



Descrição de Propostas didáticas com orientação CTS promotoras do Pensamento Crítico: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Description of Didactic Proposals with STS Orientation to Promote Critical Thinking: A Systematic Review of the Literature

Descripción de Propuestas Didácticas con Orientación CTS para Promover el Pensamiento Crítico: Una Revisión Sistemática de la Literatura

Luís Filipe Torres Moreira

Programa Doutoral em Educação - Didática e Desenvolvimento Curricular
Departamento de Educação e Psicologia, Universidade de Aveiro
a35071@ua.pt
<https://orcid.org/0000-0003-4379-3285>

Betina da Silva Lopes

CIDTFF – Centro de Investigação Didática e Tecnologia Educativa na Formação de Formadores,
Departamento de Educação e Psicologia, Universidade de Aveiro
blopes@ua.pt
<https://orcid.org/0000-0003-0669-1650>

Rui Marques Vieira

CIDTFF – Centro de Investigação Didática e Tecnologia Educativa na Formação de Formadores,
Departamento de Educação e Psicologia, Universidade de Aveiro
rvieira@ua.pt
<https://orcid.org/000-0003-0610-6896>

Resumo

Este artigo assenta numa Revisão Sistemática de Literatura (RSL), sobre Educação em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) promotora do Pensamento crítico (PC), tendo como questão de investigação “Que quadros de referência sustentam propostas didáticas com orientação CTS promotoras do PC?”. Os objetivos consistem em caracterizar a perspetiva do processo de ensino e aprendizagem (ensino/papel do Professor, aprendizagem/papel do Aluno, conceção de: a Ciência, o cientista, a Tecnologia) e explorar os elementos de concretização do processo de ensino e aprendizagem (estratégias, atividades de ensino, recursos e materiais, ambiente de sala de aula). Definiram-se termos de pesquisa nas bases de dados SCOPUS, Web of Science, RCAAP, critérios de inclusão/exclusão seguindo o protocolo PRISMA. Constituiu-se *corpus* de



12 artigos recorrendo à análise de conteúdo. Resultados revelam a necessidade de construir, validar e implementar novos recursos didáticos CTS/PC, em contexto de sala de aula. Estes deverão: (i) ser concebidos e implementados em contexto real de educação em ciências; (ii) resultar de um processo reflexivo de desenvolvimento e melhoria das propostas didáticas; (iii) promover, intencional e explicitamente, o PC dos alunos e (iv) envolver todos os participantes no desenvolvimento das propostas didáticas. Este artigo contribui para a discussão/reflexão acerca das orientações e especificações de desenvolvimento de propostas didáticas CTS/PC, operacionalização e implementação, para a formação de cidadãos conscientes, participativos, com literacia científica (LC), numa sociedade democrática.

Palavras-chave: Educação em Ciências; Ciência-Tecnologia-Sociedade [CTS]; Pensamento crítico [PC], Recursos didáticos.

Abstract

This article is based on a Systematic Literature Review (SLR) on Science-Technology-Society (STS) Education that promotes Critical Thinking (CT), with the research question “What frames of reference support didactic proposals with STS orientation that promote CT?”. The objectives are to characterize the perspective of the teaching and learning process (teaching/role of the Teacher, learning/role of the Student, conception of: Science, the scientist, Technology) and to explore the elements of implementation of the teaching and learning process (strategies, teaching activities, resources and materials, classroom environment). Search terms were defined in the SCOPUS, Web of Science, RCAAP databases, inclusion/exclusion criteria following the PRISMA protocol. A corpus of 12 articles was constituted using content analysis. Results reveal the need to build, validate and implement new STS/CT didactic resources in the classroom context. These should: (i) be designed and implemented in a real context of science education; (ii) result from a reflective process of development and improvement of didactic proposals; (iii) intentionally and explicitly promote the students’ CT and (iv) involve all participants in the development of didactic proposals. This article contributes to the discussion/reflection on the guidelines and specifications for the development of STS/CT didactic proposals, operationalization and implementation, forming conscious, participatory citizens, with scientific literacy (SL), in a democratic society.

Keywords: Science Education; Science-Technology-Society [STS]; Critical Thinking [CT], Teaching resources.

Resumen

Este artículo se basa en una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) sobre Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) que promueve el Pensamiento Crítico (PC), con la pregunta de investigación «¿Qué marcos de referencia apoyan propuestas didácticas con orientación CTS que promuevan el PC?». Los objetivos son caracterizar la perspectiva del proceso de enseñanza y aprendizaje (enseñanza/rol del Profesor, aprendizaje/rol del Estudiante, concepción de: la Ciencia, el científico, la Tecnología) y explorar los elementos de implementación del proceso de enseñanza y aprendizaje (estrategias, actividades didácticas, recursos y materiales, ambiente de aula). Los términos de búsqueda se definieron en las bases de datos SCOPUS, Web of Science, RCAAP, criterios de inclusión/exclusión siguiendo el protocolo PRISMA. Se constituyó un corpus de 12 artículos mediante análisis de contenido. Los resultados revelan la necesidad



de construir, validar e implementar nuevos recursos didácticos CTS/PC en el contexto del aula. **Éstas** deberían: i) diseñarse y aplicarse en un contexto real de enseñanza de las ciencias; (ii) resultar de un proceso reflexivo de desarrollo y perfeccionamiento de propuestas didácticas; (iii) promover de forma intencionada y explícita el PC de los alumnos y (iv) implicar a todos los participantes en la elaboración de propuestas didácticas. Este artículo contribuye a la discusión/reflexión sobre las directrices y especificaciones para el desarrollo de propuestas didácticas CTS/PC, operacionalización e implementación, para la formación de ciudadanos conscientes, participativos, con alfabetización científica (AC), en una sociedad democrática.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias; Ciencia-Tecnología-Sociedad [CTS]; Pensamiento Crítico [PC]; Recursos didácticos.

Introdução

A Humanidade enfrenta riscos num mundo mutante e imprevisível (OECD, 2015), sendo urgente reinventar a Educação para enfrentar desafios comuns (UNESCO, 2022). Num Século XXI de acelerada evolução da Ciência e Tecnologia (C&T), estes e outros organismos defendem uma Educação em Ciências (EC) que valorize o quotidiano num ensino contextualizado da Ciência, construindo saberes úteis e mobilizáveis de C&T com promoção do PC, respondendo, com flexibilidade, aos desafios sociais, económicos e tecnológicos.

Construir conhecimentos científicos e promover o PC poderão afirmar-se centrais na EC com orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), contribuindo para uma literacia científica (LC) para todos. Defende-se o desenvolvimento de saberes científicos fundamentais para uma cidadania mais democrática e sustentável no contexto de transformações voláteis, incertas e complexas e, ainda, fortemente imerso em tecnologia(s) (Martins, 2020; Tenreiro-Vieira & Vieira, 2020).

A EC com orientação CTS promotora do PC necessita de recursos atualizados e desenvolvidos em contextos de Aprendizagem cooperativa (AC), integrando relações CTS numa crescente diversidade cultural com adoção de atitudes colaborativas para uma vida mais próspera e feliz (OECD, 2015). Assim, no âmbito de um projeto de investigação de Doutoramento, em curso, esta Revisão Sistemática da Literatura (RSL) deriva da necessidade de identificar orientações e especificações didático-pedagógicas de recursos didáticos com orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) promotora do Pensamento crítico (PC). Esta RSL apresenta-se como um contributo para a construção de um *corpus* de conhecimento, suportado por resultados, validados pela comunidade científica.

Contextualização teórica

Em face da globalidade e imprevisibilidade crescentes do contexto societal atual, defende-se a formação de cidadãos capazes de participar ativamente nas escolhas sociais e políticas, rumo a uma sociedade humanista e um planeta sustentável. Uma via de operacio-



nalização da resposta educativa centra-se na necessidade de promoção da literacia científica (LC) (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2022). A LC é considerada como um direito dos cidadãos nas sociedades democráticas e também como um instrumento privilegiado para se poder participar conscientemente em decisões políticas colocadas a discussão pública (Martins, 2020). A LC, em ambiente escolar, é definida como a capacidade dos alunos se envolverem com questões de/ relacionadas com Ciência, como cidadãos reflexivos, dispostos a envolverem-se num discurso fundamentado sobre C&T, que exige competências para explicar cientificamente os fenómenos, avaliar e projetar investigação científica e interpretar dados e evidências cientificamente (OECD, 2023). Contudo, a educação científica, apesar do seu compromisso declarado com a LC, não está a preparar os alunos para se envolverem com sucesso com grande parte da Ciência no seu quotidiano (Osborne & Pimentel, 2023). Dados recentes do PISA 2022 indicam que Portugal, durante vários anos tido com um caso de sucesso, regista uma inversão negativa de tendência desde 2018, sendo que os resultados de 2022, apresentam a perda de 6 pontos em termos de literacia científica (OECD, 2023).

A EC deverá contribuir para uma formação globalizante, permitindo a todos compreender e participar democraticamente no mundo atual (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2021). Compreender o papel da C&T implica explorar as relações CTS, sendo que construir estratégias didáticas concretizadoras desse propósito é um desafio de futuro (Martins, 2022).

A resposta educativa a este contexto incluirá desenvolver recursos didáticos com orientação CTS promotora do PC, operacionalizada nos “5C”: pensamento crítico, pensamento criativo, comunicação, colaboração, cidadania (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2021; 2022). O movimento CTS apresenta um historial de décadas na EC (Martins, 2022; Vieira, 2021) e constituiu-se um paradigma de EC (Mansour, 2009). Martins (2020) considera necessária a promoção de atitudes e valores inerentes à prática da C&T como atividades humanas contextualizadas. A EC com orientação CTS e aprendizagens a alcançar por essa via contribuem para a *Educação de qualidade* - Objetivo Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4 (Martins, 2020). O ODS 4 pretende garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, com promoção de oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.

Neste contexto, defende-se uma orientação CTS promotora do PC, conectando a Ciência e o quotidiano dos alunos para a sua compreensão pública (Vieira et al., 2011). Halpern (2014) destaca o PC como objetivo emergente na Educação em Ciências. O PC, na concretização de autores como Ennis (2013) envolve e necessita de outros tipos de pensamento como o criativo, a resolução de problemas e a tomada de decisão, sendo que, segundo este autor, o PC constitui uma forma de pensamento racional, reflexivo, focado no decidir em que acreditar ou o que fazer. A orientação CTS promotora de PC incrementará índices de LC e atitudes positivas para com a Ciência, contribuindo para o sucesso escolar dos alunos (van Aalderen-Smeets & van der Molen, 2015). Tenreiro-Vieira & Vieira (2016) realizaram estudos no Ensino Básico português que evidenciam a relevância de recursos didáticos com orientação CTS na promoção da LC e PC dos alunos. Os recursos didáticos CTS/PC, promotores da LC, enquadram-se num contexto de valorização de um ensino problematizado e contextualizado da C&T com a Sociedade, possibilitando a mobilização de conhecimentos, capacidades de



PC, atitudes e valores, conciliando análises múltiplas com propostas de tomada de decisão coletivas, num contexto educativo volátil. Recursos didáticos com orientação CTS/PC são um caminho para enfrentar a multidimensionalidade deste contexto (Vieira, 2021). Importa desenvolver práticas didático-pedagógicas promotoras do PC, o mais precoce possível, ampliando a investigação em termos de recursos desenvolvidos de modo colaborativo com professores e investigadores (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2022). Importa uma EC com orientação CTS que aborde problemas sociais do quotidiano que envolvem a C&T, socialmente relevantes, com desenvolvimento de conhecimento científico, atitudes e valores, PC (Martins, 2020; Vieira, 2021), criando múltiplas oportunidades para os alunos vivenciarem a participação/ação, mobilizando conhecimentos científicos, capacidades de pensamento crítico e atitudes e valores (Tenreiro Vieira & Vieira, 2018).

O Quadro 1 apresenta um resumo dos principais pontos a ter em conta para a conceção, desenvolvimento, implementação e avaliação de materiais didáticos CTS/PC, atendendo aos estudos de Tenreiro-Vieira & Vieira, (2000; 2005; 2016; 2020).

Quadro 1. Conceção desenvolvimento, implementação e avaliação de propostas didáticas CTS/PC

Etapa	Descrição	
Conceção	Critérios de seleção temas CTS	<ul style="list-style-type: none">- Atender aos documentos curriculares- Adequar ao desenvolvimento cognitivo e diversidade dos alunos- Pertinentes no quotidiano dos alunos e seu futuro- Interessar aos alunos e socialmente relevantes
Desenvolvimento	Orientação a plasmar nos materiais didáticos	<ul style="list-style-type: none">- Atender às ideias prévias dos alunos- Explorar situações-problema- Focar relações CTS para compreender o Mundo na sua complexidade e assente na Educação para a Sustentabilidade- Promover PC (atributos PIGES¹), atitudes e valores- Prever pluralismo metodológico nas estratégias de ensino/aprendizagem (contexto interdisciplinar)- Envolver alunos em sequências didáticas com atividades variadas (tomada de decisão, resolução de situações-problema; análise de notícias, artigos científicos, debates, atividades laboratoriais, pesquisa de informação em fontes diversas)- Disponibilizar orientação/feedback pelo Professor- Construir Guião do Professor e Caderno de Registos do Aluno

¹ PIGES: Princípios, o mais cedo possível e desde os primeiros anos; Intencionalmente, adotando para tal uma conceitualização clara e consistente; Gradualmente, atendendo aos contextos e às características do público-alvo; Explicitamente, identificando as dimensões a promover; Sistemáticamente ao longo de toda a escolaridade e da vida.



Implementação	Sala de aula	<ul style="list-style-type: none">- Propostas didáticas exploradas sob a orientação do Professor, incluindo preparação prévia com investigadores, na:<ul style="list-style-type: none">- apresentação da proposta aos alunos e entrega do Caderno de registos;- realização da proposta pelos alunos com resposta, oral e escrita, às questões constantes do Caderno de Registos;- previsão de implementação de estratégias de AC promotoras do PC e relações CTS - o Professor envolve cognitivamente os alunos, formulando questões incitativas do uso de capacidades de PC;- síntese e avaliação do trabalho realizado.- Final de aula: recolha dos materiais dos alunos, elementos integrantes do processo de avaliação formativa.
Avaliação	Sala de aula (alunos)	<ul style="list-style-type: none">- Observação- Inquérito-questionário- Análise documental de produções escritas

Segundo Sousa & Vieira (2019), o recurso a estratégias e atividades didáticas explicitamente concebidas para desenvolver o PC dos alunos, contribuem para o seu desenvolvimento e construção do conhecimento científico relevante para os alunos. Uma EC promotora do PC estabelece pressupostos para desenvolver relações CTS, sendo cruciais investigações que abordem (Oliveira et al., 2022).

Exigem-se propostas CTS/PC apelativas, envolvendo efetivamente os alunos na resolução de problemas, na discussão de questões sociais controversas, na tomada de decisão responsável, mobilizando, por exemplo, a procura e seleção de informação em recursos locais (materiais e humanos), proporcionando explícita e intencionalmente a possibilidade de (re) construir conhecimento, desenvolver capacidades e atitudes/valores envolvidos nas relações CTS (Vieira, 2021).

Método

O estudo traduz-se numa RSL, a qual apresenta um cariz descritivo/interpretativo com recurso à Análise de conteúdo (Bardin, 2011) de um *corpus* composto por 12 artigos. De acordo com Fink (2005), este é um método sistemático para identificar, avaliar e sintetizar o corpo existente de trabalhos concluídos e registados produzidos por pesquisadores e estudiosos. Procedeu-se à pesquisa e interpretação de trabalhos produzidos, em função da questão de revisão orientadora, no âmbito de propostas didáticas com orientação CTS e promotoras do PC.



Questão de investigação da RSL e objetivos

Questão de investigação

- Que quadros de referência sustentam propostas didáticas com orientação CTS promotoras do PC?

Objetivos

O objetivo geral consiste na caracterização de práticas pedagógico-didáticas com orientação CTS, promotora do PC. Davies & Rogers (2000) destacam duas categorias suscetíveis de caracterizar as práticas pedagógico-didáticas: (i) concetual – perspectiva com que se encara o processo de ensino-aprendizagem e (ii) procedimental – relacionada com os elementos de concretização do processo de ensino-aprendizagem. São objetivos específicos desta RSL:

- (1) caracterizar a perspectiva do processo de ensino/aprendizagem (ensino/papel do Professor, aprendizagem/papel do Aluno, conceção de: a Ciência, o cientista, a Tecnologia);
- (2) explorar os elementos de concretização do processo de ensino-aprendizagem (estratégias, atividades de ensino, recursos e materiais, ambiente de sala de aula).

Protocolo da RSL

O presente estudo constitui uma RSL, propondo-se apurar quadros de referência que sustentam propostas didáticas com orientação CTS promotoras do PC. O método adotado obedece ao protocolo PRISMA, privilegiando a avaliação objetiva das descobertas descritas nos estudos recolhidos (Page et al., 2021).

Para efeitos da RSL, foram incluídos artigos disponibilizados em três bases de dados. Num primeiro momento nas bases de dados Web of Science (WoS) e SCOPUS. A WoS é uma das bases de dados mais importantes ao nível das revistas científicas (Archambault et al., 2009) e permite a pesquisa de artigos relacionados e estabelecimento de ligações entre artigos que citam outros, ou citados por outros (Costa et al., 2012). A SCOPUS indexa mais de 18.000 títulos de periódicos, incluindo em Acesso Aberto, com cobertura forte das revistas de C&T, com mais conteúdos europeus que a WoS (Costa et al., 2012). Para a pesquisa foram definidas as palavras-chave condutoras da pesquisa: “STS Education” AND “Critical thinking”. A partir dos resultados alcançados, visualizaram-se os títulos e resumos dos artigos encontrados (n=9, sendo: SCOPUS = 4, WoS = 5), nos idiomas português, inglês ou espanhol, *all open access*, área das Ciências Sociais, artigos finais. Num segundo momento foi selecionada a base de dados RCAAP, que permite acesso a repositórios científicos de Acesso Aberto de todas as instituições científicas e de ensino superior portuguesas (Carvalho et al., 2013). Os

descritores introduzidos no campo de pesquisa foram: “Educação CTS” e “Pensamento Crítico”. Os filtros selecionados referem-se à completude (“*full text*”), tipologia dos documentos (“artigo científico”). A partir dos resultados alcançados, foi feita a leitura dos títulos e dos resumos dos artigos encontrados (n=14), sendo 12 redigidos em português e 2 em espanhol, *all open access*. A busca foi realizada no mês de novembro de 2023. Obteve-se um total de 23 artigos para análise, apresentados no Anexo 1.

Critérios de Inclusão e Exclusão

O levantamento apresentado na subsecção anterior, é composto por um conjunto de 23 artigos científicos, sendo que na construção dos critérios de inclusão e exclusão consideram-se três pontos essenciais a ter em conta e de forma a agilizar o processo de revisão sistemática: o rigor científico, a credibilidade e a relevância (Dybå & Dingsøyr, 2008). Adotaram-se critérios de inclusão e exclusão, descritos no Quadro 2.

Quadro 2. Critérios de Inclusão e Exclusão

Critérios de Inclusão (CI)		Critérios de Exclusão (CE)	
CI 1	Apresentação/aplicação de propostas para o contexto educativo	CE 1	Excluir artigos duplicados nas plataformas de pesquisa consideradas
CI 2	Descrição rigorosa do contexto investigativo e metodologia	CE 2	Revisões da Literatura
CI 3	Revisão por pares	CE 3	Em oposição a cada um dos critérios de inclusão
CI 4	Apresentação clara dos resultados		
CI 5	Acesso a texto integral		

Da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, identificados no Quadro 2, dos 23 artigos pré-selecionados, descritos no Anexo 1, 11 foram excluídos. As exclusões deveram-se a: (i) quatro artigos duplicados (2 publicados na SCOPUS e WoS – artigos 8 e 9; 2 publicados na RCAAP – artigos 16 e 23); (ii) três artigos considerados revisão da literatura – artigos 5, 19 e 20; (iii) dois artigos que não consistem na aplicação de recursos no contexto educativo – artigos 2 e 4; (iv) um artigo não apresenta propostas para o contexto educativo – artigo 2 e (v) um apresenta uma metodologia pouco clara – artigo 6. Obtiveram-se 12 artigos que constituíram o *corpus* final.

A Figura 1 apresenta o protocolo PRISMA de RSL com resultados de aplicação de critérios de exclusão.

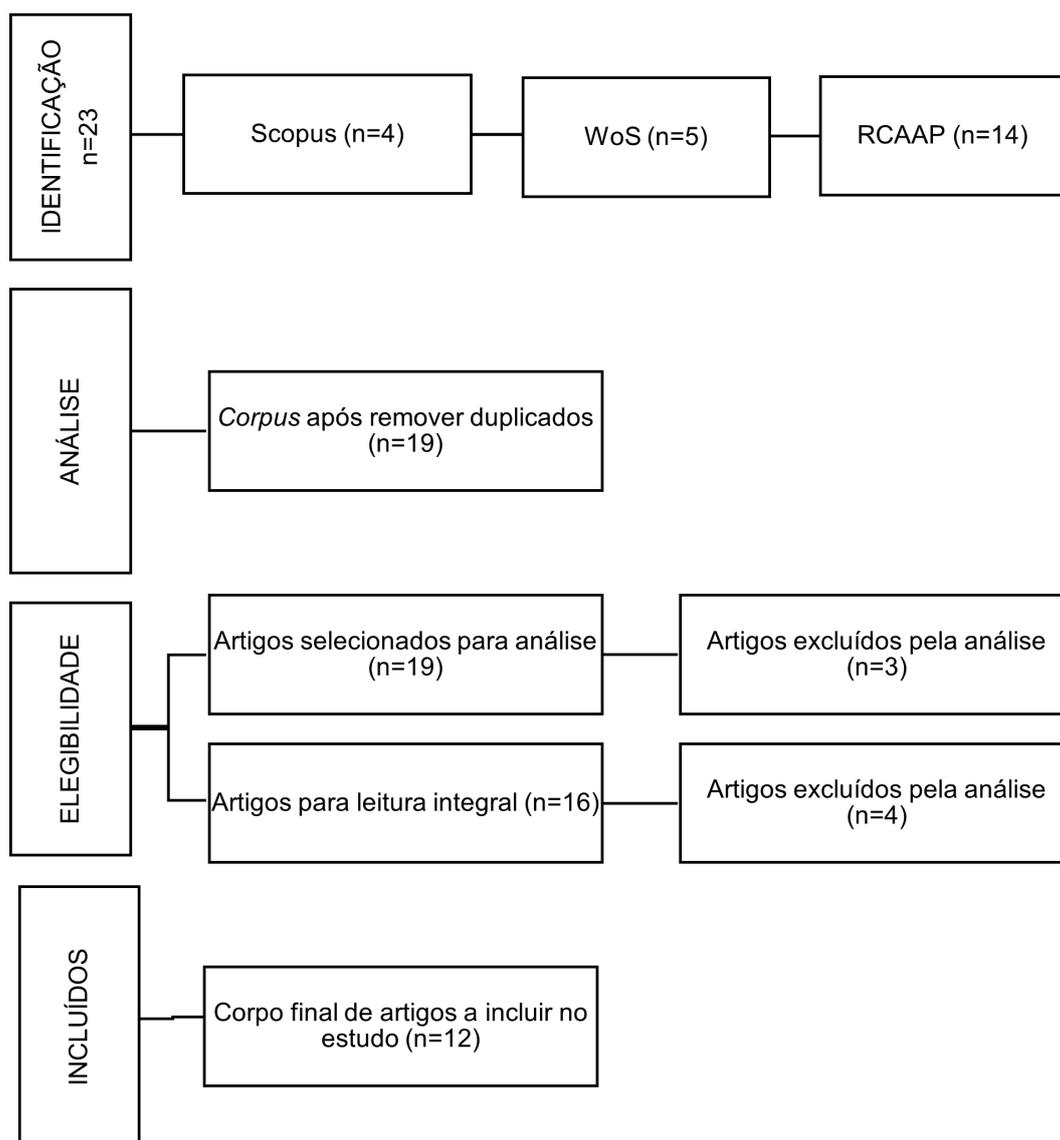


Figura 1. Protocolo PRISMA da RSL. Adaptado de (Moher et al., 2009).

Constituição do *Corpus* de Análise

Construiu-se o *corpus* documental final, composto por 12 artigos - Anexo 2, disponibilizando-se a codificação dos artigos analisados.



Categorias de Análise

Bardin (2011) indica que a utilização da análise de conteúdo prevê três fases fundamentais: (i) pré-análise; (ii) exploração do material e (iii) tratamento dos resultados - a inferência e a interpretação. Os artigos foram codificados de A01-A12. As categorias construídas para a análise do *corpus* de 12 artigos atenderam à questão de investigação - “Que quadros de referência sustentam propostas didáticas com orientação CTS promotoras do PC?”.

Davies & Rogers (2000) apresentam duas áreas/categorias suscetíveis de caracterizar as práticas pedagógico-didáticas: (i) concetual – perspectiva com que se encara o processo de ensino-aprendizagem e (ii) procedimental – relacionada com os elementos de concretização do processo de ensino-aprendizagem. Com base no trabalho realizado por Vieira et al. (2011), decorrente de uma revisão de literatura realizada por estes, apresenta-se, no Quadro 3, uma esquematização da relação entre categorias e respetivas dimensões de análise para efeitos de caracterização de práticas didático-pedagógicas, que norteiam o objetivo geral desta RSL.

Quadro 3. Categorias e dimensões de análise

Categorias	Dimensões de análise
I – Perspetiva do processo de ensino-aprendizagem (parte concetual)	A – Ensino / Papel do Professor B – Aprendizagem / Papel do Aluno C – Conceção de: a Ciência, o cientista, a Tecnologia
II – Elementos de concretização do processo de ensino-aprendizagem (parte procedimental)	D - Estratégias / atividades de ensino-aprendizagem E – Recursos / Desenvolvimento e Implementação das propostas didáticas F – Ambiente de sala de aula

Fonte: (Vieira, Tenreiro-Vieira, Martins, 2011)

Resultados e Discussão

Os resultados, estruturados de acordo com os objetivos da RSL, iniciam-se com a caracterização da perspectiva do processo de ensino-aprendizagem - parte concetual e, por fim, exploram-se os elementos de concretização do processo de ensino-aprendizagem - parte procedimental.

(1) Caracterização da perspectiva do processo de ensino-aprendizagem (Ensino/papel do professor, Aprendizagem/papel do aluno, Conceção de: a Ciência, o cientista, a Tecnologia) – categoria I

Na categoria de análise I – Perspetiva do processo de ensino-aprendizagem (parte concetual) - identificaram-se três dimensões de análise (A – Ensino/Papel do Professor; B – Aprendizagem/Papel do Aluno e C – Conceção de: a Ciência, o cientista, a Tecnologia), que acomodaram os artigos analisados e que se apresentam no Quadro 4.



Quadro 4. Categoria de análise I – *Perspetiva do processo de ensino-aprendizagem (parte conceitual)*

Dimensão	Descrição	Artigos
A	Ensino / Papel do Professor	A01; A02; A03; A04; A07; A09; A10; A11; A12
B	Aprendizagem / Papel do Aluno	A01; A02; A03; A05; A07; A08; A09; A10; A11
C	Conceção de: a Ciência, o cientista, a Tecnologia	A01; A02; A03; A04; A05; A08; A09; A10; A11; A12

A – Ensino / Papel do Professor

Decorrente da análise do corpus documental final, sobressai a necessidade de rompimento com o ensino tradicional, caracterizado por aulas pouco atrativas, muitas vezes com o professor atuando num monólogo, promovendo atividades que tornem o aluno protagonista de sua aprendizagem (A02; A03). Apresenta-se um primeiro excerto, elucidativo do contexto atual que se vivencia em muitas escolas:

“Atualmente os métodos utilizados pelos professores estão muito próximos do ensino tradicional, com aulas pouco atrativas e apenas o professor atuando em um verdadeiro monólogo. Neste formato, há pouca liberdade para o estudante se manifestar de forma crítica em relação ao conteúdo que está aprendendo.” (A02), p.135;136.

Neste contexto, um segundo excerto, do A03, aponta para a necessidade de o Professor modificar seu olhar sobre a sala de aula:

“...modificar seu olhar sobre a sala de aula e perceber a importância de romper com algumas amarras do ensino tradicional, promovendo atividades que tornaram o discente protagonista de sua aprendizagem” (A03), p.40.

Por oposição, defende-se um novo papel do professor, caracterizado por uma postura aberta, crítica, reflexiva, comprometida e ética em relação ao conhecimento. Destaca-se um ensino contextualizado, reflexivo e voltado ao desenvolvimento de indivíduos comprometidos com a realidade social, gerando vivências aos discentes que irão favorecer o alcance de importantes objetivos formativos, como o entendimento de algumas relações CTS através da exploração de situações de aprendizagem em torno de problemáticas reais, com formulação de questões com relevância social, com recontextualização dos conteúdos curriculares, que exijam a tomada de decisão e a resolução de situações-problema, globais e locais, com relevância para a sua vida (A01; A03; A04; A07; A09; A10; A11; A12). Por outro lado, apresenta-se para o Professor a importância dinamizar um contexto propício à argumentação, pela promoção de discussões socio-científicas, abordar os problemas, situações ou questões num contexto interdisciplinar e no contexto de perspetivas pessoais e sociais, possibilitando o envolvimento cognitivo dos alunos mediante a formulação de



questões incitativas do uso de atitudes e capacidades como o PC, alimentando o seu interesse pela Ciência e suas interações com a Tecnologia e a Sociedade (A01; A10; A11).

Por fim, apresenta-se um excerto do A11, que elucida a importância do papel ativo do Professor, por exemplo ao nível do fornecimento de feedback aos alunos:

“...a orientação e o feedback continuado dos docentes possam ter contribuído para que os alunos tenham evidenciado um crescente interesse, satisfação, entusiasmo e adesão às propostas didáticas que lhes foram sendo apresentadas bem como a mobilização de diferentes elementos do PC, com destaque para as capacidades da área da clarificação elementar e para a clarificação de valores, como o respeito pelos outros e pela diversidade das suas opções e posições” (A11), p.482.

B – Aprendizagem / Papel do Aluno

Por meio das intervenções em contexto de sala de aula aponta-se a necessidade de promoção do desenvolvimento de habilidades e competências para que o aluno possa ser capaz de estabelecer relações intersubjetivas com a construção do conhecimento, que o permitam opinar sobre o saber, reagir, reelaborá-lo, ampliá-lo, pela aplicação de estímulos para o desenvolvimento da capacidade de pensar e refletir criticamente, atuando como protagonista na construção de novos conhecimentos, por exemplo em na tomada de decisões em questões CTS para a formação de alunos críticos na sociedade (A01; A02; A03; A04; A06; A07; A08; A09; A10; A11).

Por outro lado, defende-se a interação do aluno com questões científicas e tecnológicas e suas dimensões sociais, relacionando o conhecimento científico e tecnológico com as situações do quotidiano – participação ativa e cidadã, estabelecendo vínculos com sua própria vida e a de sua comunidade, conseqüentemente, construindo maior sentido aos conteúdos estudados pela reflexão e debate sobre relações entre conhecimento científico, tecnológico e a sociedade (A01; A02; A03; A05).

Considera-se importante a promoção de oportunidades, ao aluno, para refletir, problematizar, questionar, experimentar, avaliar e expor/comunicar suas ideias, argumentando sobre os aspetos contextuais da Ciência, oralmente e/ou por escrito, com escuta atenta de colegas e respeito pelas posições diferentes (A03; A05; A09; A11).

C – Conceção de: a Ciência, o cientista, a Tecnologia

A aposta no enfoque CTS implicará mudanças em relação a concepções tradicionais de ensino que ainda predominam em muitas escolas, já que se buscam novas formas de entender e construir o saber científico, com exploração do conhecimento em C&T, Professor e alunos, juntos. A Educação CTS possibilita uma maior abertura para os alunos exporem suas conclusões perante o professor, ou como solicitação ao professor para partilhar oralmente as suas hesitações e indecisões, explicitando razões a favor e contra decidir e fazer escolhas, com verbalizações, confirmando a adequação e o sucesso do potencial educacional do referencial teórico e metodológico empregado (A2; A11). O quadro 5 resume as problematizações CTS/PC, exploradas no *corpus*, e estratégias conduzidas.



Quadro 5. Resumo das problematizações CTS/PC, apresentadas no *corpus*

Artigo	Problematização CTS/PC
A01	Radioatividade: vida ou morte? Transformações positivas e negativas para o Homem (benefícios/malefícios), reflexão crítica contextual (social, política, económica, militar). Questionamento e argumentação, nos contextos científico, tecnológico.
A02	Impactos produzidos por mineradora na cidade de Salto de Pirapora. “Impactos Sociais e Ambientais da Mineração”. Conexão com áreas: Saúde, Química, Alimentação, Indústrias. Questionamento, controvérsia, compreensão da realidade social.
A03	Benefícios/malefícios da Tecnologia para a Sociedade. Debates, explorando o poder argumentativo e reflexivo dos alunos e PC, com tomada de posição sobre temáticas relevantes como as relações entre o conhecimento científico, tecnológico e Sociedade.
A04	Produção/consumo de energia (impacto socioambiental) Contributos da C&T para um futuro energeticamente sustentável; (des)vantagens das diferentes formas de energia do ponto de vista ambiental; influência de fatores sociais, políticos, económicos e culturais nos assuntos energéticos.
A05	Relações entre a Tecnologia/Sociedade Discussão: limites, alcance, dimensões éticas, morais e políticas. Estratégias de argumentação, interpretação de informação em textos, reflexão sobre Tecnologia - consequências, impacto, limitações.
A06	“Que práticas manter, em contato com animais e manipulação de alimentos, em jardins zoológicos, quintas e parques, para evitar a aquisição de doenças?” Situação quotidiana relacionada com C&T - segurança alimentar e propagação de doenças.
A07	Manipulação genética, inteligência artificial ou aquecimento global, abordadas em filmes de ficção científica (argumento, imagens e diálogos) Exemplo: “Gattaca” (1997) – Engenharia genética, manipulação dos genes de organismo. Abordagem do trabalho em rede por cientistas, consequências éticas da manipulação genética (produção de órgãos) para a Sociedade.
A08	Planeta-deserto e seres ambissexuais - explorando livros de FC “A Mão Esquerda da Escuridão, ambissexualidade e a questão de géneros”: Experimentação com seres humanos ou utilizar animais como cobaias. Decisões relativas à manipulação genética. Implicações sociais/éticas relacionadas com C&T.
A09	Água, recurso natural, elemento de consumo e integrante de ecossistemas marinhos e costeiros. Uso da água nos setores da atividade humana; poluição da água; acesso à água potável; cooperação pela água; causas/consequências da poluição da costa. Tomada de decisão, argumentação, resolução de problemas sociais, mobilização de conhecimento científico/PC.
A10	Alimentação/saúde; Importância das plantas, qualidade do ar e saúde; Reprodução no ser humano. Análise de rótulos. Tomada de decisão perante problemas de saúde; “Tecnologias de reprodução medicamente assistida ou adoção?!” Mobilização de PC na resolução de problemas, tomada de decisão/posição sobre questões socialmente pertinentes envolvendo C&T.



A11	Aditivos alimentares na indústria alimentar; Atividades humanas e alteração da composição do ar atmosférico; Alimentação/Qualidade de menus. “Serias a favor da autorização do cultivo de variedades de milho e de soja transgênicos ou serias a favor da proibição do seu cultivo?”; “Que atividades humanas alteram a composição do ar atmosférico?” Mobilização de conhecimentos e PC na tomada de posição, ensaios argumentativos, decisão/resolução de problemas.
A12	Jogos cooperativos para ensinar sobre atividade científica, resolução de problemas científicos e do quotidiano. Simular a sociologia da Ciência de orientação CTS (cooperação e competição entre cientistas) através do jogo (dados), prevendo o conteúdo da face oculta, por observações e regularidades, permitindo-se respostas acompanhadas por prova/evidência.

O saber não é mais monopolizado pelo professor, passando a ser descoberto e pesquisado pelo professor e pelos alunos, juntos. Propicia-se maior liberdade para os alunos exporem conclusões perante o professor. Defende-se a promoção de atividades que tornem o aluno protagonista de sua aprendizagem (A01; A02; A03). Para facilitar a interação entre Professor e aluno, destaca-se a aplicação de: (i) recursos inovadores como notícias da imprensa digital (A04) - favorecendo a elaboração de opiniões e argumentos próprios, com vista à defesa de uma posição e a tomada de decisões pessoais e sociais; (ii) jogos didáticos cooperativos (A12) – colaborando e pensando em conjunto e (iii) feedback continuado dos professores (A11).

Investigadores defendem que os debates desenvolvidos promovem um ensino socializado, sendo que o aluno tem a oportunidade de debater vários temas e expor seus pontos de vista aos seus pares, podendo impulsionar a reflexão dos alunos e maior interação entre os próprios, em aulas dinâmicas e interativas, ativas e com diálogo frequente entre os alunos num contexto de aprendizagem com trabalho em grupos (A01; A02; A05). Destaca-se um contexto de interação oral com os outros colegas, assente no respeito pelos outros e pela diversidade das suas opções e posições, com desenvolvimento de atividades que se desenrolam em pequenos grupos, colaborando e procurando respostas aos problemas formulados, apresentando aos colegas de grupo e de turma as suas justificações e conclusões, argumentando e debatendo (A02; A10; A11; A12). Destaca-se a abordagem do trabalho em rede por cientistas (A07) e a simulação da sociologia da Ciência de orientação CTS - cooperação e competição entre cientistas (A12).

(2) Exploração dos elementos de concretização do processo de ensino-aprendizagem (estratégias, atividades de ensino, recursos e materiais, ambiente de sala de aula) – categoria II

Na categoria de análise II - Elementos de concretização do processo de ensino-aprendizagem (parte procedimental) - identificaram-se três dimensões de análise (D - Estratégias / atividades de ensino-aprendizagem; E – Recursos / Desenvolvimento e Implementação das propostas didáticas e F – Ambiente de sala de aula), que acomodaram os artigos analisados e que se apresentam no Quadro 6.



Quadro 6. Categoria de análise II – Elementos de concretização do processo de ensino-aprendizagem (parte procedimental)

Dimensão	Descrição	Artigos
D	<i>Estratégias / atividades de ensino-aprendizagem</i>	A01; A02, A03; A04; A05; A07; A08; A09; A10; A11; A12
E	<i>Recursos / Desenvolvimento e Implementação das propostas didáticas</i>	A09; A10; A11; A12
F	<i>Ambiente de sala de aula</i>	A01; A09; A10; A11; A12

D - Estratégias / atividades de ensino-aprendizagem

Da análise do corpus de 12 artigos, atendendo ao quadro de classificação de estratégias de ensino/aprendizagem de Vieira & Vieira (2005), identificam-se as seguintes estratégias de ensino/aprendizagem, descritas no Quadro 7.

Quadro 7. Distribuição das estratégias de ensino/aprendizagem identificadas no corpus de análise.

Artigos	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	%
Estratégias													
Debates	X	X	X								X		33,3
Ensaio argumentativo	X			X				X			X	X	41,6
Seminários			X										8,3
Leitura de notícias				X									8,3
Controvérsias científicas					X		X	X			X		33,3
Ensino assistido por computador - aplicações educativas						X							8,3
Visualização de filmes de ficção científica							X	X					16,6
Jogos/Jogos cooperativos								X			X	X	25
Leitura científica (clubes)								X					8,3
Tomada de decisão									X			X	16,6
Resolução de problemas									X				8,3



Artigo de posição										X			8,3
Investigação científica										X			8,3
Estudo de caso					X					X			16,6
Questionamento									X	X			16,6
Produção de texto	X	X	X		X					X	X	X	58,3

Da análise do Quadro 7 destaca-se uma ampla variedade de estratégias de ensino e aprendizagem dinamizadas pelos autores, possibilitando a mobilização de conhecimentos científicos e tecnológicos e relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), sendo que, como atividades de ensino e aprendizagem privilegiadas no corpus de análise, apontam-se: (i) produção de texto (A01; A02; A03; A05; A10; A11; A12) com uma frequência relativa de 58,3%; (ii) atividades de argumentação (A01; A04; A08; A11; A12) com uma frequência relativa de 41,6% e (iii) debates (A01; A02; A03; A11) e controvérsias científicas (A05; A07; A08; A11), com 33,3%. Defende-se o envolvimento explícito dos alunos em atividades didático-pedagógicas que contemplem questões relevantes e que estimulem o PC, a argumentação e reflexão, como debates, seminários, que exigem a capacidade de argumentação e exposição de diferentes pontos de vista com base em pesquisas prévias, com reforço da autonomia, trabalhando a Natureza da Ciência e relações CTS (A03; A09; A10; A11).

E - Recursos / Desenvolvimento e Implementação das propostas didáticas

Como orientações-base para o desenvolvimento de propostas didáticas promotoras do PC em contextos CTS aponta-se que estas deverão: (i) ser concebidas e implementadas em contexto real de educação em ciências; (ii) ser provenientes de um processo de melhoria das propostas didáticas com base na reflexão sobre o seu desenvolvimento; (iii) ser orientadas para a promoção do PC dos alunos e (iv) envolver ativamente os participantes no processo de desenvolvimento das propostas didáticas (os investigadores, professores e alunos). Estas propostas didáticas revelam-se, pois, com potencial para que, desde os primeiros anos e de forma gradual e sistemática, explícita e intencional se promova o PC em contextos CTS (A11). Por outro lado, poderão considerar-se no processo de desenvolvimento das atividades, as quatro fases associadas a um ciclo de investigação-ação: (i) conceção; (ii) produção; (iii) implementação e (iv) avaliação (A09; A10; A11). Segundo estes autores, na fase de conceção das atividades consideraram-se os princípios identitários relativos, por exemplo à orientação CTS/PC, conforme enquadramento teórico, com desenvolvimento de uma sequência didática com atividades que apresentassem situações e problemas com uma componente científica-tecnológica de relevância social. No processo de produção das atividades, ocorre construção de um guião didático do professor com duas partes (uma contendo orientações para o professor; outra destinada aos registos escritos dos alunos – Folha de registos dos alunos).



Os Jogos, em contexto cooperativo, descritos no corpus (A08;A11;A12), apresentam uma grande similaridade com as práticas científicas, permitindo replicar os princípios epistemológicos utilizados na Ciência, pelos cientistas, mas também podem simular a sociologia da Ciência de orientação CTS, possibilitando momentos de cooperação e competição no jogo, do mesmo modo que os cientistas cooperam e competem entre si na construção do conhecimento científico, envolvendo os alunos na aprendizagem de assuntos complexos, os quais seriam mais difíceis de explorar com outras metodologias de ensino (A12). As aulas poderão ser organizadas em três etapas: (i) apresentação da atividade aos alunos e entrega do respetivo guião; (ii) realização da atividade pelos alunos, respondendo, por escrito, às solicitações e questões constantes no respetivo guião e (iii) síntese e avaliação do trabalho realizado. Ao longo destas o professor poderá potenciar o envolvimento cognitivo dos alunos mediante a formulação de questões incitativas do uso de capacidades de pensamento crítico (A10). Identifica-se a necessidade de: (i) programação prévia da aula; (ii) elaborar um guia de jogo facilitador do registo, pelos alunos, das suas observações, reflexões, argumentações e conclusões / guião didático do professor organizado em duas partes: uma parte com orientações para o professor e outra para os registos escritos dos alunos denominado por Folha de registos dos alunos (A09) e (iii) construção dos materiais didáticos para o jogo. Este guia apresenta cinco etapas: (i) observar; (ii) analisar e interpretar as observações; (iii) concluir; (iv) justificar a conclusão e (v) exposição ao grupo-turma, dos resultados alcançados por cada grupo, com revisão, discussão e reflexão das observações, erros e justificações (A10; A12).

F - Ambiente de sala de aula

Em termos de aula destaca-se o aluno como protagonista ativo, descrito no seguinte excerto do A09:

“...os alunos eram solicitados a apresentarem as suas ideias, oralmente e/ou por escrito, questionarem, observarem, experimentarem, dependendo da atividade e da estratégia de ensino/aprendizagem adotada” (A09), p.107.

No âmbito dos produtos elaborados pelos alunos em contexto de ensino e aprendizagem, sobressaem os registos escritos. Estes são úteis enquanto registo sobre o processo de pensamento dos alunos ao longo dos debates, em função destes, e pós-debate, com anotações úteis, sistematizando observações, apresentando as suas argumentações e com justificação das suas respostas, podendo ainda conter artigos de posição a propósito de questões socialmente relevantes e que envolvem conhecimentos de científicos (A01; A10; A11; A12).

Conclusões

Este artigo consiste numa RSL relativa à Educação CTS promotora do PC, tendo como questão de investigação “Que quadros de referência sustentam propostas didáticas com orientação



CTS promotoras do PC?”. Definiram-se termos de pesquisa nas bases de dados SCOPUS, Web of Science, RCAAP, critérios de inclusão/exclusão seguindo o protocolo PRISMA. Constituiu-se *corpus* de 12 artigos recorrendo à análise de conteúdo. Para este *corpus* procedeu-se à caracterização da perspetiva do processo de ensino e aprendizagem (ensino/papel do Professor, aprendizagem / papel do Aluno, conceção de: a Ciência, o cientista, a Tecnologia) e exploraram-se os elementos de concretização do processo de ensino e aprendizagem (estratégias, atividades de ensino, recursos e materiais, ambiente de sala de aula).

Respondendo à questão de investigação formulada para esta RSL, em termos de **caracterização da perspetiva do processo de ensino-aprendizagem (Ensino / Papel do Professor, Aprendizagem / Papel do Aluno, Conceção de: a Ciência, o cientista, a Tecnologia)**, primeiro defendem-se os professores enquanto agentes que não deverão trabalhar os temas de forma descontextualizada, focando-se na memorização e reprodução dos conceitos, mas sim atendendo ao contexto social e histórico. Destaca-se a necessidade de valorização de situações reais para um ensino contextualizado da ciência, enfatizando as interações com a tecnologia e a sociedade, capaz de viabilizar a eficaz mobilização de conhecimentos, atitudes e capacidades como as de PC ligadas à tomada de decisão e à resolução de situações-problema sociais com uma componente científico-tecnológica (A01; A03; A04; A07; A09; A10; A11; A12).

Os professores apresentam um papel fundamental no apoio e orientação dos alunos pela administração de um feedback específico e contínuo. A ação do Professor implica retirar o aluno de uma zona de passividade, tornando-o agente da construção do seu próprio conhecimento, envolvendo-o em práticas de leitura, reflexão e debates sobre relações entre conhecimento científico, tecnológico e a sociedade, com oportunidade de refletir, expor suas ideias e argumentar, numa ótica de crescente autonomia no desenrolar do processo de ensino e aprendizagem, em atividades progressivamente mais estimulantes para os alunos (A02; A03).

Na sala de aula deverão procurar-se atividades que cativem os alunos, despertando-lhes curiosidade, conduzindo a uma forte adesão e um envolvimento ativo, focado e entusiástico, na sua execução, por exemplo pela participação em debates e discussões, numa ótica de ensino mais socializado, com maior abertura para os alunos exporem suas conclusões perante o professor e em momentos de interação com os colegas, considerando as aulas mais dinâmicas e interativas. Destacam-se as capacidades de pensamento para interatuar com os outros, comunicando posições e (contra)-argumentos de forma eficaz, e para participar nos processos de resolução de problemas e de tomada de posição sobre questões ou assuntos socialmente relevantes (A01; A02; A03; A04; A11; A12).

No âmbito da **exploração dos elementos de concretização do processo de ensino-aprendizagem (estratégias, atividades de ensino, recursos e materiais, ambiente de sala de aula)**, a investigação realizada sugere que se explorem questões relevantes promotoras do PC, argumentação e reflexão, trabalhando a Natureza da Ciência e as relações CTS. Como orientações a destacar no processo de seleção de um tema de ciência e/ou tecnologia, Tenreiro-Vieira & Vieira (2020) indicam a adoção de critérios como: (i) serem potencialmente do interesse dos alunos e socialmente relevantes; (ii) permitirem focar as interações CTS e, sempre que adequado e possível, numa base de Educação para a Sustentabilidade; (iii) permitir apelar ao pluralismo metodológico e à diversidade de abordagens e estratégias de ensino e de aprendizagem; e (iv) viabilizar o con-



textualizar a aprendizagem através da abordagem de situações-problema, na resolução das quais os alunos sentem necessidade de reconstruir conhecimentos e usar, eficazmente, capacidades de pensamento crítico e disposições ou atitudes/valores (A09; A10; A11). Destacam-se estratégias de ensino e aprendizagem que envolvem a produção de texto (A01; A02; A03; A05; A10; A11; A12), as atividades de argumentação (A01; A04; A08; A11; A12), os debates (A01; A02; A03; A11) e as controvérsias científicas (A05; A07; A08; A11).

Emergente nesta RSL é a AC, inserida no âmbito da promoção da área de competências do Relacionamento interpessoal, apontando-se os Jogos como estratégia exibindo grande similaridade com as práticas científicas. Permitem simular a sociologia da Ciência de orientação CTS, possibilitando momentos de cooperação e competição no jogo, do mesmo modo que os cientistas cooperam e competem entre si na construção do conhecimento científico, envolvendo os alunos na aprendizagem de assuntos complexos, os quais seriam mais difíceis de explorar com outras metodologias de ensino (A12).

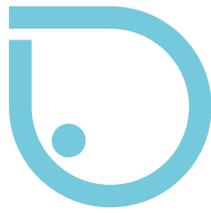
Limitações do Estudo

Como limitações apresenta-se a escassez de trabalhos - artigos publicados - na área da Educação com orientação CTS/PC, dificultando assim a recolha de conteúdos e informações importantes para o desenvolvimento deste artigo. Destaca-se a prevalência dos trabalhos publicados sobre a temática em análise nos países ibero-americanos, comprovando as ideias de Martins (2020), que aponta a grande repercussão do movimento CTS em países ibero-americanos. Poderão constituir-se ainda como limitações associadas aos critérios de busca, a restrição dos estudos selecionados para análise, imposta pelos critérios definidos, desconsiderando-se outros *insights*, provenientes, por exemplo, da literatura cinzenta.

Referências

- Aikenhead, G. (2009). *Educação Científica Para Todos*. Edições Pedagogo.
- Archambault, É., Campbell, D., Gingras, Y., & Larivière, V. (2009). Comparing bibliometric statistics obtained from the Web of Science and Scopus. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(7), 1320–1326. <https://doi.org/10.1002/asi.21062>
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Bell, D. (2015). Science education: Trusting the frontline. *School Science Review*, 96(356), 19–25.
- Carvalho, J., Moreira, J., & Saraiva, R. (2013). O RCAAP e a evolução do Acesso Aberto em Portugal. In E. Rodrigues, A. Swan, & A. A. Baptista (Eds.), *Uma década de acesso aberto na UMinho e no mundo* (SDUM, pp. 151–172). Universidade Minho.
- Chiaro, S. De, & Aquino, K. A. da S. (2017). Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica. *Educação e Pesquisa*, 43(2), 411–426. <https://doi.org/10.1590/s1517-9702201704158018>

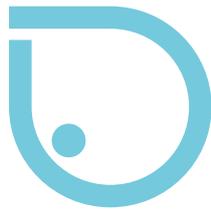




- Costa, T., Lopes, S., Fernández-Llimós, F., Amante, M. J., & Lopes, P. (2012, October 18). A Bibliometria e a Avaliação da Produção Científica: indicadores e ferramentas . *Actas Do Congresso Nacional de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas* . <https://publicacoes.bad.pt/revistas/index.php/congressosbad/issue/view/10>
- Davies, D., & Rogers, M. (2000). Pre-service Primary Teachers' Planning for Science and Technology Activities: Influences and constraints. *Research in Science & Technological Education*, 18(2), 215–225. <https://doi.org/10.1080/713694980>
- Dybå, T., & Dingsøyr, T. (2008). Empirical studies of agile software development: A systematic review. *Information and Software Technology*, 50(9–10), 833–859. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.01.006>
- Ennis, R. (2013). Critical Thinking Across the Curriculum: The Wisdom CTAC Program. *Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines*, 28(2).
- Ferraz, A. C., & Araújo, M. S. T. (2023). Educação CTS como Encaminhamento Didático-metodológico destinado à Aprendizagem Crítica e o Exercício da Cidadania. *Indagatio Didactica*, 15(1), 121–138. <https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32132>
- Fink, A. (2005). *Conducting research literature reviews: From the Internet to paper (2nd ed.)* (2 edition). SAGE.
- Fires De Brito, J. F., Sérgio, M., & De Araújo, T. (2023). Abordagem de Aspectos da Natureza da Ciência por meio da Educação CTS no Ensino Médio. *Indagatio Didactica*, 15(1), 27–42. <https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32114>
- Guerrero-Márquez, I., & García-Carmona, A. (2020). La energía y su impacto socioambiental en la prensa digital: temáticas y potencialidades didácticas para una educación CTS. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 17(3), 1–17. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3301
- Halpern, D. F. (2014). Critical thinking across the curriculum: A brief edition of thought and knowledge. In *Critical Thinking Across the Curriculum: A Brief Edition of Thought and Knowledge*. <https://doi.org/10.4324/9781315805719>
- Jiménez Becerra, J., & Rojas-Álvarez, J. (2023). STS in Engineering Education: Contributions From the Engineering, Technology and Society Network. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 23(14). <https://doi.org/10.33423/jhetp.v23i14.6386>
- Lampert, D., Russo, M., Scandroglio, N., & Roncaglia, D. (2020). La Medicina de la Conservación: un enfoque CTS para la educación ambiental, alimentaria y de la salud. *Indagatio Didactica*, 12(4), 581–597.
- Lopes Da Silva, E., Da, O., Santiago, P., & Vieira, R. M. (2022). Pensamento crítico em uma sequência de ensino-aprendizagem com orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade tratando da temática combustíveis. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 21(2), 240–259.
- Mansour, N. (2009). Science-Technology-Society (STS): A New Paradigm in Science Education. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 29(4), 287–297. <https://doi.org/10.1177/0270467609336307>
- Martins, I. P. (2020). Revisitando Orientações CTS/CTSA na Educação e no Ensino das Ciências. *APEduc*, 01, 13–29.
- Martins, I. P. (2022). Educação CTS/CTSA ainda é tema de discussão? *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 17(50), 123–129.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, T. P. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLOS Medicine*, 6(7), e1000097-. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>



- OECD. (2015). *Competências para o progresso social O poder das competências socioemocionais*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264249837-pt>
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Oliveira, R. dos S., Duarte, B. M., Kiouranis, N. M., & Gomes, L. C. (2022). Orientações ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e pensamento crítico no ensino de ciências: compreensões tecidas a partir do mapeamento de pesquisas brasileiras. *Revista CTS*, 17(51), 285–305.
- Osborne, J., & Pimentel, D. (2023). Science education in an age of misinformation. *Science Education*, 107(3), 553–571. <https://doi.org/10.1002/sce.21790>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Petit, M. F., Solbes, J., & Torres, N. Y. (2021). El cine de ciencia ficción para desarrollar cuestiones sociocientíficas y el pensamiento crítico. *Praxis & Saber*, 12(29), e11550. <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n29.2021.11550>
- Piassi, L., & Kimura, R. (2016). Planeta-deserto e seres ambissexuais: O estranhamento da Ficção Científica na discussão de conteúdos CTS Desert-Planet and ambisexual beings: Science-Fiction strangeness in the discussion of STS contents. *Indagatio Didactica*, 8(1), 1725–1737. <https://doi.org/https://doi.org/10.34624/id.v8i1.11931>
- Silva, M., & Tenreiro-Vieira, C. (2015). Educação para o Desenvolvimento Sustentável. *Indagatio Didactica*, 7(1), 96–114. <https://doi.org/https://doi.org/10.34624/id.v7i1.2620>
- Sousa, A. S., & Vieira, R. M. (2019). O Pensamento Crítico na Educação em Ciências: revisão de Estudos no Ensino Básico em Portugal. *Revista Da Faculdade de Educação*, 29(1), 15–33. <https://doi.org/10.30681/2178-7476.2018.29.1533>
- Tenreiro Vieira, C., & Marques Vieira, R. (2018a). Promover o pensamento crítico em ciências na escolaridade básica: propostas e desafios. *Latinoamericana de Estudios Educativos*, 15(1), 36–49. <https://doi.org/10.17151/rlee.2019.15.1.3>
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. (2000). *Promover o Pensamento Crítico dos Alunos - Propostas Concretas para a Sala de Aula (1ª)*. Porto Editora.
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. (2016). Educação em Ciências e Matemática com orientação CTS Promotora do Pensamento Crítico. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 11(33), 143–159.
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. (2020). Promover o Pensamento Crítico em Contextos CTS: Desenvolvimento de Propostas Didáticas para o Ensino Básico. *Indagatio Didactica*, 12(4), 471–484. <https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21823>
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. M. (2021). Promover o Pensamento Crítico e Criativo no Ensino das Ciências: propostas didáticas e seus contributos em alunos portugueses. *Investigações Em Ensino de Ciências*, 26(1), 70. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n1p70>
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. M. (2022). Pensamento crítico e criativo para uma educação ciência-tecnologia-sociedade Pensamiento crítico y creativo para una educación ciencia-tecnología-sociedad Critical and Creative Thinking for Science-Technology-Society Education. *Revista CTS*, 17, 141–155.



- UNESCO. (2022). Reimaginar nossos futuros juntos: um novo contrato social para a educação. In *International Commission on the Futures of Education*. Brasília: UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/notice?id=p::usmarcdef_0000381115
- van Aalderen-Smeets, S. I., & Walma van der Molen, J. H. (2015). Improving primary teachers' attitudes toward science by attitude-focused professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(5), 710–734. <https://doi.org/10.1002/tea.21218>
- Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M.-A., & Roig, A. J. B. (2019). Aprender a pensar y actuar como científicos: juegos cooperativos en educación primaria. *Indagatio Didactica*, 11(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.34624/id.v11i2.6790>
- Vieira, R. (2021). Ciência-Tecnologia-Sociedade com Pensamento Crítico na Educação em Ciências desde os primeiros anos de escolaridade. *Revista Ciências & Ideias*, 12, 161–172. <https://doi.org/https://doi.org/10.22407/2176-1477/2021.v12i3.1898>
- Vieira, R. M., & Vieira, celina. (2005). *Estratégias de Ensino / Aprendizagem* (Instituto Piaget, Ed.). Horizontes Pedagógicos.
- Vieira, R., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I. (2011). *A Educação em Ciências com Orientação CTS* (1.ª). Porto: Areal Editores.

Anexo 1 – Listagem dos 23 artigos resultantes da pesquisa.

SCOPUS		
#	Título	DOI/outro
1	La energía y su impacto socioambiental en la prensa digital: temáticas y potencialidades didácticas para una educación CTS	http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3301
2	PostTruth and Education STS Vaccines to Re-establish Science in the Public Sphere	https://doi.org/10.1007/s11191-021-00293-0
3	STS in Engineering Education: Contributions From the Engineering, Technology and Society Network	https://doi.org/10.33423/jhetp.v23i14.6386
4	Understanding COVID-19 Pandemic through Science, Technology and Society (STS) Education: A Textual Analysis of Student Reflection Papers	https://doi.org/10.47836/pjssh.29.3.27
WoS		
5	Ciência, Tecnologia e Sociedade e suas Interações no Contexto Educacional Brasileiro	https://doi.org/10.32930/nuances.v30i1.6712
6	Development of Critical Thinking of Primary School Pupils through Literary Texts	https://doi.org/10.24195/2414-4665-2017-5-20
7	El cine de ciencia ficción para desarrollar cuestiones sociocientíficas y el pensamiento crítico	https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n29.2021.11550
8	La energía y su impacto socioambiental en la prensa digital: temáticas y potencialidades didácticas para una educación CTS	http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3301
9	Post-Truth and Education STS Vaccines to Re-establish Science in the Public Sphere	https://doi.org/10.1007/s11191-021-00293-0
RCAAP		
10	Abordagem de Aspectos da Natureza da Ciência por meio da Educação CTS no Ensino Médio	https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32114
11	Aprender a pensar y actuar como científicos: juegos cooperativos en educación primaria	https://doi.org/10.34624/id.v11i2.6790
12	Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica	http://dx.doi.org/10.1590/S1517-9702201704158018
13	Educação CTS como Encaminhamento Didático-metodológico destinado à Aprendizagem Crítica e o Exercício da Cidadania	https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32132



14	Educação em Ciências e Matemática com Orientação CTS Promotora do Pensamento Crítico	http://hdl.handle.net/10773/19005
15	Educação para o Desenvolvimento Sustentável: atividades com orientação CTS/ PC no 1.º CEB	https://doi.org/10.34624/id.v7i1.2620
16	Educação para o Desenvolvimento Sustentável: atividades com orientação CTS/ PC no 1.º CEB	https://doi.org/10.34624/id.v7i1.2620
17	La Medicina de la Conservación: un enfoque CTS para la educación ambiental, alimentaria y de la salud	https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21844
18	Natureza da Ciência e Formação Continuada de Professores da Educação Básica	https://doi.org/10.34624/id.v8i1.3481
19	O Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas: um ensaio sobre as possibilidades para a promoção da Educação científica na Educação Básica	http://dx.doi.org/10.33361/RPQ.2021.v.9.n.20.387
20	Objetivos formativos presentes em Teses e Dissertações relacionadas com a Educação CTS defendidas no Brasil entre 2010 e 2019	https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32225
21	Planeta-deserto e seres ambissexuais: O estranhamento da Ficção Científica na discussão de conteúdos CTS	https://doi.org/10.34624/id.v8i1.11931
22	Promote Critical Thinking in STS Contexts: Development of Didactic Proposals for Basic Education	https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21823
23	Promover o Pensamento Crítico em Contextos CTS: Desenvolvimento de Propostas Didáticas para o Ensino Básico	https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21823

Anexo 2: Codificação dos 12 artigos constituintes do *Corpus* de análise

Artigo	Autores	Título do trabalho	Revista	País	Base de dados
A01	Chiaro & Aquino (2017)	Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica.	<i>Educação e Pesquisa</i>	Brasil	RCAAP
A02	Ferraz & Araújo (2023)	Educação CTS como Encaminhamento Didático-metodológico destinado à Aprendizagem Crítica e o Exercício da Cidadania.	<i>Indagatio Didactica</i>	Brasil	RCAAP
A03	Fires De Brito et al (2023)	Abordagem de Aspectos da Natureza da Ciência por meio da Educação CTS no Ensino Médio	<i>Indagatio Didactica</i>	Brasil	RCAAP
A04	(Guerrero-Márquez & García-Carmona, 2020)	La energía y su impacto socioambiental en la prensa digital: temáticas y potencialidades didácticas para una educación CTS	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	Espanha	SCOPUS
A05	(Jiménez Becerra & Rojas-Álvarez, 2023)	STS in Engineering Education: Contributions From the Engineering, Technology and Society Network	Journal of Higher Education Theory and Practice	Estados Unidos	SCOPUS
A06	(Lampert et al., 2020)	La Medicina de la Conservación: un enfoque CTS para la educación ambiental, alimentaria y de la salud	<i>Indagatio Didactica</i> ,	Portugal	RCAAP
A07	(Petit et al., 2021)	El cine de ciencia ficción para desarrollar cuestiones sociocientíficas y el pensamiento crítico	Praxis & Saber	Espanha	WoS
A08	Piassi & Kimura (2016)	Planeta-deserto e seres ambissexuais: O estranhamento da Ficção Científica na discussão de conteúdos CTS	<i>Indagatio Didactica</i>	Brasil	RCAAP
A09	Silva & Tenreiro-Vieira (2015)	Educação para o Desenvolvimento Sustentável	<i>Indagatio Didactica</i>	Portugal	RCAAP
A10	Tenreiro-Vieira & Vieira (2016)	Educação em Ciências e Matemática com orientação CTS Promotora do Pensamento Crítico.	<i>Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS</i>	Portugal	RCAAP
A11	Tenreiro-Vieira & Vieira (2020)	Promover o Pensamento Crítico em Contextos CTS: Desenvolvimento de Propostas Didáticas para o Ensino Básico	<i>Indagatio Didactica</i>	Portugal	RCAAP
A12	Vázquez-Alonso et al (2019)	Aprender a pensar y actuar como científicos: juegos cooperativos en educación primaria.	<i>Indagatio Didactica</i>	Espanha	RCAAP

Anexo 3: Descrição global do contexto de produção subjacente ao *corpus*

Artigo	Quem?	Como?	Porquê?
A01	Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.	Sala de aula, com análise dos textos escritos por alunos de Química no Ensino Secundário, expressando opinião sobre a questão “Radiação: vida ou morte?”, após debate.	Avaliar o potencial metacognitivo da argumentação na Educação, enquanto alternativa para promover o pensamento crítico e reflexivo.
A02	Universidade Cruzeiro do Sul: São Paulo, Brasil	Investigação-ação em contexto escolar - atividades de caráter interdisciplinar - para a construção de conhecimentos pelos alunos, na realização de pesquisas e análises dos discursos dos pares, com mediação do Professor.	Atender à preocupação dos professores com as dificuldades de aprendizagem e o desinteresse dos alunos em relação aos estudos de Física, minimizando por meio da Educação CTS.
A03	Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil	Investigação-ação em contexto escolar, com abordagens de ensino promotoras do protagonismo do aluno, com construção de novos conhecimentos, por debates e seminários acerca de temáticas relevantes, desenvolvendo o PC.	Proporcionar significado aos conceitos científicos abordados, tendo por base os objetivos da Educação CTS, ampliando capacidade de refletir e argumentar, e maior autonomia.
A04	Universidade de Sevilha. Espanha	Leitura crítica e reflexiva de notícias publicadas na imprensa digital sobre a “Energia”, com sugestões didáticas para implementação nas aulas de Ciências, por questões-abertas, reflexivas, promotoras do PC em assuntos CTS relacionados com “Energia”.	Valorizar o potencial didático das notícias na imprensa digital, relacionadas com o conceito de “Energia”, permitindo a explorar interações CTS na EC, com promoção do PC.
A05	Universidade de Illinois, Chicago, Estados Unidos da América	Análise das contribuições da Educação CTS para o ensino de engenharia, através do ensino ativo e design em contexto, combinando engenharia, participação social, avaliação tecnológica e pensamento CTS.	Apresentar uma proposta para o ensino de engenharia composta por atividades CTS de ensino/aprendizagem de conteúdos conceituais e de projeto em contexto, bem como com o desenvolvimento de múltiplas competências
A06	Universidade Nacional de Quilmes, Buenos Aires, Argentina	Desenvolvida Unidade Didática (UD), com apresentação de uma aplicação educacional denominada “Medicina da Conservação” (MdC). Usada como ferramenta educacional para incorporar o conteúdo CTS na área de EC e promoção do PC.	Permitir a exploração CTS na Educação em Ciências, com promoção do PC, atendendo a problemas ambientais, alimentares e saúde, como resultado da interação humana com o meio ambiente.

A07	Universidade de Valencia, Espanha	Análise de filmes do cinema de ficção científica (CFC), desenhando, atividades para a sala de aula, apresentando argumentos, questões sócio-científicas (QSC) e conteúdos CTS inerentes.	Refletir acerca do CFC enquanto ferramenta para a educação científica da perspectiva das QSC, com promoção do PC.
A08	Universidade de São Paulo (EACH-USP), Brasil	Intervenção num clube de leitura, numa escola pública - alunos dos 12 aos 14 anos -, com observação destes em debates assentes nos livros “Duna” (Frank Herbert) e “A Mão Esquerda da Escuridão” (Ursula Le Guin).	A Ficção Científica (FC) com potencial intrínseco de apresentar a Ciência de uma forma abrangente, valorizando o PC em questões CTS e o conhecimento contextualizado.
A09	Universidade de Aveiro, Departamento de Educação e Psicologia, Aveiro, Portugal.	Metodologia orientada para a prática, assente num plano de investigação-ação, concretizado com uma turma do 1.º ano do Ensino Básico (EB), ao longo de quinze sessões, sendo que os alunos realizaram as atividades produzidas com orientação CTS/PC, num quadro de Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS).	Promover uma EC, desde os primeiros anos de escolaridade, com desenvolvimento (conceber, produzir, implementar e avaliar) atividades de ciências, num quadro de Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS), com orientação CTS) e promotoras do PC.
A10	Universidade de Aveiro, Departamento de Educação e Psicologia, Aveiro, Portugal.	O estudo segue um plano de investigação-ação, com conceção, produção, implementação e avaliação das atividades de aprendizagem de ciências com orientação CTS, promotoras do PC – alunos dos 10 aos 12 anos. Implementação das atividades de aprendizagem nas aulas de Ciências Naturais, com conexões com a Matemática.	Promover uma EC com orientação CTS, promotora do PC, com estabelecimento de conexões com outras áreas do conhecimento, de modo que cada indivíduo seja capaz de tomar parte informada nas decisões e cursos de ação que afetam o seu bem-estar e o bem-estar da sociedade como um todo.
A11	Universidade de Aveiro, Departamento de Educação e Psicologia, Aveiro, Portugal.	Desenvolvimento de propostas didáticas, numa abordagem metodológica de <i>Educational Design Research</i> , com conceção e implementação de propostas didáticas CTS para a EC no EB, com promoção do PC.	Promover uma EC desde os primeiros anos, com foco nas relações CTS e promoção do PC.
A12	Universidade das Ilhas Baleares, Palma de Malhorca, Espanha	Aplicação de jogos, em grupos cooperativos, para alunos do EB (12 anos) e com resolução de problemas científicos. Recurso a jogo com dados, com previsão do conteúdo da face oculta de um dado com base nas observações e regularidades identificadas.	Educar alunos, enquanto cidadãos dotados de LC, aprendendo como a Ciência funciona, isto é, aprendendo a pensar e agir como cientistas.