

CONTRIBUIÇÕES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL PARA A SEI EM QUÍMICA

Ismael L. Costa Junior¹, Mariana de S. Fengler², Juliane M. B Bocardi³

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Medianeira-PR, ismael@utfpr.edu.br

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Medianeira-PR,
mfengler@alunos.utfpr.edu.br

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Medianeira-PR, juliane@utfpr.edu.br

INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) é considerado uma abordagem estruturante na Educação em Ciências por promover a participação ativa dos estudantes, a formulação de explicações fundamentadas e o engajamento intelectual na resolução de problemas (Carvalho, 2013). No contexto brasileiro, a sistematização elaborada por Carvalho (2018) destaca que o EnCI não constitui apenas uma abordagem, mas uma concepção de ensino, na qual aprender Ciências implica participar de práticas investigativas que mobilizam hipóteses, evidências, justificativas e processos de modelagem. Diante disso, a Sequência de Ensino Investigativo (SEI) emerge como forma didática de materializar os princípios do EnCI em sala de aula, organizando situações-problema, etapas de coleta e análise de dados, elaboração de hipóteses e explicações, favorecendo a autonomia intelectual e o raciocínio científico dos estudantes (Carvalho, 2013).

Apesar dos avanços, a implementação de propostas investigativas ainda enfrenta desafios importantes, especialmente no ensino de Química. Entre as dificuldades recorrentes estão a formulação de boas perguntas investigativas, a explicitação de hipóteses, a organização lógica dos procedimentos, o tratamento analítico de dados e a construção de explicações que articulem evidências e modelos teóricos (Wartha; Lemos, 2016; Menezes; Farias, 2024). Tais desafios sinalizam a necessidade de incorporar ferramentas cognitivas e metodológicas que apoiem o planejamento e a sistematização do pensamento investigativo, fortalecendo a autonomia do estudante na condução das etapas da investigação.

Nesse cenário, o Pensamento Computacional (PC) apresenta-se como uma possibilidade promissora para ampliar e qualificar as SEI. Segundo Wing (2006), o PC consiste em um conjunto de processos cognitivos voltados à resolução estruturada de problemas, tais como decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e formulação de algoritmos. Em propostas educacionais, esses processos têm sido reconhecidos como formas de organizar e tornar explícitos os raciocínios envolvidos na modelagem, na análise de dados e na construção de explicações (Weintrop *et al.*, 2016). Tais elementos apresentam convergência com as práticas do EnCI, especialmente no que se refere à explicitação de hipóteses, à estruturação lógica de procedimentos e ao uso de representações intermediárias entre fenômenos e modelos.

Dessa forma, discutir aproximações entre SEI e os pilares do PC torna-se relevante para repensar a organização de propostas investigativas no ensino de Química. Tal articulação pode

contribuir para estruturar processos investigativos mais transparentes e iterativos, apoiar o desenvolvimento da autonomia dos estudantes e ampliar as práticas docentes frente às demandas contemporâneas de análise, modelagem e explicação científica. Assim, nosso objetivo é discutir como os pilares do PC podem ampliar e qualificar as SEI, fundamentadas nos princípios do EnCI, com foco no ensino de Química.

A SEI COMO A MATERIALIZAÇÃO DIDÁTICA DO ENCI NO ENSINO DE QUÍMICA

O EnCI compreende a aprendizagem científica como um processo ativo de construção de explicações fundamentadas em evidências, promovendo a participação intelectualmente engajada dos estudantes. A perspectiva epistemológica do EnCI fundamenta-se em uma concepção de ciência entendida como atividade social, discursiva e modeladora, na qual o conhecimento é construído e validado coletivamente por meio da argumentação e da comunicação de explicações (Sasseron, 2015). A elaboração de explicações, portanto, não é apenas um produto final, mas um processo que articula fenômenos, evidências e modelos teóricos. Assim, práticas investigativas favorecem a argumentação, a modelagem e o raciocínio causal, habilidades essenciais para o desenvolvimento do pensamento científico em Química (Wartha; Lemos, 2016; Menezes; Farias, 2024).

Nesse contexto, as SEI representam a organização didático-pedagógica dos princípios do EnCI em sala de aula. Uma SEI estrutura progressivamente etapas como: apresentação do problema, formulação de hipóteses, planejamento de procedimentos, análise de dados e construção de explicações (Carvalho, 2013). Carvalho (2018) destaca que uma boa SEI oferece graus de liberdade intelectual ao estudante, permitindo-lhe tomar decisões, testar ideias, confrontar evidências e revisar explicações (Figura 1).

Figura 1. Organização das etapas da SEI



Fonte: Adaptado de Carvalho (2013)

A primeira etapa refere-se à **distribuição do material experimental e à proposição do problema**. Nesse momento, o professor apresenta uma situação-problema que mobiliza a curiosidade dos estudantes e cria a necessidade de investigar, colocando o problema como elemento organizador da atividade. Estudos sobre o ensino por investigação indicam que a proposição de problemas autênticos é fundamental para desencadear o engajamento cognitivo e orientar a construção de explicações científicas (Azevedo, 2006; Carvalho, 2018). Nessa perspectiva, o material experimental não antecede o problema de forma mecânica, mas atua como recurso mediador da investigação, favorecendo a exploração do fenômeno.

Na sequência, ocorre a **identificação e exploração de hipóteses e previsões dos alunos**. Essa etapa valoriza as ideias prévias e incentiva os estudantes a explicitarem suas hipóteses, antecipar resultados e justificar suas previsões, promovendo o diálogo e a negociação de significados. A explicitação de hipóteses constitui prática epistêmica central da ciência escolar, pois permite que os estudantes confrontem diferentes explicações e iniciem processos de argumentação fundamentados em evidências (Driver; Newton; Osborne, 2000; Sasseron, 2015). No contexto do ensino de Química, pesquisas mostram que essa etapa é decisiva para deslocar os alunos de uma postura descritiva para uma postura explicativa (Wartha; Lemos, 2016).

A terceira etapa envolve a **elaboração de possíveis planos de ações e a experimentação do planejado**. Nela, os estudantes participam do planejamento das ações investigativas, definindo procedimentos, estratégias e formas de registro, e posteriormente executam o que foi planejado. Esse processo favorece a tomada de decisões, o controle de variáveis e a articulação entre hipóteses e evidências empíricas, ampliando os graus de liberdade intelectual dos alunos (Carvalho, 2013, 2018). Hodson (1998) ressalta que a investigação científica escolar deve superar a execução mecânica de protocolos experimentais, valorizando o planejamento e a reflexão sobre as ações realizadas, aspecto essencial para a formação científica.

Por fim, a SEI culmina na etapa de **escrever e desenhar, associando com a realidade**. Esse momento é dedicado à sistematização da investigação por meio de registros escritos, desenhos, esquemas, gráficos ou outras representações, permitindo que os estudantes organizem suas ideias e construam explicações mais elaboradas. A linguagem desempenha papel central na mediação do pensamento científico, sendo a escrita e o desenho formas fundamentais de articular evidências, modelos e explicações (Mortimer; Scott, 2003). Além disso, a associação dos resultados com situações do cotidiano contribui para a construção de significados e para a alfabetização científica, fortalecendo a argumentação e a compreensão conceitual (Sasseron, 2015).

No Ensino de Química, as SEI ampliam o potencial formativo do EnCI por articular fenômenos, modelos e representações, facilitando a transição entre níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico (Wartha; Lemos, 2016; Menezes; Farias, 2024). Outro aspecto relevante diz respeito ao papel das hipóteses e previsões no ensino de Química. Em atividades

tradicionais, os estudantes frequentemente assumem uma postura reprodutiva, seguindo protocolos experimentais previamente definidos (Azevedo, 2006).

As SEI, ao contrário, incentiva a explicitação das ideias iniciais dos alunos e a antecipação de resultados, favorecendo o confronto entre explicações intuitivas e evidências empíricas (Suart; Marcondes, 2009). Esse movimento contribui para o desenvolvimento do raciocínio causal e para a superação de explicações puramente descritivas, aproximando os estudantes das práticas epistêmicas próprias da Química enquanto ciência investigativa (Schnetzler, 2002; Zômpero; Labúru, 2011).

No que se refere à experimentação, as SEI possibilitam ressignificar o papel do experimento no ensino de Química. Em vez de atividades voltadas exclusivamente à comprovação de teorias ou à ilustração de conceitos previamente apresentados, a experimentação passa a integrar um processo investigativo mais amplo, no qual o planejamento, a tomada de decisões e a análise crítica dos resultados ganham centralidade (Suart; Marcondes, 2009). Essa abordagem favorece o desenvolvimento da autonomia intelectual dos estudantes e contribui para uma compreensão mais profunda da relação entre teoria e evidência experimental (Carvalho, 2018).

Por fim, ao associar os resultados da investigação a situações do cotidiano, as SEI fortalecem a alfabetização científica no ensino de Química, ampliando a capacidade dos estudantes de interpretar fenômenos químicos presentes em contextos sociais, ambientais e tecnológicos (Firme; Gialazzi; 2014). Essa aproximação entre conhecimento escolar e realidade contribui para que a Química seja compreendida não apenas como um conjunto de conteúdos abstratos, mas como uma área de conhecimento relevante para a compreensão e a tomada de decisões em diferentes esferas da vida cotidiana (Sasseron, 2015).

ARTICULAÇÃO ENTRE ELEMENTOS DA SEI E O PC

A educação contemporânea sofre influência da cultura digital e, nesse sentido, há alterações nas formas de produzir, acessar e interpretar informações, bem como de resolver problemas em diferentes contextos sociais e científicos, permeados pela incorporação de uso de tecnologias digitais e as conexões em rede (Kenski, 2018; Brito; Costa, 2020). Nesse cenário, a escola é desafiada a incorporar práticas pedagógicas que ultrapassem a mera transmissão de conteúdos, favorecendo o desenvolvimento de competências cognitivas, investigativas e argumentativas alinhadas às demandas da sociedade digital, o que implica repensar currículos e metodologias em consonância com a cultura digital emergente no contexto educacional (Moura; Favero, 2017).

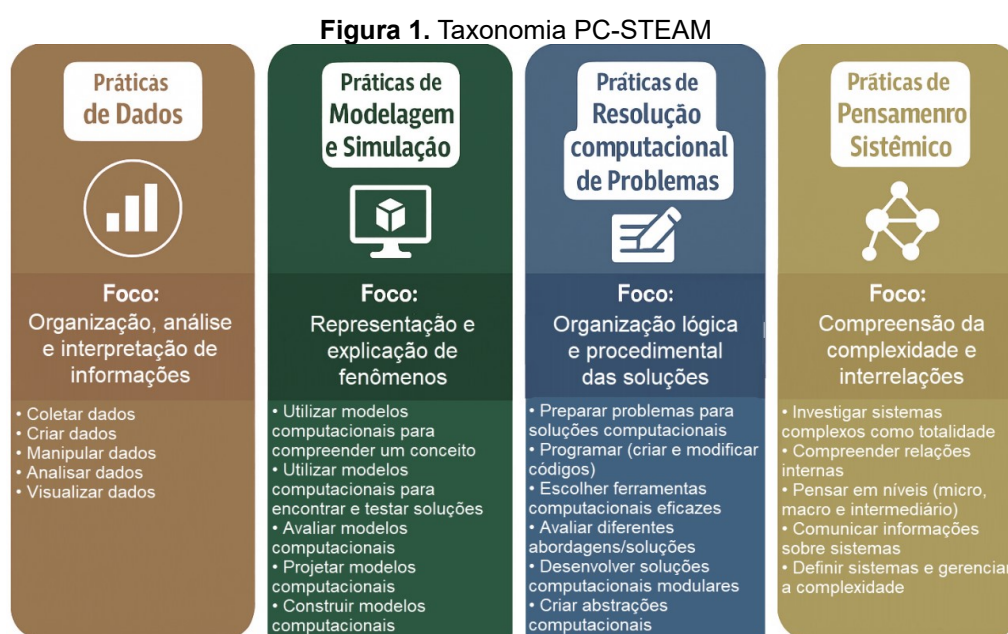
No contexto brasileiro, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reconhece essa necessidade ao incorporar a Computação como área formativa transversal, destacando o PC como um conjunto de habilidades essenciais à formação dos estudantes na Educação Básica (Brasil, 2018). O documento complementar da BNCC referente à Computação compreende o PC como uma forma de organizar o raciocínio para resolver problemas de maneira sistemática, envolvendo

processos como decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e elaboração de procedimentos (Brasil, 2022). Essa concepção amplia o entendimento do PC para além da programação, situando-o como uma competência cognitiva geral, aplicável a diferentes áreas do conhecimento, inclusive às Ciências da Natureza como a Química. Assim, o PC pode ser compreendido como uma expressão contemporânea de práticas de pensamento que já são constitutivas da atividade científica, agora explicitadas e sistematizadas no contexto educacional (Caratti; Vasconcelos, 2023).

Segundo Brackmann (2017), o PC pode ser estruturado nos quatro eixos cognitivos principais: (a) Decomposição: dividir um problema complexo em partes menores e mais manejáveis; (b) Reconhecimento de padrões: identificar regularidades e semelhanças entre situações ou dados; (c) Abstração: selecionar as informações mais relevantes, simplificando o problema sem perder sua essência; e (d) Criação de algoritmos: elaborar sequências lógicas de ações ou instruções para resolver o problema.

No Ensino de Ciências e, particularmente, no ensino de Química, esses processos apresentam potencial formativo, uma vez que a compreensão de fenômenos químicos exige a organização de variáveis, a identificação de regularidades, a construção de modelos explicativos e a validação de hipóteses com base em evidências. Nesse sentido, propostas têm buscado aproximar o PC do Ensino de Ciências e Matemática.

A taxonomia proposta por Weintrop *et al.* (2016) constitui um exemplo relevante, ao organizar o PC em práticas aplicáveis ao contexto *CT-STEM* (PC integrado às áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), como análise e representação de dados, modelagem e simulação computacional, formulação de procedimentos e práticas de abstração (Figura 2).



Fonte: Adaptado de Weintrop *et al.* (2016)

Essa taxonomia evidencia que o PC não se restringe ao domínio técnico da Computação, mas dialoga diretamente com práticas epistêmicas próprias das Ciências da Natureza como a Química, como interpretar dados experimentais, construir modelos e elaborar explicações fundamentadas. A partir desse referencial, torna-se possível estabelecer aproximações conceituais entre os elementos que estruturam a SEI e os pilares do PC (Quadro 1).

Quadro 1. Articulação entre SEI e elementos do PC

SEI	Pilares do PC	Taxonomia CT-STEM	Ensino de Química
Proposição do problema	Decomposição	Formulação do problema e práticas de abstração inicial	Análise do fenômeno químico, identificação das variáveis relevantes e delimitação do problema investigativo.
Exploração de hipóteses e previsões	Reconhecimento de padrões e Abstração	Práticas de abstração e reconhecimento de regularidades	Identificação de relações entre variáveis, comparação de situações experimentais e antecipação de comportamentos do sistema.
Planejamento das ações investigativas	Pensamento algorítmico e Decomposição	Formulação de procedimentos e práticas algorítmicas	Organização lógica das etapas experimentais, definição de sequências de ações e controle de variáveis.
Experimentação do planejado	Pensamento algorítmico	Implementação de procedimentos e análise de processos	Execução sistemática do experimento, monitoramento das ações e ajuste de estratégias com base nos resultados.
Análise dos dados obtidos	Reconhecimento de padrões e Abstração	Análise e representação de dados	Interpretação de dados experimentais, identificação de tendências, construção de gráficos e tabelas.
Escrever, desenhar e comunicar explicações	Abstração	Modelagem e construção de representações	Construção de modelos explicativos, articulação entre níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico da Química.
Revisão de hipóteses e explicações	Pensamento algorítmico e Abstração	Avaliação e refinamento de modelos	Avaliação crítica das explicações, reformulação de hipóteses e validação conceitual à luz das evidências.

Ambas as abordagens partem da resolução de problemas como eixo organizador da aprendizagem e valorizam a explicitação do raciocínio ao longo do processo investigativo. Na SEI, a proposição do problema mobiliza a necessidade de investigar, enquanto, no PC, a decomposição do problema permite identificar partes constitutivas e variáveis relevantes. De modo semelhante, a formulação de hipóteses e previsões na SEI dialoga com os processos de reconhecimento de padrões e abstração do PC, ao exigir que os estudantes identifiquem regularidades e construam representações explicativas.

O planejamento e a experimentação do planejado, etapas centrais da SEI, também apresentam forte convergência com a formulação de procedimentos característica do PC. Ao definir estratégias, sequenciar ações e testar soluções, os estudantes mobilizam formas de raciocínio algorítmico que organizam a investigação e favorecem o controle das variáveis envolvidas. Por fim, a etapa de escrever e desenhar, associando com a realidade, aproxima-se das práticas de modelagem e representação do PC, ao exigir que os alunos sistematizem dados, construam modelos explicativos e revisem suas explicações de maneira iterativa.

Dessa forma, a articulação entre SEI e PC não implica a substituição do Ensino de Ciências por Investigação, mas sua ampliação e modernização frente às demandas da cultura digital. O PC pode atuar como um suporte cognitivo e metodológico para qualificar as SEI, tornando mais

explícitos os processos de pensamento envolvidos na investigação científica e contribuindo para o desenvolvimento da autonomia intelectual, da argumentação e da modelagem no ensino de Química.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho discutiu as contribuições do PC para a qualificação da SEI no Ensino de Química, a partir dos fundamentos do Ensino de Ciências por Investigação. A análise evidenciou que o PC não se configura como um elemento externo às práticas investigativas, mas como um conjunto de processos cognitivos que explicitam e sistematizam práticas constitutivas da atividade científica. Nesse sentido, a articulação entre SEI, os pilares do PC e a taxonomia *CT-STEM* revelou convergências conceituais e metodológicas que fortalecem o potencial formativo das propostas investigativas, especialmente no ensino de Química, ao favorecer a organização do pensamento investigativo e a construção de explicações fundamentadas em evidências.

Do ponto de vista pedagógico, essa aproximação contribui para a modernização das práticas investigativas, alinhando-as às demandas da cultura digital e às orientações curriculares contemporâneas, como as expressas na BNCC e em seu complemento para a Computação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizado as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004, p. 19-33.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular - Complemento da Computação**. Brasília: MEC, 2022.
- BRITO, G. DA S.; COSTA, M. L. F.. Apresentação - Cultura digital e educação: desafios e possibilidades. **Educar em Revista**, v. 36, p. e76482, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.76482>.
- CARATTI, R. L.; VASCONCELOS, F. H. L. O pensamento computacional na visão dos professores da educação básica. **Educação em Foco**, Juiz de Fora, v. 28, n. 1, 2023. DOI: <https://10.34019/2447-5246.2023.v28.42061>
- CARVALHO, A. M. P. **O ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências por investigação: fundamentos, práticas e desafios. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1065–1092, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831065>.
- DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v. 84, n. 3, p. 287–312, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3).
- FIRME, M. V. F.; GALIAZZI, M. C. A Aula Experimental Registrada em Portfólios Coletivos: A Formação Potencializada pela Integração entre Licenciandos e Professores da Escola Básica. **Química nova na escola**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 144-149, 2014.

HODSON, D. **Teaching and learning science**: towards a personalized approach. *Buckingham*: Open University Press, 1998.

KENSKI I. Cultura Digital. In: MILL, D. **Dicionário crítico de Educação e tecnologias e de educação a distância**. Campinas, SP: Papirus, 2018. p. 139-144.

MENEZES, J. M. S.; FARIAS, S. A. Elementos do Ensino por Investigação em atividades elaboradas por licenciandos em Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 46, n. 2, p. 125–134, 2024. DOI: <https://doi.org/10.21577/0104-8899.20160361>.

MOURA, W. F. de; FAVERO, A. A. Desafios na formação de professores no contexto da cultura digital: reflexões a partir do currículo de um curso de licenciatura a distância. In: VELOSO, B.; PARESCHI, C. Z.; OLIVEIRA, A. A. de (Orgs.). **Educação e Contemporaneidade**: desafios e possibilidades na cultura digital. Curitiba: Appris, 2017. p. 327–340. DOI: <https://doi.org/10.31560/pimentacultural/978-85-7221-308-0.13>

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. **Meaning making in secondary science classrooms**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. esp., p. 49–67, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s0>.

SCHNETZLER, R. P. Concepções e alertas sobre a formação continuada de professores de química. **Química nova na escola**. n. 16, p. 15-20, 2002.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v.14, n. 1, p. 50-74, 2009.

WARTHA, E. J.; LEMOS, M. M. **Abordagens investigativas no ensino de Química: limites e possibilidades**. Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemática, v. 12, n. 24, p. 5–13, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v12i24.3172>.

WEINTROP, D.; BEHESHTI, E.; HORN, M.; ORTON, K.; JONA, K.; TROUILLE, L.; WILENSKY, U. Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. **Journal of Science Education and Technology**, v. 25, n. 1, p. 127–147, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33–35, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.13, n.03, p.67-80, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172011130305>.