

Diretrizes educacionais e representações sociais sobre o pensamento computacional: Evidências de estudantes de São Paulo e de Portugal no ensino de física e química

Educational guidelines and social representations of computational thinking:
Evidence from students in São Paulo and Portugal in physics and chemistry education

Orientations éducatives et représentations sociales de la pensée computationnelle: Éléments de
preuve d'étudiants de São Paulo et du Portugal dans l'enseignement de la physique et de la chimie

Adriana de Andrade^{[a]*}, Isabel Maria C. Oliveira Malaquias^[b], Carlos Davide da Rocha Azevedo^[b, c] &
Marcelo Zanotello^[a]

^[a] Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André,
São Paulo, Brasil.

^[b] Departamento de Física, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

^[c] i3N - Instituto de Nanoestruturas, Nanomodelação e Nanofabricação, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

Resumo

Este estudo analisa representações sociais sobre o Pensamento Computacional (PC), considerando também as evocações relativas à automatização da recolha de dados como recurso didático associado ao PC. Os resultados revelam assimetrias: mestrandos/as portugueses/as apresentam representação estruturada, integrando o PC à dimensão pedagógica, enquanto licenciandos/as paulistas exibem representação tecnicista, marcada por lacunas formativas e elevada incidência de 'não sei', problematizada como zona de mudez teórica. A investigação discute a hipótese de que a maior coerência normativa portuguesa favorece a apropriação do PC, reconhecendo, contudo, que esta relação é mediada por dinâmicas institucionais. O estudo indica que o desalinhamento das diretrizes educacionais pode impactar a transição entre prática instrumental e reflexão crítica, sendo a automatização um elemento que, quando percebido apenas como técnica, limita a compreensão mais ampla do PC.

Palavras-chave: representações sociais, ensino de física e química, pensamento computacional

Abstract

This study analyses social representations of Computational Thinking (CT), also considering the evocations related to the automation of data collection as a didactic resource associated with CT. The results reveal asymmetries: Portuguese master's students present a structured representation, integrating CT into the pedagogical dimension, while undergraduate students from São Paulo exhibit a technicist representation, marked by formative gaps and a high incidence of 'I don't know', problematized as a zone of theoretical muteness. The research discusses the hypothesis

* **Correspondência:** Universidade Federal do ABC (UFABC) – Programa de Pós-Graduação em Ensino e História das Ciências e da Matemática. Avenida dos Estados, 5001, Sala: 1044, Santo André, SP – Brasil.
E-mail: adriana.andrade@ufabc.edu.br

that the greater normative coherence in Portugal favours the appropriation of CT, recognising, however, that this relationship is mediated by institutional dynamics. The study indicates that the misalignment of educational guidelines can impact the transition between instrumental practice and critical reflection, with automation being an element that, when perceived only as a technique, limits a broader understanding of CT.

Keywords: social representations, physics and chemistry teaching, computational thinking

Résumé

Cette étude analyse les représentations sociales de la pensée computationnelle (PC), en considérant également les connotations liées à l'automatisation de la collecte de données comme ressource didactique associée à la PC. Les résultats révèlent des asymétries: les étudiants portugais de master présentent une représentation structurée, intégrant la PC dans la dimension pédagogique, tandis que les étudiants de licence de São Paulo présentent une représentation techniciste, marquée par des lacunes formatives et une forte proportion de réponses "Je ne sais pas", problématisée comme une zone de mutisme théorique. La recherche examine l'hypothèse selon laquelle la plus grande cohérence normative au Portugal favorise l'appropriation de la PC, tout en reconnaissant que cette relation est modulée par des dynamiques institutionnelles. L'étude indique que le décalage des orientations pédagogiques peut impacter la transition entre pratique instrumentale et réflexion critique, l'automatisation étant un élément qui, lorsqu'elle est perçue uniquement comme une technique, limite une compréhension plus large de la PC.

Mots-clés: représentations sociales, enseignement de la physique et de la chimie, pensée computationnelle

1. Introdução

No ensino da Física e da Química, o Pensamento Computacional (PC) tem-se revelado uma abordagem relevante para ampliar a compreensão de conceitos abstratos, apoiar a modelação de fenómenos e desenvolver competências analíticas. Alguns estudos sugerem que metodologias ativas favorecem o desenvolvimento do PC em cursos de *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM; Tarigan et al., 2024), que estratégias mediadas por essa abordagem contribuem para consolidar aprendizagens complexas (Vahldick et al., 2020) e que as competências associadas ao PC se relacionam não apenas ao desempenho em disciplinas específicas, mas também a ganhos académicos gerais, com a criatividade como fator preditivo relevante (Lemay et al., 2021). Neste contexto, Liu et al. (2023) salientam que o envolvimento cognitivo e o compromisso com a aprendizagem são preditores cruciais para a eficácia do PC no ensino superior, enquanto Cachero et al. (2020) referem que a exposição precoce à programação pode impactar o desenvolvimento destas capacidades. Outros estudos reforçam essa compreensão ao situar o PC como competência relevante para interpretar problemas complexos (González-Pizarro et al., 2023) e ao indicar que estudantes de áreas científicas podem iniciar a sua trajetória já com uma base sólida para lidar com essa dimensão (Syafri et al., 2022; Tripon, 2022).

Em Portugal, Vahldick et al. (2020) identificaram que os jogos educativos permitem aos estudantes de licenciatura com conhecimentos iniciais focar-se na lógica e estrutura da programação em vez da sintaxe textual complexa, favorecendo o desenvolvimento do PC. Outro estudo, Rodrigues et al. (2024), desenvolveu uma ferramenta válida para avaliar o PC e encontrou diferenças significativas entre estudantes de licenciatura (*bachelor*) e de mestrado; os/as estudantes de mestrado apresentaram perceções de competência superiores em dimensões como o pensamento algorítmico, a cooperatividade e a resolução

de problemas. A inserção curricular do PC nos cursos superiores reflete uma valorização crescente das competências digitais e cognitivas associadas ao raciocínio lógico, à abstração e à modelação, sendo consideradas elementos relevantes para a formação de sujeitos aptos a atuar em contextos tecnológicos e interdisciplinares (Direção-Geral da Educação [DGE], 2017).

Neste cenário, a apropriação do PC envolve o desenvolvimento da literacia do código, definida por Berciano et al. (2025) como a capacidade de criar sistemas simbólicos situados socialmente. Para as autoras, a ausência de uma compreensão clara sobre a relação entre *hardware* e *software*, o chamado repertório simbólico técnico, pode dificultar que o sujeito traduza soluções teóricas em instruções computacionais concretas, mantendo o PC no domínio da abstração. Recentemente, Fayanto et al. (2024) demonstraram que o desenvolvimento de competências de PC em laboratórios de Física exige uma articulação entre a experimentação empírica e a análise computacional, reforçando a importância de abordagens integradas. Complementarmente, Pedroso et al. (2020) reforçam esta perspetiva ao indicar que a inserção da automatização pode auxiliar o/a estudante a compreender melhor a linguagem simbólica na aprendizagem da Física, estabelecendo a articulação entre conceitos teóricos e práticas empíricas.

No contexto paulista, apesar das orientações presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) da Computação (Brasil, 2022), o PC ainda não se apresenta de forma consolidada como uma competência estruturante no ensino superior. Falcão e França (2021) já apontavam para a fragilidade desta dimensão nos currículos universitários, sobretudo na formação de professores, em que o PC raramente se encontra implementado de forma transversal e crítica. O défice identificado é corroborado por Izquierdo-Álvarez e Pinto-Llorente (2025), que destacam a necessidade de explorar as perceções dos/as futuros/as docentes sobre o valor educativo da programação, e por Vasconcelos et al. (2025), cujos resultados indicam que atitudes positivas em relação a tecnologias emergentes podem mitigar resistências à adoção do PC. Convergem com estas perspetivas os/as autores/as Tripon (2022), González-Pizarro et al. (2023), Santos e Falcão (2024) e Tarigan et al. (2024), que reforçam a necessidade de superar a fragmentação formativa e integrar o PC como um eixo mais consistente da prática pedagógica nas instituições de ensino superior.

Face ao exposto, o objetivo do estudo é analisar e comparar as possíveis representações sociais de estudantes de Mestrado em Ensino de Física e Química em Portugal (MEFQ/PT) e de licenciatura Instituições Públicas de Ensino Superior do estado de São Paulo no Brasil (IPES/SP-BR) acerca do PC, considerando também as evocações relativas à automatização da recolha de dados como recurso didático associado ao PC, partindo do pressuposto de que ambos os grupos se encontram na etapa terminal habilitante para o exercício da docência no ensino secundário. No entanto, a equivalência de metas profissionais contrasta com assimetrias estruturais que merecem ser consideradas. Se, no cenário português, o Processo de Bolonha conferiu ao mestrado uma densidade que favorece a maturidade conceptual, no Brasil, a licenciatura de quatro anos oferece um contacto pedagógico mais precoce que, todavia, pode não se articular plenamente com as novas literacias digitais.

Reconhecer tais diferenças impede uma comparação hierárquica simplista, mas permite problematizar como a ausência de políticas integradas no contexto paulista pode situar o PC numa posição periférica,

mesmo quando comparado a sistemas que partilham o mesmo fim educativo. Torna-se, portanto, relevante compreender como as representações sociais refletem os enquadramentos político-educativos vigentes, evidenciando que a inovação pedagógica pode depender menos do título académico e mais da coerência entre as diretrizes curriculares e as práticas vividas no laboratório didático.

2. Fundamentação teórica e contexto normativo

O referencial deste estudo é a Teoria das Representações Sociais (TRS), proposta por Serge Moscovici (2007), a qual oferece um arcabouço teórico robusto para compreender como grupos sociais constroem significados compartilhados sobre objetos novos ou complexos, como o PC no contexto educacional. Moscovici define que as representações sociais são formas de conhecimento socialmente elaboradas e partilhadas, que orientam práticas e posicionamentos dos sujeitos em relação ao mundo, emergindo da interação entre sujeitos e contextos, sendo simultaneamente cognitivas, simbólicas e afetivas. O autor identifica dois processos fundamentais que estruturam a formação das representações: ancoragem e objetivação. A ancoragem consiste em integrar o novo ao já conhecido, reinterpretando o objeto em categorias familiares. Enquanto, a objetivação transforma conceitos abstratos em imagens concretas, facilitando a sua circulação social.

Dando continuidade, na Tabela 1, os processos de ancoragem e objetivação podem ser observados em relação ao PC. Por exemplo, os/as estudantes podem ancorá-lo em práticas estratégicas de modelação e literacia experimental, e objetivá-lo por meio de imagens de computadores, robôs ou gráficos automatizados.

TABELA 1
Processos da TRS e marcos normativos

Processo da TRS	Definição	Exemplo com BNCC (Brasil)	Exemplo com DGE (Portugal)
Ancoragem	O sujeito associa o conceito novo a categorias familiares.	Professores e alunos associam “algoritmo” à ideia de “passo a passo”, facilitando a compreensão inicial do conceito.	O conceito de “decomposição” é introduzido como estratégia para dividir problemas, tornando o novo termo mais acessível.
Objetivação	O abstrato ganha forma figurativa e se torna manipulável.	Uso de plataformas como ScratchJr para criar sequências lógicas visuais, tornando o conceito de algoritmo tangível.	Atividades com robôs ou jogos digitais em que os alunos programam ações, visualizando o funcionamento de padrões e lógica computacional.

Fonte: Adaptação de Moscovici (2007), Brasil (2022) e DGE (2017).

Observa-se na Tabela 1 que o processo de ancoragem se manifesta quando o/a professor/a introduz o PC relacionando-o a práticas cotidianas já familiares aos/às alunos/as, como organizar tarefas, seguir instruções e reconhecer padrões, de modo a facilitar a compreensão dos conceitos. O processo de objetivação ocorre

quando conceitos abstratos, como o de algoritmo, são concretizados por meio de representações visuais e manipuláveis, por exemplo, com o uso de ferramentas como o Scratch, em que os alunos constroem sequências de blocos coloridos para representar instruções lógicas.

Neste aspecto, Jodelet (2001) destaca que as representações sociais não se limitam à cognição, mas manifestam-se em práticas concretas, sendo formas de conhecimento prático que orientam condutas e organizam a relação dos sujeitos com o mundo. Nesse sentido, pode-se compreender que os/as estudantes interpretam e utilizam tecnologias digitais, atribuindo sentidos à automatização da recolha de dados e à modelação computacional, sobretudo quando o/a professor/a permite a sua participação em todo o processo, reforçando a dimensão prática e simbólica da apropriação do PC e das respetivas representações sociais.

Assim, o segundo referencial é a Teoria do Núcleo Central (TNC), desenvolvida por Jean-Claude Abric (2001), a qual constitui um aprofundamento da estrutura interna das representações sociais, distinguindo entre o núcleo central e o sistema periférico. Abric refere que o núcleo central é composto por elementos estáveis, consensuais e historicamente construídos, que conferem sentido e coerência à representação, estando vinculado aos valores e normas do grupo social e apresentando maior resistência a mudanças. O sistema periférico é mais flexível e adaptável, permitindo variações individuais e contextuais, funcionando como zona de negociação entre o núcleo e as práticas cotidianas.

TABELA 2
Estrutura da representação social

Estrutura da TNC	Características principais	Exemplo com BNCC Computação	Exemplo com DGE
Núcleo central	Estável, consensual, vinculado a valores	A BNCC define o PC como competência essencial para o século XXI, associada à resolução de problemas, lógica, criatividade e está vinculado à formação integral e à cidadania digital.	O Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO) vincula o PC, destaca a autonomia, criatividade e resolução fundamentada de problemas como parte do saber científico e tecnológico.
Sistema periférico	Flexível, adaptável e ligado ao cotidiano	O/A professor/a adapta o ensino de algoritmos com atividades como “receita de bolo” ou jogos digitais, usando ferramentas como ScratchJr. A prática depende da realidade escolar e dos recursos disponíveis.	O/A docente pode trabalhar decomposição e padrões com robôs, jogos ou tarefas do dia a dia (ex.: sequência de ações para plantar uma árvore), adaptando à faixa etária e ao contexto local.

Fonte: Abric (2001), Brasil (2022) e DGE (2017).

Nota-se na Tabela 2 que a intencionalidade docente pode ser compreendida como um elemento central na articulação entre o discurso normativo e a prática pedagógica, sobretudo quando se relaciona com o núcleo central de valores e competências que se traduzem em ações pedagógicas, enquanto o sistema periférico ajusta estratégias, recursos e formas de comunicação para tornar os conceitos mais acessíveis e passíveis de serem vivenciados pelos/as alunos/as.

Na BNCC da Computação (Brasil, 2022), o documento indica que o professor deva favorecer a compreensão das "possibilidades e os limites da Computação para resolver problemas, tanto em termos de viabilidade quanto de eficiência, propondo e analisando soluções computacionais para diversos domínios do conhecimento, considerando diferentes aspetos" (p.62). Em Portugal, a DGE (2017) indica que o aluno saiba "executar operações técnicas, segundo uma metodologia de trabalho adequada, para atingir um objetivo ou chegar a uma decisão ou conclusão fundamentada, adequando os meios materiais e técnicos à ideia ou intenção expressa" (p.29).

Nesse contexto, no Brasil, a incorporação do PC às políticas educacionais ganhou fôlego com a BNCC ao reconhecer a cultura digital e a resolução de problemas como competências estruturantes. Este movimento foi consolidado pela Lei n.º 14.533/2023 (Brasil, 2023a), que instituiu a Política Nacional de Educação Digital (PNED), e pelo Decreto n.º 11.713/2023 (Brasil, 2023b), focado na Estratégia Nacional de Escolas Conectadas (ENEC), visando universalizar a conectividade pedagógica nas escolas públicas (Brasil, 2018). Todavia, se estes marcos recentes contribuíram para expandir o horizonte da cultura digital na educação básica, o mesmo ímpeto não se observa no ensino superior, que permanece sob a égide da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996. Entretanto, esta configuração regulatória pode estar associada a uma fragmentação institucional que acentua desigualdades territoriais, uma vez que a ausência de diretrizes nacionais específicas para o PC delega às instituições a responsabilidade de prover, ou não, as condições materiais de formação. Configura-se, assim, um cenário de acesso diferencial a laboratórios e equipamentos de simulação, no qual a profundidade da apropriação tecnológica por parte do/a futuro/a professor/a de Física pode variar conforme a infraestrutura institucional, contrastando com a maior coesão observada no sistema português, onde a norma tende a atuar como um dispositivo de maior uniformização formativa.

Em Portugal, a trajetória educativa revela uma articulação consistente entre os níveis de ensino, impulsionada pela adesão ao Processo de Bolonha, que reconfigurou o ensino superior em busca de coesão no espaço europeu. A reforma instituiu o modelo de três ciclos e proporcionou a autonomia universitária como resposta às transformações científicas e tecnológicas (European Ministers of Education, 1999), sendo tal autonomia consolidada pelo Regime Jurídico das Instituições de Ensino Superior (RJIES; Portugal, 2007) sob a tutela da Direção-Geral do Ensino Superior (DGES). Paralelamente, a habilitação profissional para a docência é regulada pelo Decreto-Lei n.º 79/2014, que integra as competências digitais como componente indispensável da formação inicial. Este enquadramento encontra eco nas orientações da DGE (2017), que, através da Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania e do Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória, estabelece a literacia tecnológica como um pilar transversal. Deste modo, a convergência entre as normas de qualificação profissional e as diretrizes curriculares do ensino secundário confere à formação docente em Portugal uma legitimidade institucional que ancora a prática do PC no laboratório didático.

Sob a ótica da TRS, estas políticas públicas transcendem a mera regulação técnica para operarem como mecanismos de mediação normativa e simbólica, definindo o que pode ser valorizado, nomeado e legitimado no interior dos grupos profissionais. Assim, mesmo perante formulações gerais, as diretrizes curriculares estabelecem o referencial de significado que orienta a ancoragem do "novo": determinados

elementos podem ganhar o estatuto de prioridade cognitiva e prática, enquanto outros, à margem da norma ou da infraestrutura, permanecem secundarizados no imaginário dos futuros docentes.

3. Metodologia

A investigação caracteriza-se por uma abordagem mista e exploratória (Severino, 2014). A dimensão qualitativa decorre das evocações espontâneas, enquanto a quantitativa resulta da análise prototípica das frequências e ordens médias, permitindo identificar a estrutura das representações sociais.

No Brasil, a investigação foi aprovada pelo Comité de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do ABC (UFABC), conforme parecer nº 5.669.899 da Plataforma Brasil. Em Portugal, o estágio de doutoramento foi realizado no Departamento de Física da Universidade de Aveiro (UA), tendo sido aprovado ao abrigo do Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD), conforme o Parecer n.º 01-DFÍSICA/2025. Em ambos os contextos, foram assegurados o anonimato dos/as participantes, o consentimento informado e o cumprimento das diretrizes éticas e legais vigentes, tendo o estudo respeitado todos os princípios éticos aplicáveis à investigação com seres humanos.

A seleção dos/as participantes foi orientada para garantir a comparabilidade entre os dois contextos nacionais, considerando que o mestrado em Portugal e a licenciatura no Brasil são formações funcionalmente equivalentes, cujos/as estudantes se encontram em processo de preparação para exercer a docência em Física e Química no ensino secundário.

O período de recolha de dados apresentou variações entre os contextos investigados, refletindo as especificidades institucionais e as condições de acesso aos/as participantes em cada país. Em Portugal, o MEFQ/PT, habilitação profissional para a docência no 3.º Ciclo do Ensino Básico e Secundário, teve o inquérito aplicado entre julho e outubro de 2025, envolvendo 45 mestrandos/as distribuídos/as por sete instituições, num processo caracterizado por maior celeridade na mediação institucional e na adesão dos/as participantes.

No contexto paulista, a recolha foi realizada entre março de 2023 e dezembro de 2024, abrangendo 137 licenciandos/as em Física de 19 IPES/SP-BR, configurando um período mais alargado em função da necessidade de múltiplas estratégias de contacto institucional, incluindo a mediação por coordenadores/as de curso e docentes, o que se revelou fundamental para viabilizar a participação discente. A extensão temporal, neste caso, não compromete a consistência dos dados, mas evidencia as condições reais de acesso ao terreno e a procura de uma amostra mais alargada e representativa, respeitando os ritmos institucionais e a disponibilidade dos/as participantes. Na Tabela 3, apresenta-se o número de participantes de cada instituição, tanto em São Paulo como em Portugal.

TABELA 3
Sujeitos da pesquisa

Grupo de Sujeitos	Instituição	Número de Participantes
Estudantes MEFQ/PT	Universidade de Aveiro	6
	Universidade da Beira Interior	4
	Universidade de Coimbra	5
	Universidade de Évora	5
	Universidade de Lisboa	8
	Universidade do Minho	7
	Universidade do Porto	10
	Subtotal MEFQ/PT	45
Estudantes IPES/SP-BR	Instituto Federal de São Paulo (IFSP)	64
	Universidade Federal do ABC (UFABC)	10
	Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)	9
	Universidade Estadual Paulista (UNESP)	39
	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	6
	Universidade de São Paulo (USP)	9
	Subtotal IPES/SP	137
Total Geral		182

Fonte: Os/As autores/as.

A recolha de dados utilizou a Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP), combinando evocação espontânea e análise estrutural quantitativa para identificar núcleo central e sistema periférico da representação (Abric, 2001; Vergès, 1992). "Foram utilizados dois termos indutores ('PC' e 'automatização da recolha de dados'), analisados em conjunto como recurso didático na representação social do PC. As evocações espontâneas foram tratadas pela análise qualitativa, prototípica quantitativa e enquadramento teórico da TRS/TNC, garantindo a interpretação das representações sociais (Machado & Aniceto, 2010).

Neste âmbito, foi solicitado aos/as participantes que registassem cinco palavras ou expressões relacionadas com o tema, organizando-as por ordem de importância. A participação ocorreu de forma voluntária e totalmente *online*, mediante divulgação dos *links* dos questionários pelos/as coordenadores/as de curso. No contexto paulista, utilizou-se a plataforma Google Forms, enquanto no contexto português a recolha foi operacionalizada através do LimeSurvey da Universidade de Aveiro. Em ambos os casos, o desenho dos formulários digitais visou assegurar a espontaneidade da resposta imediata, sem consulta a fontes externas, com um tempo médio de preenchimento de 5 minutos.

Previamente ao processamento informático, estabeleceu-se um protocolo de lematização para normalização do *corpus*, convertendo vocábulos em minúsculas, removendo acentos e unificando flexões de número. Adicionalmente, realizou-se o agrupamento de sinónimos sob forma única e a junção de termos compostos por *underlines*, processo integralmente supervisionado e validado manualmente pelos/as investigadores/as para garantir rigor semântico e fidelidade aos conceitos técnicos. Ressalte-se que, por se tratar de registos escritos diretamente pelos/as participantes nos formulários *online*, não houve recurso a gravações de áudio nem ao uso de ferramentas de Inteligência Artificial.

Na análise dos dados foi utilizado o *software* IRaMuTeQ (Ratinaud, 2009), com aplicação da análise prototípica, visando identificar as estruturas do núcleo central e do sistema periférico de sentido que emergem das evocações, por meio da frequência de evocação e da ordem média de evocação (OME; Abric, 2001; Vergès, 1992). Conforme proposto por Vergès (1992), a análise prototípica organiza os termos evocados em quatro zonas: o núcleo central, que reúne os elementos mais frequentes e precocemente evocados, considerados estáveis e consensuais; a primeira periferia, que contém termos frequentes, porém evocados tardiamente, indicando variações contextuais; a zona de contraste, que revela elementos divergentes ao grupo, com menor frequência e maior saliência; e a segunda periferia, composta por termos menos frequentes e menos salientes, que refletem variações individuais ou menos estruturadas.

4. Apresentação e discussão dos resultados

Nesta seção, os resultados da análise prototípica estão divididos em dois termos indutores: automatização da recolha de dados no laboratório didático e o desenvolvimento do PC. Desse modo, apresentam-se primeiro os resultados e a análise sobre a automatização da recolha de dados no laboratório didático e, posteriormente, os resultados e a análise do PC dos grupos IPES/SP-BR e MEFQ/PT, nos seus contextos formativos respetivos. De seguida, a Tabela 4 apresenta a análise prototípica das evocações do grupo IPES/SP-BR, com destaque para os elementos que compõem o núcleo central e as zonas periféricas da representação.

TABELA 4
Análise prototípica, automatização da recolha de dados – IPES/SP-BR

Núcleo Central	Freq.	OME	Primeira Periferia	Freq.	OME
Sensor	82	2,3	Programação	64	3,3
Arduino	78	2,1	Computador	64	3,7
Rapidez	51	2,7	Limitação	38	3,1
Software	46	2,7			
Precisão	38	2,8			
Zona de Contraste	Freq.	OME	Segunda Periferia	Freq.	OME
Recolha de dados			Internet	22	3,2
Simulador			Não sei	21	3,9
Eficiência			Componentes eletrônicos	20	4,0
Tempo	11	2,7	Praticidade	16	3,2
Planilhas	10	2,2	Inteligência Artificial	15	3,7
Sistematização	6	2,2	Análise	13	3,8
	3	2,0	Tecnologia	14	4,4
	2	1,5	Celular	6	3,5
	2	1,0	Laboratório	3	3,7
			Aprendizagem	2	5,0
				2	4,5
				2	4,5

Fonte: Software IRaMuTeQ.

Na Tabela 4, em relação ao grupo IPES/SP-BR, a análise prototípica indica um núcleo central composto pelos termos ‘sensor’, ‘Arduíno’, ‘rapidez’, ‘*software*’ e ‘precisão’, todos com frequência elevada e OME superior a 2,0. A presença de ‘sensor’ como elemento mais frequente no núcleo central (Freq. 82) sugere que, para esses/as estudantes, o valor da automatização está associado à eficiência técnica, à mediação por dispositivos físicos e à precisão dos dados. A evocação de ‘rapidez’ e ‘*software*’ reforça essa objetivação funcional, sugerindo que a automatização é percebida como facilitadora da execução de tarefas laboratoriais, especialmente na elaboração de relatórios experimentais, uma prática recorrente no contexto das licenciaturas em Física.

A objetivação da automatização como funcionalidade técnica está em consonância com os resultados de Falcão e França (2021), que apontam para uma tendência de instrumentalização do PC na formação docente. Sob esta perspectiva, o foco recai sobre o artefacto em detrimento dos processos cognitivos de abstração, indo ao encontro do que Liu et al. (2023) identificam como um problema recorrente: o isolamento das ferramentas computacionais em relação aos modelos de aprendizagem interdisciplinares, sobretudo quando a fundamentação teórica e a prática educativa se encontram desarticuladas, o que pode limitar que a tecnologia seja explorada em toda a sua potencialidade pedagógica.

Na primeira periferia, identificam-se os termos ‘programação’, ‘computador’ e ‘limitação’, com OME superior a 3, sugerindo uma representação crítica e experiencial da automatização. Neste enquadramento, considerando que, dos/as 137 participantes, 76 declararam conhecimento acerca da recolha automatizada; entre esses/as, 16 atuavam como espectadores/as e 60 como desenvolvedores/as, enquanto 48 não responderam e 13 afirmaram não ter participado de experimentos com recolha de dados automatizada, o termo ‘limitação’ sugere uma lacuna formativa e uma percepção de barreira no acesso e domínio das ferramentas digitais, o que pode dificultar sua articulação com a intencionalidade prática pedagógica prevista na BNCC da Computação, sobretudo no ensino básico e secundário.

A zona de contraste inclui os termos ‘recolha de dados’, ‘simulador’, ‘eficiência’, ‘tempo’, ‘planilha’ e ‘sistematização’, indicando uma preocupação com a organização metodológica, a temporalidade e a qualidade dos dados. A presença de ‘planilha’ e ‘sistematização’ sugere que alguns/mas estudantes atribuem valor à estruturação dos relatórios científicos, enquanto ‘simulador’ e ‘eficiência’ reforçam a percepção da automatização como recurso que otimiza o trabalho experimental.

Na segunda periferia, aparecem termos como ‘componentes eletrônicos’, ‘interface’, ‘inteligência artificial’, ‘celular’, ‘banco de dados’, ‘aplicativo’, ‘Excel’ e, de forma marcante, ‘não sei’ (Freq. 20, OME 1.0). A elevada frequência de ‘não sei’ não deve ser interpretada como ausência de resposta, mas como uma zona de mudez característica de representações em estado de latência. No âmbito da TRS, esta hesitação evidencia a inexistência de conhecimentos cognitivos para ancorar o objeto “automatização”, revelando uma lacuna estrutural onde o objeto, por não possuir referente na prática pedagógica vivida, permanece fora do sistema de significações partilhadas do grupo (Jodelet, 2001). Trata-se de uma falha de objetivação: na ausência de experiências práticas, o conceito não se concretiza, resultando num silêncio que reflete a desarticulação entre a formação inicial e a prática experimental.

Nesse sentido, a lacuna simbólica está em consonância com as discussões de Berciano et al. (2025), ao evidenciarem que a ausência de compreensão sobre a dimensão *hardware/software* pode dificultar a materialização do PC como ferramenta de expressão, podendo confiná-lo ao campo da abstração. A automatização para o grupo IPES/SP-BR ainda não se configura plenamente como o elo entre o conceito e o mundo empírico proposto por Pedroso et al. (2020), aproximando-se mais de um conjunto de artefactos técnicos isolados. O quadro observado sugere a fragmentação formativa discutida anteriormente, na qual a carência de infraestrutura e de políticas integradas pode deslocar a inovação para uma periferia simbólica, dificultando a construção de uma literacia do código situada e crítica. De seguida, na Tabela 5, apresentamos a análise prototípica do grupo MEFQ/PT.

TABELA 5
Análise Prototípica, Automatização da recolha de dados – MEFQ/PT

Núcleo Central	Freq.	OME	Primeira Periferia	Freq.	OME
rigor	24	2,5	autonomia	20	3,35
Arduino	20	2,7	envolvimento	17	3,06
concentração	9	2,67	sensor	16	3,06
tempo real	9	2,67	programação	10	3,4
			precisão	8	4,0
Zona de Contraste	Freq.	OME	Segunda Periferia	Freq.	OME
observação	7	2,86	Eficiência	5	3,6
literacia	7	2,46	STEM	4	3,25
facilidade	4	1,5	Rapidez	4	3,75
registo	4	2,5	Sensibilidade	3	3,3
interessante	3	2,33	Lógica	3	3,67
prático	3	2,0	Excel	2	2,5
organização	3	2,33	Quantidade	2	2,45
tecnologia	2	2,5	Multidisciplinar	2	2,45
			Comparação	2	2,5
			Software	2	2,3
			verificação	2	2,3

Fonte: Software IRaMuTeQ.

Na Tabela 5, composta pelo grupo de mestrandos do MEFQ/PT, a análise prototípica indica um núcleo central formado pelos termos ‘rigor’, ‘Arduino’, ‘concentração’ e ‘tempo real’, sugerindo que a estrutura da possível representação social deste grupo valoriza a qualidade metodológica e a atenção cognitiva na prática experimental. A presença de ‘rigor’ como termo mais frequente no núcleo central (Freq. 24) sugere que os/as estudantes atribuem à automatização da recolha de dados um papel de garantia da precisão, reforçando o compromisso com a validade dos resultados. A evocação de ‘concentração’ e ‘tempo real’ complementa essa leitura, sugerindo que a automatização favorece a recolha de dados e também exige foco e acompanhamento imediato dos fenômenos, o que pode potencializar o envolvimento investigativo. O termo ‘Arduino’, por sua vez, representa a tecnologia utilizada, revelando familiaridade com plataformas de prototipagem e sua aplicação em automatização de experimentos.

Na primeira periferia, os termos ‘autonomia’, ‘envolvimento’, ‘sensor’, ‘programação’ e ‘precisão’ dialogam diretamente com o núcleo central, reforçando a ideia de que a automatização é percebida como recurso pedagógico. Os termos ‘autonomia’ e ‘envolvimento’ indicam que os/as estudantes reconhecem o papel da automatização na construção de competências investigativas e a sua importância no processo experimental, o que sugere aspetos alinhados às orientações da DGE (2017), na qual se valoriza a aprendizagem ativa e a integração das tecnologias digitais como mediadoras do conhecimento. A presença de ‘sensor’ e ‘precisão’ reforça a dimensão técnica da prática, enquanto ‘programação’ aponta para a incorporação do PC como competência transversal, em consonância com os princípios das metas de literacia digital previstas nos documentos curriculares portugueses.

A zona de contraste apresenta os termos ‘literacia’, ‘facilidade’, ‘registo’, ‘interesse’, ‘prático’, ‘organização’ e ‘tecnologia’. A evocação de ‘literacia’ e ‘registo’ sugere uma preocupação com a documentação e interpretação dos dados, enquanto ‘facilidade’ e ‘prático’ podem indicar uma perceção de simplificação, o que tensiona o valor atribuído ao ‘rigor’ no núcleo central. Os termos ‘interesse’ e ‘organização’ revelam dimensões afetivas e estruturais que, embora não centrais, influenciam a experiência formativa. A presença de ‘tecnologia’ como termo contrastante indica que, para alguns/mas estudantes, o conceito de automatização ainda se confunde ou se sobrepõe ao uso genérico de recursos digitais, revelando possíveis ambiguidades na sua utilização.

A segunda periferia inclui termos como ‘eficiência’, ‘STEM’, ‘rapidez’, ‘lógica’, ‘Excel’, ‘quantidade’, ‘computação’, ‘multiplicação’ e ‘comparação’, que, por se situarem mais afastados da estrutura da representação social, tendem a não influenciar diretamente a organização do núcleo central.

A configuração do núcleo central no grupo MEFQ/PT, ao destacar o ‘rigor’ e a ‘concentração’, sugere uma representação social em que a automatização transcende o aparato técnico, podendo consolidar-se como uma dimensão associada à validade metodológica. A clareza conceptual está em consonância com os resultados de Rodrigues et al. (2024), que identificam competências superiores em pensamento algorítmico e resolução de problemas entre estudantes de mestrado. Diferente da fragmentação observada no contexto paulista, a presença de termos como ‘autonomia’ e ‘envolvimento’ na primeira periferia sugere que a estrutura normativa portuguesa pode favorecer a transição do artefato para a prática pedagógica.

Nesta perspetiva, a familiaridade inicial com processos lógicos mencionada por Syafril et al. (2022) encontra, no cenário português, a ancoragem institucional necessária para se traduzir em envolvimento investigativo. Embora Vahldick et al. (2020) ressaltem que a implementação do PC em Portugal ainda possa carecer de sistematização plena, os dados indicam que a existência de marcos curriculares coesos pode permitir aos/às mestrandos/as uma apropriação mais consistente. Assim, a automatização deixa de ser percebida como uma mera facilitação da tarefa, característica predominante no grupo IPES/SP-BR, para passar a ser compreendida como um elemento relevante da literacia científica e do rigor experimental no contexto português.

Ademais, a automatização da recolha de dados não deve ser compreendida como um fim em si mesma, mas como uma estratégia mediadora para o desenvolvimento do PC no laboratório didático. Conforme

sustentam Pedroso et al. (2020), a integração de ferramentas de automatização pode funcionar como um catalisador para a compreensão de estruturas lógicas complexas, permitindo que a prática experimental se converta em um exercício de abstração e resolução de problemas.

Desse modo, a investigação prossegue com a análise das evocações associadas ao termo indutor PC, conforme detalhado na Tabela 6. A análise prototípica referente ao grupo IPES/SP-BR evidencia os elementos centrais e periféricos que estruturam a representação social desses/as estudantes, revelando a forma como estes/as se articulam com as competências previstas para a formação docente inicial.

TABELA 6
Análise prototípica sobre o PC - IPES/SP-BR

Núcleo Central	Freq.	OME	Primeira Periferia	Freq.	OME
simulador	29	1,7	não sei	72	2,0
programação	20	1,6	experimento	29	2,1
software	16	1,9	resolução problemas	23	2,1
			aluno protagonista	21	2,0
			Arduino	17	2,4
			laboratório maker	16	2,2
			projetos	15	2,1
			metodologias ativas	13	2,2
			recurso tecnológico	13	2,2
			mapa mental	13	2,4
Zona de Contraste	Freq.	OME	Segunda Periferia	Freq.	OME
ensino investigativo	11	1,9	algoritmo	10	2
IoT	7	1,1	automatização	7	2,1
abstração	2	1	sensor	7	2,4
criatividade	2	1	modelagem	3	2
BNCC	2	1	decomposição	2	2
recolha manual	2	1	críticidade	2	2,5
acesso-tempo	2	1	autonomia	2	2,5
reflexão	2	1	raciocínio lógico	2	2,5
	2	1,5	colaboração	2	3

Fonte: Quadrante gerado pelo software IRAMUTEQ.

Na Tabela 6, o núcleo central é composto pelos termos ‘simulador’, ‘programação’ e ‘*software*’, indicando elementos que não se alinham diretamente com os pilares do PC definidos pela BNCC, como a abstração, a decomposição, o reconhecimento de padrões e os algoritmos. A predominância destes recursos tecnológicos sobre os processos cognitivos está em consonância com os resultados de Falcão e França (2021), que apontam para uma tendência de instrumentalização do PC na formação de professores. Neste sentido, a configuração observada pode fragilizar a legitimidade deste núcleo enquanto representação estruturante, uma vez que a zona de contraste apresenta termos como BNCC, ensino investigativo, abstração, criatividade, raciocínio lógico e IoT, indicando uma divergência em relação ao núcleo central.

Na primeira periferia, a alta frequência do termo ‘não sei’, acompanhada na zona de contraste por evocações como “acesso-tempo”, sugere uma zona de mudez ou incerteza teórica que aponta para lacunas

na formação pedagógica aplicada à prática experimental, o que converge com os desafios discutidos por Syafril et al. (2022) e Tripon (2022), ao observarem que currículos desarticulados tendem a confinar o PC a uma dimensão meramente abstrata. Nesse sentido, conforme discutido por Tarigan et al. (2024), a ausência de um engajamento cognitivo intencional com o PC no ensino superior pode estar associada a representações fragmentadas, nas quais a ausência de atitudes positivas em relação às tecnologias (Vasconcelos et al., 2025) pode contribuir para resistências que dificultam a transição do saber técnico para o saber pedagógico.

A presença dos termos ‘ensino investigativo’, ‘IoT’, ‘abstração’, ‘criatividade’, ‘BNCC’, ‘recolha manual’ e ‘acesso-tempo’, que são recorrentes em discussões sobre competências e práticas pedagógicas mediadas por tecnologias, sugere uma tensão em relação ao núcleo central, sendo estes elementos percecionados como externos à identidade nuclear do grupo. Neste aspeto, os/as licenciandos/as das IPES/SP-BR podem apresentar dificuldades em articular os saberes das disciplinas pedagógicas com as atividades experimentais, o que indica um possível distanciamento entre o método experimental praticado e os preceitos do PC. Pedroso et al. (2020) afirmam que o ensino de Física no Brasil sofre de uma “falta de conexão do conteúdo com a realidade” (p. 2) e que a experimentação muitas vezes se limita a seguir roteiros mecanizados, dificultando que o/a aluno/a se aproprie da tecnologia para construir conhecimento.

Face ao panorama exposto, a segunda periferia não apresenta um impacto significativo na configuração representacional, sendo omitida desta análise interpretativa por concentrar evocações dispersas e pouco relevantes para a compreensão do núcleo simbólico do grupo. De seguida, a Tabela 7 detalha a análise prototípica referente ao grupo MEFQ/PT.

TABELA 7
Análise prototípica sobre o PC - MEFQ/PT

Núcleo Central	Freq.	OME	Primeira Periferia	Freq.	OME
decomposição	18	1,83	Resolução de problemas	17	2,12
			Algoritmo	17	1,94
			Autonomia	13	2,31
			logica	10	2,0
Zona de Contraste	Freq.	OME	Segunda Periferia	Freq.	OME
Envolvimento	7	1,57	Investigação	4	2,5
Modelação	4	1,5	Abstração	3	3,2
Participação	4	1,5	programação	2	2,5
Inovador	3	1,33			
Padrão	2	1,5			
Literacia	2	2,1			

Fonte: Quadrante gerado pelo software IRAMUTEQ.

Os resultados da análise prototípica sobre o PC no grupo MEFQ/PT indicam uma representação social sólida e sistematizada, em estreito alinhamento com as orientações da legislação portuguesa. O núcleo central, constituído pelo termo ‘decomposição’ (Freq. 18; OME 1,83), sugere que este grupo entende o

conceito como um processo cognitivo estruturado, orientado para a resolução de problemas complexos através da fragmentação em etapas manejáveis.

A sólida presença do termo ‘decomposição’ no núcleo central do grupo MEFQ/PT sugere que a automatização da recolha de dados não é vista apenas como agilidade técnica, mas como um processo de fragmentação lógica da experiência, o que dialoga com os estudos de Fayanto et al. (2024), que indicam que o desenvolvimento do PC em laboratórios de Física está associado à capacidade do/a estudante em articular a experimentação empírica com a análise algorítmica de modo investigativo e reflexivo.

No que concerne às dinâmicas identitárias do grupo, a representação social sobre a automatização demonstra uma ancoragem nos valores clássicos da atividade experimental, sobretudo ao associar a tecnologia a elementos como ‘rigor’ e ‘concentração’. Ademais, os/as mestrandos/as demonstram o que Syafril et al. (2022) descrevem como uma trajetória de base sólida, na qual o/a estudante de áreas científicas já tem prontidão para lidar com problemas complexos de forma lógica.

Paralelamente, a representação sobre o PC exhibe uma objetivação através do termo ‘decomposição’, o que dialoga com a perspectiva de Vahldick et al. (2020) sobre as estratégias mediadas pelo PC, na medida em que contribuem para consolidar aprendizagens complexas, permitindo aos/as futuros/as professores/as traduzir a abstração em procedimentos metodológicos investigativos. Dessa forma, a configuração deste núcleo central sugere uma prática educativa orientada pela sistematização, característica de uma formação que já estabilizou o PC enquanto objeto de saber socialmente partilhado.

Em contrapartida, a centralidade de termos como ‘Arduino’ e ‘sensor’ nas evocações dos/as licenciandos/as das IPES/SP-BR sugere uma objetivação predominantemente instrumental da tecnologia, ancorada na eficiência operativa. Neste aspeto, Izquierdo-Álvarez e Pinto-Llorente (2025) salientam que, sem uma compreensão clara do valor educativo da programação, os/as futuros/as docentes tendem a focar-se na execução técnica em detrimento da potencialidade pedagógica. No grupo paulista, o aspeto técnico ainda precede o pedagógico, indicando que o PC não se encontra plenamente integrado às atividades experimentais, em contraste com diretrizes recentes, como a Lei n.º 14.533/2023, que preconiza uma formação digital crítica e integrada.

Por conseguinte, verifica-se que, enquanto no grupo MEFQ/PT a presença de marcos normativos coesos pode favorecer representações estruturadas, no grupo IFSP/SP-BR a centralidade nas práticas instrumentais pode estar associada à menor presença de orientações institucionais. Os dados sugerem que as orientações educativas podem contribuir para conferir legitimidade simbólica e coerência às práticas de formação, favorecendo a transição de uma visão predominantemente tecnicista para uma apropriação pedagógica mais ampla.

O estudo indica que o desalinhamento das diretrizes educacionais em contextos de formação inicial pode impactar a transição entre prática instrumental e reflexão crítica, sendo este um elemento determinante para o desenvolvimento de competências computacionais mais consistentes na docência. A automatização, quando evocada apenas como técnica, evidencia lacunas formativas; quando integrada à dimensão pedagógica, revela apropriação mais consistente do PC, funcionando como recurso didático que amplia a compreensão das

representações sociais. Entre os/as licenciandos/as IPES/SP-BR, observa-se uma representação mais tecnicista, marcada por fragilidades formativas e pela dificuldade em integrar a automatização à dimensão pedagógica, o que fragiliza a compreensão do PC. Para os/as mestrandos/as MEFQ/PT, a coerência normativa sustenta representações mais estruturadas, o que favorece a integração do PC em atividades experimentais, sobretudo na recolha de dados automatizada. Fatores como a socialização académica e a organização curricular também influenciam os resultados, mas a análise mostra que a densidade normativa portuguesa se articula de modo consistente com as representações sociais identificadas, reforçando a centralidade das políticas educativas na apropriação do PC para a formação docente.

5. Conclusão

A investigação evidencia que as representações sociais sobre o PC podem estar relacionadas com os enquadramentos normativos e institucionais de cada contexto. No grupo MEFQ/PT, a maior coerência normativa favorece a apropriação do PC como competência pedagógica estruturante, enquanto no grupo IPES/SP-BR a fragmentação formativa e a ausência de políticas integradas situam o PC numa posição periférica, o que indica a necessidade de políticas educacionais mais consistentes para consolidar o PC como eixo da formação docente inicial.

No âmbito da TRS, verifica-se que as políticas educacionais de cada país funcionam como contextos de ancoragem que podem influenciar o modo como os/as futuros/as professores/as significam o PC. Em Portugal, a existência de referenciais normativos explícitos, como os emitidos pela DGE, pode favorecer uma ancoragem conceptual estável, refletida na presença de termos como ‘decomposição’ e ‘algoritmo’. No Brasil, embora a LDB oriente a educação nacional, as reformas recentes concentram-se na Educação Básica, deixando uma lacuna no Ensino Superior. Essa fragmentação pode estar associada a uma objetivação parcial nas IPES/SP-BR, centrada em artefactos como ‘Arduino’ e ‘sensor’, que simbolizam a dimensão prática da automatização, mas não se expandem para a reflexão cognitiva e curricular prevista na Lei n.º 14.533/2023.

Sob a ótica da TNC, as representações dos/as mestrandos/as MEFQ/PT apresentam um núcleo central estável, orientado por valores de autonomia e resolução de problemas, coerentes com as metas europeias de literacia digital. Já os/as licenciandos/as IPES/SP-BR revelam um núcleo tecnicista, centrado na eficácia operacional, enquanto o sistema periférico inclui termos como ‘limitação’ e ‘não sei’, indicadores de incerteza e distanciamento simbólico. A assimetria mostra que as representações sociais são expressões coletivas ligadas à organização institucional: em Portugal, o Processo de Bolonha e o mestrado profissionalizante favorecem a integração entre prática experimental e PC. No caso dos IPES/SP-BR, a superação da ‘zona de mudez’ não depende de esforço individual, mas da institucionalização do PC como eixo das diretrizes de formação.

Por conseguinte, os resultados apontam para a necessidade de reconfiguração da formação inicial de professores de Física no Brasil, de modo que as disciplinas experimentais ultrapassem a mera recolha de

dados e se constituam como espaços de modelação e tomada de decisão. A integração entre automatização, programação e reflexão crítica mostra-se um caminho promissor para superar a visão meramente instrumental da tecnologia. Olhar para o PC sob a ótica das representações sociais implica reconhecer as tensões entre o prescrito e o vivido, assumindo o desafio de consolidar uma educação digital que seja, simultaneamente, científica, crítica e humanizadora.

Dessa forma, como desdobramento deste estudo, sugerem-se investigações futuras que ampliem o escopo geográfico da análise, incluindo outras regiões do Brasil e diferentes contextos internacionais, de modo a aprofundar a compreensão das representações sociais sobre o PC na formação docente. Recomenda-se, ainda, o desenvolvimento de estudos longitudinais e de natureza interventiva, que permitam analisar como diferentes estratégias formativas podem influenciar a articulação entre dimensões técnicas e pedagógicas no ensino de Física e Química.

Financiamento: *Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por meio da concessão da bolsa de pesquisa, sob o processo n.º 2024/21784-4..*

Referências bibliográficas

- Abric, Jean-Claude (2001). A abordagem estrutural das representações sociais. In Jean-Claude Abric (Ed.), *A psicologia social do conhecimento* (pp. 37–58). Vozes.
- Berciano, Ainhoa, Cuida, Astrid, & Novo, María-Luisa (2025). The importance of coding and translation between programming languages in sequential activities of pre-service teachers: An approach. *Education and Information Technologies*, 30, 6925–6949. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13092-1>
- Brasil. (1996). Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm
- Brasil. (2022). *Base Nacional Comum Curricular – Computação*. Ministério da Educação. <https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas/arquivos/BNCCComputaoCompletoDiagramado.pdf>
- Brasil. (2023a). Lei n.º 14.533, de 11 de abril de 2023. Institui a Política Nacional de Educação Digital. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/L14533.htm
- Brasil. (2023b). Decreto n.º 11.713, de 26 de setembro de 2023. Institui a Estratégia Nacional de Escolas Conectadas. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11713.htm
- Cachero, Cristina, Barra, Pilar, Meliá, Santiago, & López, Otoniel (2020). Impact of programming exposure on the development of computational thinking capabilities: An empirical study. *IEEE Access*, 8, 72316–72325. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2987254>
- Direção-Geral da Educação. (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Lisboa: Ministério da Educação. https://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf
- European Ministers of Education. (1999). *The Bologna declaration*. [https://iqaa.org/images/doc/Bologna/The%20Bologna%20Declaration%20\(1999\).pdf](https://iqaa.org/images/doc/Bologna/The%20Bologna%20Declaration%20(1999).pdf)

- Falcão, Taciana, & França, Rozelma S. (2021). Computational thinking goes to school: Implications for teacher education in Brazil. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 29, 1158–1177. <https://doi.org/10.5753/rbie.2021.2121>
- Fayanto, Suritno, Naba, Sul D., Kurniawan, Aris, Putri, Utami, & Padang, Veronika D. (2024). The analyze comparative of physics computational thinking skill (CTs) in experiment laboratory. *Qubahan Academic Journal*, 4(3), 13–32. <https://doi.org/10.48161/qaj.v4n3a699>
- González-Pizarro, Felipe, López, Claudia, Vásquez, Andrea, & Castro, Carlos (2023). Inequalities in computational thinking among incoming students in an STEM Chilean university. *IEEE Transactions on Education*, 67(2), 164–173. <https://doi.org/10.1109/TE.2023.3334193>
- Izquierdo-Álvarez, Vanessa, & Pinto-Llorente, Ana Maria (2025). Exploring pre-service teachers' perceptions of the educational value and benefits of computational thinking and programming. *Sustainability*, 17(5), 2164. <https://doi.org/10.3390/su17052164>
- Jodelet, Denise (2001). *Representações sociais: Um domínio em expansão*. Vozes.
- Lemay, David J., Basnet, Ram B., Doleck, Tenzin, Bazelaïs, Paul, & Saxena, Anoop (2021). Instructional interventions for computational thinking: Examining the link between computational thinking and academic performance. *Computers and Education Open*, 2, 100056. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100056>
- Liu, Shuai, Peng, Changling, & Srivastava, Gautam (2023). What influences computational thinking? A theoretical and empirical study based on the influence of learning engagement on computational thinking in higher education. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(6), 1690–1704. <https://doi.org/10.1002/cae.22669>
- Machado, Laêda B., & Aniceto, Rosimere A. (2010). Núcleo central e periferia das representações sociais de ciclos de aprendizagem entre professores. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 18(67), 345–363. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362010000200009>
- Ministério da Educação. (2018). *Base nacional comum curricular (BNCC): Educação Infantil e Ensino Fundamental*. MEC https://cdn.mec.gov.br/basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf
- Moscovici, Serge (2007). *Representações sociais: Investigações em psicologia social*. Vozes.
- Pedroso, Davi, Silva, Gabriel, & Braga Junior, Gilson (2020). Revisão de literatura sobre a automação no ensino de física no Brasil. In Nelson Amorim, Fernando Moreira, Carlos Cruz, Ubiraelson Ruela, Paula Silva, José Ramos Filho, Vicente Rodrigues, Thiago Moreira, Gilson Braga Junior, & Estefany Miléo (Orgs.), *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia Física* (pp. 98–108). Atena. https://www.academia.edu/download/61035648/Revisao_de_literatura_sobre_a_automacao_no_ensino_de_fisica_no_Brasil20191027-40105-1mk6f9o.pdf
- Portugal. (2007). Lei n.º 62/2007, de 10 de setembro. Regime Jurídico das Instituições de Ensino Superior (RJIES). Diário da República n.º 174/2007, Série I de 2007-09-10. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/lei/62-2007-640339>

- Portugal. (2014). Decreto-Lei n.º 79/2014, de 14 de maio. Regula o acesso à profissão docente e os requisitos da formação inicial de professores. Diário da República n.º 92/2014, Série I de 2014-05-14. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/79-2014-25344769>
- Ratinaud, Pierre (2009). *IRaMuTeQ: Interface de R pour les analyses multidimensionnelles de textes et de questionnaires* [Software]. <http://www.iramuteq.org>
- Rodrigues, Rita N., Brito-Costa, Sónia, Abbasi, Maryam, Costa, Cecília, & Martins, Fernando (2024). Pre-service teachers' competencies to develop computational thinking: A Portuguese tool to analyse computational thinking. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(11), em2528. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15523>
- Santos, Bruno B., & Falcão, Taciana P. (2024). Pensamento computacional na formação inicial de professores. *RENOTE*, 22(1), 196–206. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.141547>
- Severino, Antônio J. (2014). *Metodologia do trabalho científico* (23.ª ed.). Cortez.
- Syafril, S., Rahayu, Tanti, & Ganefri, G. (2022). Prospective science teachers' self-confidence in computational thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonésia*, 11(1), 119–128. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i1.33125>
- Tarigan, Wenny P. L., Paidi, Wiyarsi, Antuni, Handoyo, Luisa D., Nuryani, Hadistia S., & Dewi, Rishe P. (2024). Factors associated with computational thinking skills among colleges in the university. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 8(5), 2167–2183. <https://doi.org/10.55214/25768484.v8i5.1968>
- Tripon, Cristina (2022). Supporting future teachers to promote computational thinking skills in teaching STEM: A case study. *Sustainability*, 14(19), 12663. <https://doi.org/10.3390/su141912663>
- Vahldick, Adilson, Farah, Paulo R., Marcelino, Maria José, & Mendes, António J. (2020). A blocks-based serious game to support introductory computer programming in undergraduate education. *Computers in Human Behavior Reports*, 2, 100037. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2020.100037>
- Vasconcelos, Lucas, Arslan-Ari, Ismahan, Miller, Bridget, & Gonzalez-Tapia, Renato (2025). Robotics in early childhood STEM education (REC-STEMEd): The impact on preservice teachers' attitudes and intentions toward computational thinking. *Education and Information Technologies*, 30, 18347–18374. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13529-1>
- Vergès, Pierre (1992). L'évocation de l'argent: Une méthode pour la définition du noyau central d'une représentation. *Bulletin de Psychologie*, 45(405), 203–209.