos profissionais. As capacidades ligadas à interação com os outros, como as de argumentação e comunicação, tornaram-se ainda mais valorizadas na maioria dos setores profissionais que existem e se criaram no século XXI.

Na esfera social, o PCC tem-se revelado crucial não só para se sobreviver sustentavelmente, mas também para prosperar em comunidade. Estas capacidades são já consideradas indispensáveis para o exercício de várias atividades como as ligadas à liderança de grupos e ao exercício de cargos políticos. Aliás, a existência dos sistemas democráticos depende, também em grande medida, da capacidade de os indivíduos atuarem e intervirem construtivamente e no respeito pelas decisões coletivas, após amplos e genuínos debates abertos, designadamente sobre questões sócio científicas controversas, e depois agir em conformidade.

Uma das vias que se foi afirmando para a integração curricular destes tipos de pensamento é a que se relaciona com as multiliteracias, como a Numeracia, a Mediática e a Científica. A relação desta última, particularmente com o pensamento crítico, está ilustrada em diferentes trabalhos de investigação (Tenreiro-Vieira e Vieira, 2013; 2014; Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins, 2010; 2011a; e Vieira, 2018a). Aliás, o PCC tem sido identificado como importante para alcançar a literacia científica (também referida como alfabetização científica, em documentos da UNESCO ou de vários países francófonos) para todos os alunos (Aikenhead 2009; Martins, 2004; Vieira, 2003; Vieira et al., 2011b).

Pese embora as diferentes definições, as literacias, como a científica, e de modo a romper com uma visão tecnicista da educação, que, por exemplo, valoriza apenas a memorização de informação e conceitos, foram sendo associadas a uma orientação de cariz mais sócio construtivista e ao conceito