

## **A pesquisa baseada em design como norteadora da construção de seqüências de ensino investigativas: método científico e ecologia em sala de aula**

**Design-based research as a guide for the construction of inquiry teaching learning sequences: scientific method and ecology in the classroom**

**La investigación basada en el diseño como guía para la construcción de secuencias docentes investigativas: método científico y ecología en el aula**

Recebido: 12/12/2022 | Revisado: 23/01/2022 | Aceitado: 24/12/2022 | Publicado: 27/12/2022

**Larissa Tebaldi-Reis**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1570-2051>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: [larissa.tebaldi@ifrj.edu.br](mailto:larissa.tebaldi@ifrj.edu.br)

**Gabriela Dias Bevilacqua**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8580-4574>

Colégio Pedro II; Espaço Ciência Viva, Brasil

E-mail: [gbevilacqua@cp2.g12.br](mailto:gbevilacqua@cp2.g12.br)

**Robson Coutinho-Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7318-0204>

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Colégio Pedro II; Espaço Ciência Viva, Brasil

E-mail: [rcsilva@biof.ufrj.br](mailto:rcsilva@biof.ufrj.br)

### **Resumo**

Este estudo consiste em uma pesquisa baseada em design (DBR – *design-based research*) que teve como objetivo analisar a articulação de temáticas de relevância para a compreensão da epistemologia das ciências na perspectiva do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI). A pesquisa foi realizada em uma escola federal do Rio de Janeiro e envolveu 64 estudantes do ensino médio em três ciclos de aplicação de uma seqüência de ensino investigativa (SEI) que relaciona método científico com ecologia numa situação-problema sobre agricultura. A SEI foi construída, aplicada, avaliada, redesenhada e reaplicada no modelo de ensino remoto. Como resultados verificamos que a SEI apresentou potencial para promover competências e habilidades descritas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), contemplando a promoção da alfabetização científica (AC) dos participantes. A avaliação da SEI feita pelos estudantes revelou a importância da estruturação para o EnCI, especialmente no ensino remoto, assim como revelou dificuldades dos estudantes referentes ao isolamento social. Os resultados positivos da pesquisa sugerem a aplicação desta SEI também no ensino presencial, para avaliação de seu potencial no processo de ensino aprendizagem sem as variáveis do ensino remoto.

**Palavras-chave:** Ensino remoto; Ensino médio; Alfabetização científica; Seqüência didática; Ensino de ciências por investigação.

### **Abstract**

This study constituted a design-based research that aimed to analyze the articulation of themes of relevance for the understanding of the epistemology of sciences in the perspective of Inquiry. The research was carried out in a federal school and involved 64 high school students in three cycles of application of an teaching learning sequence (TLS) that relates scientific method with ecology in a problem situation about agriculture. The TLS was designed, applied, evaluated, redesigned and reapplied in the remote teaching model. As a result, we found that the TLS had the potential to promote skills and abilities described in the National Common Curricular Base, contemplating the promotion of the scientific literacy of the participants. The evaluation of the TSL carried out by the students revealed the importance of scaffolds in remote teaching, as well as revealing difficulties related to social isolation. The positive results of the research suggest the application of this TLS in presential teaching, to assess its potential in the teaching-learning process without the variables of remote teaching.

**Keywords:** Remote teaching; High school; Scientific literacy; Didactic sequences; Inquiry.

### **Resumen**

Este estudio consiste en una investigación basada en el diseño que tuvo como objetivo analizar la articulación de temas de relevancia para la comprensión de la epistemología de las ciencias en la perspectiva de la Indagación. La investigación se llevó a cabo en una escuela federal e involucró a 64 estudiantes de secundaria en tres ciclos de

aplicación de una secuencia didáctica investigativa (SDI) que relaciona el método científico con la ecología en una situación problema sobre la agricultura. Se diseñó, aplicó, evaluó, rediseñó y volvió a aplicar el SDI en el modelo de enseñanza a distancia. Como resultado, encontramos que el SDI tenía el potencial para promover habilidades y destrezas descritas en la Base Curricular Común Nacional, contemplando la promoción de la alfabetización científica de los participantes. La evaluación del SDI realizada por los estudiantes reveló la importancia de los andamios en la enseñanza a distancia, además de revelar dificultades relacionadas con el aislamiento social. Los resultados positivos de la investigación sugieren la aplicación de este SDI en la enseñanza presencial, para evaluar su potencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje sin las variables de la enseñanza a distancia.

**Palabras clave:** Enseñanza a distancia; Escuela secundaria; Alfabetización científica; Secuencias didácticas; Enseñanza basada en la indagación.

## 1. Introdução

Concordamos com Chassot (2003) que uma das funções primordiais do ensino de ciências seja promover a alfabetização científica (AC) da população, ou seja, que possa

contribuir para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilidades da ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto as limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento (Chassot, 2003, p. 99).

Segundo Sasseron e Carvalho (2011) a AC está alicerçada em três eixos estruturantes:

(i) a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; (ii) compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e (iii) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente (Sasseron & Carvalho, 2011, p. 75).

As salas de aula de ciências tradicionais enfatizam o primeiro eixo, a partir de aulas teóricas sobre conceitos científicos. Quando ocorrem aulas práticas, muitas vezes, são apenas uma sequência pré-determinada de procedimentos que restringe a compreensão de como a ciência é construída e praticada (Scarpa & Campos, 2018).

A abordagem do ensino de ciências por investigação (EnCI), conhecida como *Inquiry*, visa promover os outros eixos estruturantes da AC e foi acrescentada na educação científica regular dos Estados Unidos pela primeira vez por John Dewey, em 1938, com o livro "*Logic: The Theory of inquiry*" (Zômpero & Laburú, 2011). Esse movimento perdeu força da década de 1950 e retornou em 2013 com a elaboração do documento GNSS<sup>1</sup> (sigla em inglês para Padrões Científicos da Próxima Geração), produzido a partir da parceria entre diversas entidades americanas, sendo o elemento central de sua abordagem educacional o *Inquiry* (Soares & Trivelato, 2019).

Apesar de todo o potencial do EnCI para a alfabetização científica e de atividades investigativas já aparecerem nos Parâmetros Curriculares Nacionais desde 1997 (Zômpero & Laburú, 2011, p. 71), no Brasil, essa abordagem permaneceu pouco explorada e disseminada, com tendências de aumento bem recentes, conforme podemos ver em trabalhos de revisão de literatura, como Tebaldi-Reis, et al., (2021b), Silva (2020) e Montanini, et al., (2018), que verificaram escassez de trabalhos em âmbito nacional, até a década de 2010. Atualmente, temos a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que corrobora com a importância do ensino investigativo como promotora de competências importantes para a formação do cidadão brasileiro (Brasil, 2018). A BNCC define como uma das competências gerais da educação básica:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver

---

<sup>1</sup> Next Generation Science Standards

problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (Brasil, 2018, p. 9)

O Ensino de Ciências por Investigação está ancorado no construtivismo de Piaget e Vigotski (Carvalho, 2013) considerando: os conhecimentos prévios dos estudantes, a importância das interações indivíduo-objeto de conhecimento e a necessidade de interações sociais na construção do conhecimento (Carvalho, 2018; Scarpa & Campos, 2018). Todo o planejamento do EnCI se baseia no desenvolvimento de atividades para investigação em sala de aula, colocando alunos e professores em contato com práticas utilizadas na área científica, tais como o pensamento lógico, a argumentação, a construção de hipóteses e testagem. Espera-se, com isso, “que o contato com práticas científicas em sala de aula permita aos estudantes o desenvolvimento de análises críticas de informações e contextos para posicionamento e atuação na sociedade” (Sasseron & Souza, 2019, p. 140). Para Carvalho, o EnCI é:

o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos: pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas (Carvalho, 2018, p. 766).

Zômpero e Laburú (2011), em sua revisão, levantaram algumas características que devem estar presentes no ensino de biologia por investigação: a. o engajamento dos alunos para realizar as atividades; b. emissão de hipóteses, para identificação dos seus conhecimentos prévios; c. a busca por informações, tanto por meio dos experimentos, como na bibliografia que possa ser consultada pelos alunos; d. a comunicação dos estudos feitos pelos alunos para os demais colegas de sala, refletindo assim, no conhecimento da epistemologia da ciência (p. 79).

O EnCI, sendo construtivista, é uma abordagem centrada no aluno. Nessa abordagem, diversas metodologias ativas são largamente empregadas, tais como aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em projetos, sequências didáticas investigativas, entre outras (Soares & Trivelato, 2019). Para Sasseron (2015), qualquer metodologia ativa pode ser empregada no EnCI, de acordo com a necessidade, ressaltando que o processo investigativo seja mantido ao longo do processo educativo. Um exemplo de estratégia que tem sido amplamente utilizada na abordagem do EnCI são as chamadas sequências de ensino investigativas (Carvalho, 2013; Sasseron, 2015; Solino & Sasseron, 2018) e se caracterizam por ser um encadeamento de atividades que investigam um determinado tema, relacionando conceitos, práticas e contextos, inclusive relações com outras esferas sociais, que possam ser simultaneamente trabalhadas (Sasseron, 2015).

O objeto de estudo desse trabalho foi a construção, análise e otimização de uma SEI que articula os princípios da epistemologia da ciência em aulas de biologia, através da aplicação de princípios do método científico ao tema ecologia, em turmas de ensino médio. Utilizamos a abordagem metodológica de pesquisa baseada em design (DBR-Collective, 2003; Lijnse, 2010; McKenney & Reeves, 2020) para desenvolver recursos e conhecimentos que possibilitem avançar na articulação de temáticas de relevância para a compreensão da epistemologia das ciências.

## **2. A Pesquisa Baseada em Design como Percurso Metodológico – DBR**

Muitas vezes a pesquisa em educação pode se mostrar desassociada da sala de aula devido ao distanciamento entre pesquisador e cotidiano escolar na formulação de teorias gerais que não dão conta dos problemas específicos de cada ambiente escolar. Para Lijnse e Klaassen (Lijnse & Klaassen, 2004) a lacuna entre as teorias educacionais e a prática educacional, é a dimensão didática do conhecimento, que está relacionada ao conteúdo didático específico. Essa dimensão pode ser bem explorada através da pesquisa baseada em design (DBR do termo em inglês *design-based research*).

DBR-Collective (2003) define a DBR como uma pesquisa que combina empiricamente a pesquisa educacional teórica com ambientes de aprendizagem, sendo uma metodologia importante para a compreensão de como, quando e por que inovações educacionais funcionam (ou não) na prática. A metodologia DBR consiste numa espécie de gerenciamento de controle do processo de produção e implementação de uma inovação educacional em contextos escolares reais (Kneubil & Pietrocola, 2017, p. 2).

Assim, a DBR é uma metodologia de aplicação de inovações em sala de aula em parceria entre pesquisadores e professores, que gera frutos práticos de melhorias didáticas no contexto de sua aplicação e que pode contribuir para a teoria educacional (Mesquita et al., 2021; Tamiasso & Pigatto, 2020). A metodologia da DBR possui cinco características básicas, segundo Matta, Silva e Boaventura (2014):

1. Teoricamente orientada: para toda DBR existe uma teoria educacional que a embasa e que vai servir de respaldo para as avaliações das aplicações da inovação que será implementada em sala de aula.

2. Intervencionista: um princípio básico da metodologia é que ela seja realizada em sala de aula, pois o princípio-chave é que ela não seja apenas teórica, mas que combine teoria e prática pedagógica.

3. Colaborativa: é de extrema relevância que a construção da inovação seja feita em colaboração entre pesquisadores e professores, de forma que os aportes teóricos e didáticos sejam discutidos e levados em consideração. O trabalho em equipe deve permear todos os passos da DBR.

4. Fundamentalmente responsiva: a teoria e prática andam juntas para potenciais ajustes na intervenção, que devem ser continuamente validados pela comunidade escolar.

5. Tem natureza iterativa: ou seja, as intervenções desenvolvidas em conjunto devem ser reaplicadas, avaliadas e aprimoradas, seja no contexto em que foi criada, seja em outros contextos. As repetições, ou iterações, são uma característica marcante na DBR.

Assim, o desafio para a DBR “é desenvolver de forma flexível trajetórias de pesquisa que atendam aos nossos objetivos duplos de refinar localmente inovações valiosas e desenvolver mais conhecimento globalmente utilizável para o campo”<sup>2</sup> (DBR-Collective, 2003, p. 7).

Segundo Kneubil e Pietrocola (2017), uma sequência de ensino-aprendizagem (TSL – do termo em inglês *Teaching-Learning Sequences*), construída respeitando os princípios da DBR, deve conter cinco etapas:

(i) a seleção do tema e proposição dos princípios de *design*: A seleção do tema pode ser motivada por diferentes perspectivas, tais como a melhoria da qualidade do que se ensina e a aprendizagem dos alunos. Os princípios de *design* são os norteadores da elaboração da intervenção que será produzida na etapa do *design*. São estes pressupostos teóricos, os princípios de *design*, que servem de base no planejamento de uma intervenção;

(ii) o *design* propriamente dito: é o desenvolvimento da SEI. Nesse processo, uma equipe é formada para realizar o *design*, que pode durar alguns meses. A equipe é composta por especialistas e profissionais da educação;

(iii) a implementação: A SEI produzida deve ser aplicada num contexto real e feita por um ou mais professores, participantes ou não da etapa de *design*;

(iv) a avaliação: Essa etapa está relacionada à coleta de dados que serão analisados visando o *re-design*. Durante o processo de *design* é necessária a elaboração de instrumentos de avaliação para serem aplicados durante a implementação da SEI; e

---

<sup>2</sup> Tradução de: "The challenge for design-based research is in flexibly developing research trajectories that meet our dual goals of refining locally valuable innovations and developing more globally usable knowledge for the field."

(v) o *re-design*: Essa última etapa consiste em fazer um *re-design*, ou seja, re-projetar, re-planejar a SEI com base na avaliação feita. Essa etapa é posterior à avaliação e só pode ser executada após a análise do material coletado durante a implementação.

No presente estudo, ao mesmo tempo em que a DBR é o aporte metodológico utilizado no desenvolvimento do artefato pedagógico é, também, o eixo norteador da análise do processo. Por isso, vamos explicitar as cinco etapas de construção da SEI na metodologia e retomaremos nos resultados e discussão.

## 2.1 Contexto e sujeitos da pesquisa

O presente trabalho faz parte de um conjunto mais amplo de estudos de doutoramento da autora principal, que investiga a abordagem do EnCI aplicada no ensino médio em uma instituição de ensino federal, de forma remota, devido a pandemia de COVID-19. Este estudo foi desenvolvido em turmas de 1º ano de dois cursos técnicos, durante dois semestres letivos (2020.1 e 2020.2), entre dezembro de 2020 e maio de 2021 no modelo de ensino remoto emergencial. A idade desses alunos varia de 15 a 17 anos e o ingresso na instituição se deu através de sorteio, não havendo grandes diferenças de perfil social dos estudantes entre as diferentes turmas.

## 2.2 Aspectos éticos da pesquisa

Essa pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos no Instituto Oswaldo Cruz (CEP Fiocruz/IOC) sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética – CAAE nº 31324020.0.0000.5248.

## 2.3 Produção e análise dos dados

Para melhor compreensão da metodologia, a sequência de ensino investigativa resultante dessa pesquisa se encontra no repositório do Ministério da Educação, e pode ser acessada através do link: <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/recurso/360054>.

### i) Seleção do tema/proposição dos princípios de design:

Conforme Sasseron (2015), uma SEI é o “encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhadas” (p.59). A SEI construída neste trabalho tem como tema principal a melhoria na produção de uma lavoura hipotética, envolvendo no problema, questões referentes à ecologia das plantas e ao método científico para construção de experimentos, coleta de dados, análises e discussões de resultados.

Os princípios teóricos que orientam a SEI baseiam-se no ciclo investigativo de Pedaste et al (2015), com suas fases de investigação: ‘orientação’, ‘conceitualização’, ‘investigação’, ‘conclusão’ e ‘discussão’, podendo haver repetição desse ciclo básico ao longo da aplicação das atividades.

A fase de ‘orientação’ está relacionada à apresentação do problema a ser trabalhado e é também a fase de fomentar o engajamento dos estudantes nas tarefas investigativas que se seguirão. Para isso, trouxemos uma reportagem de jornal sobre a distribuição de produtos agroecológicos em Duque de Caxias por produtores rurais da região, buscando minimizar os impactos da pandemia na população mais vulnerável economicamente. A escolha da reportagem está intimamente ligada ao fato da localização da instituição de ensino onde ocorre a pesquisa.

A ‘conceitualização’ se divide em duas subfases, ‘questionamento’ e ‘geração de hipóteses’. Em geral, hipotetizar é a formulação de uma afirmação ou conjunto de afirmações, enquanto o questionamento é uma formulação de questões

investigáveis (Pedaste et al., 2015). Ainda na primeira atividade, a fase de ‘conceitualização’ foi expressa, através de um questionamento, realizado pela pesquisadora, pelo qual os estudantes vão investigar:

Como vocês puderam ver, o assentamento Terra Prometida, em Duque de Caxias, está comprometido com o projeto Cedac no abastecimento das famílias vulneráveis. Para isso, os agricultores familiares querem aumentar a produção de hortaliças, mas o espaço é limitado. Será que é possível aumentar indefinidamente a quantidade de mudas para a produção ser muito maior? Os agricultores sabem que não! Mas, Seu João quer muito saber: qual deve ser o limite máximo de plantas no terreno, mantendo o maior tamanho de cada pé de hortaliça?

Essa fase permite que os estudantes construam hipóteses para responder à pergunta de investigação. A formulação de hipóteses é uma etapa importante do processo, pois a partir das hipóteses, o professor tem acesso aos conhecimentos prévios dos alunos (Carvalho, 2013; Driver et al., 1999; Soares & Trivelato, 2019; Zômpero & Laburú, 2011).

A ‘investigação’ é a fase em que a curiosidade é transformada em ação para responder às perguntas ou hipóteses de pesquisa. As subfases da investigação são: exploração, experimentação e interpretação de dados. Em geral, a exploração é uma forma sistemática de realizar uma investigação com a intenção de encontrar uma relação entre as variáveis envolvidas (Pedaste et al., 2015). Nessa sequência, utilizaremos a investigação de textos, vídeos e resultados de um experimento de densidade de plantio, realizada para essa SEI. Os estudantes não teriam oportunidade de construir e avaliar pessoalmente o experimento devido à aplicação no ensino remoto. Porém Carvalho (2018) traz contribuições no ensino de biologia por investigação evidenciando que a leitura de textos também pode ter caráter investigativo. A sequência apresenta diversas atividades de maneira que os estudantes consigam planejar um experimento, sejam capazes de controlar as variáveis do experimento e sejam capazes de utilizar o que aprenderam em outro contexto semelhante.

‘Conclusão’ é a fase em que as conclusões básicas de um estudo são apresentadas. Nesta fase, os alunos abordam as suas questões ou hipóteses de pesquisa originais e consideram se estas são respondidas ou apoiadas pelos resultados do estudo.

A ‘discussão’ contém as subfases de comunicação e reflexão. A comunicação está atrelada à apresentação dos resultados da investigação realizada pelos alunos aos seus colegas ou à comunidade externa e ao uso da argumentação para defesa de pontos de vista (Tebaldi-Reis et al., 2022). A reflexão é vista principalmente como um processo interno de autoavaliação da aprendizagem.

## (ii) o *design*

Toda a SEI foi construída a partir de discussões entre três pesquisadores, autores do artigo, sendo um deles a professora das referidas turmas.

A SEI foi produzida para o ensino remoto, utilizando o *Google* sala de aula como plataforma de concentração das informações, o *Whatsapp* para dúvidas e comunicação mais ágil, o *Microsoft Sway* para produção do material específico para a SEI e o *Google* Formulário para realização de atividades. A cada semana havia um encontro síncrono com a turma pelo *Google meet*, para discussão das atividades. Essa sequência constava de oito atividades sequenciais descritas a seguir:

**1. Problema de investigação:** A atividade 1 trouxe a situação-problema, situando os estudantes no contexto de trabalho. Nela, os estudantes precisaram compreender alguns conceitos básicos que foram utilizados ao longo da resolução do problema. Além disso, fez-se o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes em relação ao controle de variáveis num experimento.

**2. Visitando a área de cultivo:** Na atividade 2, os estudantes coletaram dados da área de cultivo. A coleta de dados contribuiu para o reconhecimento de multifatores nas relações de causa e efeito do problema.

**3. Preparo do experimento:** Nessa atividade, os estudantes viram como montar um experimento de densidade de plantio em sementeira. A partir do experimento, eles foram levados a refletir sobre o controle de variáveis.

**4. Resultados iniciais – Análise visual:** Nessa atividade, foi explorada a confiabilidade dos sentidos para análise de resultados experimentais. Ela buscou evidenciar as limitações da nossa percepção visual e a necessidade de análises mais precisas na busca de resultados mais confiáveis.

**5. Determinação de massa seca de plantas:** Na atividade 5, além dos estudantes acompanharem como é feita a análise de determinação de massa seca de plantas, também completaram uma tabela com dados relevantes para a resolução da situação-problema, resolvendo problemas com auxílio de matemática básica.

**6. Apresentação de resultados e discussão:** Nessa atividade, os estudantes discutiram os resultados encontrados nas análises de massa seca. Para isso foram construídos gráficos referentes aos resultados da atividade 5. Os estudantes levantaram hipóteses que explicaram a relação entre massa seca das plantas com a densidade de plantio.

**7. Aprofundando as discussões dos resultados:** A atividade 7 trouxe argumentos que contribuíram para a reflexão dos estudantes sobre os resultados encontrados nos testes de densidade de plantio. Nela foram fornecidas explicações sobre competição entre plantas por recursos do solo e por luz. Os estudantes discutiram, em seu grupo, as informações fornecidas. Em seguida, elaboraram um email para Seu João comunicando os resultados com argumentos que defendiam a melhor densidade de plantio para as sementeiras.

**8. Fazendo o experimento na propriedade:** Essa atividade retomou os conceitos trabalhados ao longo da SEI por meio da solicitação, do agricultor do problema, para os alunos construírem um experimento em sua propriedade. Assim, os estudantes puderam aplicar o que foi trabalhado ao longo da sequência numa nova situação.

### iii) a implementação

A SEI passou por três ciclos de aplicação, seguindo os princípios da pesquisa baseada em *design*: 5 estudantes no 1º ciclo (teste-piloto); 30 alunos de duas turmas no 2º ciclo; e 29 alunos de uma mesma turma no 3º ciclo.

### iv) avaliação

A avaliação de cada ciclo se deu a partir das análises de respostas dos alunos a cada atividade, *feedbacks* dados por alguns estudantes em caso de dificuldades e pelas respostas fornecidas ao questionário de avaliação da SEI, que continha questões de escala Likert e questões discursivas que auxiliaram no aprimoramento das atividades.

### v) Re-design

A cada finalização de ciclo, a SEI foi reajustada para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem no ensino remoto. Foram realizados três *re-designs* até o momento, sendo a última versão adaptada para o ensino presencial e disponível para professores que tenham interesse em aplicá-la.

## 3. Resultados e Discussão

A aplicação do teste-piloto teve como principal objetivo identificar possíveis problemas de comunicação na escrita das atividades, se os textos eram claros e suficientes para a compreensão e se os vídeos e imagens escolhidos eram adequados. A partir do retorno dos cinco estudantes que fizeram a SEI a título de teste, à exceção da atividade 3, todas tiveram algum tipo de reformulação. Dentre elas estão: acréscimo ou troca de perguntas, troca de vídeo instrucional, reorganização de perguntas, detalhamento de imagem, mudança de estilo de gráfico, mudança na organização da atividade, além da retirada de uma atividade, pois a SEI estava muito longa. Essas adaptações são esperadas e o teste-piloto minimiza muitos problemas que poderiam ocorrer na implementação do *design*.

Esse novo material reformulado foi aplicado, no período letivo de 2020.1, otimizado e reaplicado em 2020.2. Devido ao grande volume de dados, a análise dos resultados se deu a partir das respostas dos estudantes a algumas atividades, que consideramos mais representativas do processo de ensino-aprendizagem e à avaliação anônima da estratégia após o 2º ciclo, que foi respondido por 22 estudantes, dos 30 que participaram da estratégia, o que corresponde à 73% dos participantes do 2º ciclo.

Uma característica da SEI aplicada no ensino remoto é que foram necessárias muitas perguntas para que os estudantes pudessem acompanhar a construção do conhecimento proposto. Esse quantitativo de perguntas não é o habitual para atividades em sala de aula presencial, com as discussões em grupo e auxílio do professor. Porém, o material para o ensino remoto precisa ser muito claro e objetivo, necessitando de mais passos para que o pensamento lógico possa ser construído, uma vez que as atividades eram realizadas de forma individual durante a maioria do percurso didático. Essa foi uma restrição relevante imposta pelo ensino remoto a estudantes que não dispunham de todos os meios necessários para realização de atividades em grupo e discussões nos encontros síncronos. A saber, a frequência nos encontros síncronos do período de 2020.1 era baixa e sua prática era desaconselhada para evitar a exclusão digital dos estudantes que não podiam participar. No semestre seguinte – 2020.2 – a frequência era melhor, mas ainda assim insatisfatória, com cerca de 60% dos estudantes participando dos encontros.

### 3.1 Aprimoramentos na SEI

A atividade 2 trouxe uma situação-hipotética com diversas variáveis atuando no crescimento das plantas. O objetivo era que os estudantes construíssem o pensamento para a testagem de uma variável controlando as demais. No entanto, essa construção de forma individual foi muito difícil de ser realizada pelos estudantes do 2º ciclo. Apenas 10 de 30 estudantes responderam adequadamente a última questão da atividade: “8. O crescimento das plantas é influenciado por diversos fatores ambientais. Escolha UM ÚNICO fator (exemplo: luz, água, tipo de solo, espaçamento, etc) e descreva como você faria para medir somente a influência desse fator no crescimento das plantas”. Assim, na versão 2020.2, realizamos novamente a aplicação da atividade 2 e acrescentamos a atividade 2b, que foi aplicada de forma síncrona com discussão entre os alunos:

Situação-problema: Imagine que uma mulher vá à dermatologista, muito insatisfeita com seus cabelos quebradiços. A doutora receita a ela um medicamento para ingerir, três cremes diferentes para lavagem dos cabelos (nutrição, hidratação e regeneração) e um tratamento específico no salão de beleza. Após 30 dias, a mulher apresenta significativa melhora no aspecto dos cabelos.

1. Agora responda: É possível afirmar, COM CERTEZA, qual foi a influência de cada um desses itens de tratamento no resultado final do aspecto do cabelo? Explique seu pensamento.
2. Agora escolha UM ÚNICO item, prescrito pela dermatologista, e descreva como você faria para medir somente a influência desse fator na melhoria do aspecto do cabelo.

Os resultados comparativos desses dois momentos, em 2020.2, podem ser observados na

Tabela 1, onde podemos observar que a atividade 2b, feita de forma síncrona, teve 90% de respostas satisfatórias, enquanto que a atividade anterior (2), feita de forma assíncrona teve um aproveitamento de cerca de 40%.

**Tabela 1** - Taxa de acertos às questões referentes ao controle de variáveis na atividade 2, feita de forma assíncrona e individual, e a atividade 2b, realizada de forma síncrona com discussão entre colegas e o professor.

	Atividade 2	Atividade 2b
	Questão 8	Questões 1 e 2
<b>Total de participantes</b>	33	20
<b>Respostas corretas</b>	13	18
<b>Taxa de acertos (%)</b>	39	90

Fonte: autoria própria.

O número de participantes da atividade 2b foi menor que da atividade 2, variável que prejudica a comparação direta da taxa de acertos entre estas atividades. Por isso, desenvolvemos a análise que permite verificar a mudança no padrão de respostas dos mesmos estudantes entre as duas atividades (Tabela 2). Dos 20 estudantes participantes da atividade 2b, nove haviam respondido de forma não satisfatória à questão 8 da atividade 2. Destes nove, sete conseguiram chegar a respostas satisfatórias ao responderem a atividade 2b, o que evidencia que a atividade 2b foi importante para a maior compreensão da atividade pelos estudantes. Apenas dois alunos que erraram a primeira atividade (2), continuaram errando após a segunda (2b).

**Tabela 2** - Relação do número de estudantes que responderam às questões das atividades 2 e 2b, separados em grupos, de acordo com o nível de resposta dado em cada atividade.

			Respostas da atividade 2b		
			Corretas	Incorretas	Em branco
<b>Total</b>			<b>18</b>	<b>2</b>	<b>13</b>
Resposta da atividade 2	Correta	<b>13</b>	10	0	3
	Incorreta	<b>18</b>	7	2	9
	Em branco	<b>2</b>	1	0	1

Fonte: autoria própria.

Esses resultados podem estar intimamente ligados à discussão em grupo, ao apoio do professor de forma mais próxima, que é um dos pilares do ensino construtivista de Vigotski – a zona de desenvolvimento iminente – quando um aprendiz com ajuda de seus pares consegue desenvolver habilidades que sozinho não conseguiria. “Vigotski não diz que a instrução é garantia de desenvolvimento, mas que ela, ao ser realizada em uma ação colaborativa, seja do adulto ou entre pares, cria possibilidades para o desenvolvimento” (Cericato, 2015, p. 281). Esses resultados corroboram com o princípio das relações interpessoais no processo de aprendizagem promovido pelo EnCI, destacando a importância da fase de discussão do ciclo investigativo de Pedaste et al (2015).

Em relação à atividade 5, referente à coleta de dados para preenchimento da tabela para o cálculo de massa seca das plantinhas, houveram dificuldades relacionadas ao preenchimento de planilha do Excel de forma online. Assim os estudantes puderam fazer a planilha no caderno e fotografar para envio pelo *Google Sala de Aula*. Porém esse não foi o único problema encontrado por eles. Nessa atividade, sete estudantes do 3º ciclo não fizeram o preenchimento, mesmo após a adaptação para o caderno. Dos demais alunos (24), somente cinco completaram a tabela de forma correta. Diante desse resultado, foi enviado aos estudantes um vídeo mostrando o preenchimento da tabela com o porquê de cada passo e uma autoavaliação dos estudantes de forma a verificar quais foram suas principais dificuldades. Assim, uma das perguntas feitas na autoavaliação foi sobre o vídeo do passo a passo do preenchimento da tabela: “O vídeo postado nessa atividade te ajudou a ver onde você estava errando?”. Todos os respondentes afirmaram que sim. Sobre as dificuldades encontradas para o preenchimento da tabela, dos

13 respondentes, nove não sabiam que era preciso dividir a massa seca encontrada pelo número de plantas para terem a massa seca por cada planta. Esse raciocínio proporcional era o único raciocínio um pouco mais elaborado para a resolução do problema, o que evidencia as dificuldades dos estudantes em matemática, mas que foi sanado pelo vídeo compartilhado e pelo encontro síncrono entre professora e estudantes para discussão das dificuldades.

A última atividade da SEI, solicitava que os estudantes agissem como consultores do agricultor e enviassem para ele um email com os resultados dos testes em sementeira, realizado ao longo das atividades e que desse direcionamento ao agricultor de como construir um experimento de densidade de plantio em sua propriedade até a fase adulta da planta, evidenciando o controle de variáveis e explicando o motivo de densidades muito altas ou muito baixas não serem adequadas para a produtividade do cultivo. Os emails construídos em dupla, no 3º ciclo (2020.2), trouxeram justificativas adequadas sobre competição de plantas em densidades muito altas e não aproveitamento do solo e do espaço em densidades muito baixas.

Em relação à questão sobre controle de variáveis: “5. Como Seu João deve cuidar do experimento ao longo dos dias, para garantir que o espaçamento seja testado sem interferência de outros fatores? (Faça um passo-a-passo, para Seu João seguir)”, dos 27 respondentes, 16 estudantes responderam com riqueza de detalhes os procedimentos de controle de variáveis. Os demais responderam os cuidados com a sobrevivência das plantas, como a rega e o cuidado com insetos, mas não evidenciaram o controle de variáveis. No entanto, ao serem perguntados sobre o experimento controle “7. Você acha importante que Seu João faça simultaneamente uma plantação com o espaçamento que já utiliza? Explique”, 25 estudantes responderam que sim e justificaram como sendo uma comparação com os espaçamentos que serão testados. Assim, de forma geral, apesar das dificuldades encontradas de realização das atividades, dificuldades de alguns alunos em se expressar de forma escrita, a SEI se mostrou promissora para o ensino do método científico no modelo de ensino remoto e revelou potencialidades relacionadas aos objetivos buscados para o ensino médio pela BNCC, pois os objetivos de cada atividade da SEI, são passos para aumento da complexidade do pensamento e buscam a aquisição de habilidades em competências específicas requeridas pelos estudantes do ensino médio.

Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (Brasil, 2018, p. 8).

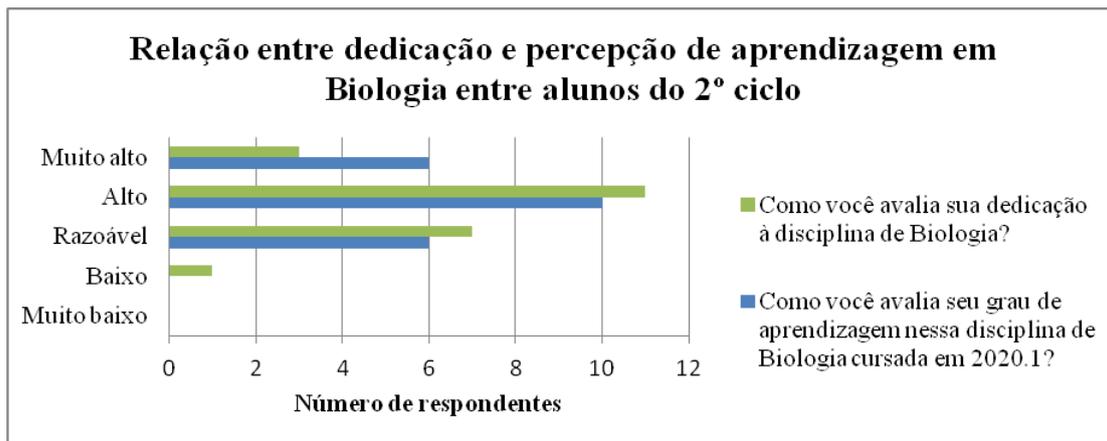
Em relação às competências específicas de ciências da natureza para o ensino médio determinadas pela BNCC, a SEI tem potencial de promover a competência específica 2 de “analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos” (p. 556), através das habilidades: “EM13CNT202 - Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas” (p. 557) e “EM13CNT203 - Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos” (p. 557). Isso se deve a SEI ser construída a partir de uma situação-problema contextualizada numa lavoura e tratar da ecologia das plantas como competição por nutrientes e por luz. Apesar da SEI contemplar a competência 2, sua elaboração foi projetada para promover a competência específica 3: “Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo” (p. 558), através da habilidade:

EM13CNT301 - Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (Brasil, 2018, p. 559).

### 3.2 Avaliação da SEI pelos estudantes

Relacionando-se a dedicação à disciplina de biologia ao grau de aprendizagem percebido pelos estudantes é possível observar uma congruência em relação às respostas (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), o que poderia não o correr conforme pode ser visto no trabalho de Tebaldi-Reis, Bevilacqua e Coutinho-Silva (2021a) em que a dedicação foi maior do que a percepção de aprendizagem dos estudantes, na primeira aplicação.

**Figura 1** - Relação entre dedicação e percepção de aprendizagem em Biologia entre alunos do 2º ciclo, conforme respostas dadas em escala Likert.



Fonte: autoria própria.

Esse resultado pode estar intimamente relacionado à forte estruturação (*scaffolds*) das atividades investigativas presentes na SEI, devido ao número grande de perguntas como passos do pensamento lógico, de forma que os estudantes não se sintam despreparados para construir as respostas. Podemos verificar nos trabalhos de Sweller, et al., (2006), Hmelo-Silver, et al., (2007) e Schmidt et al (2007) que, quando os estudantes são deixados sem a orientação necessária para a pesquisa, especialmente se são iniciantes na prática investigativa, eles se sentem sobrecarregados mentalmente, despendendo grande esforço de processamento para as muitas informações novas fornecidas de forma simultânea. Sweller, et al., (2006) defendem esse argumento a partir da estrutura cognitiva humana e da teoria da carga cognitiva (*Cognitive Load Theory* - CLT). Segundo essa teoria, há a memória de longo prazo (as informações contidas nela são consideradas aprendizagem para os autores) e a memória de trabalho (que processa as informações). A memória de trabalho processa informações para que elas sejam acrescentadas à memória de longo prazo. A memória de trabalho é limitada, e lidar com muitas informações novas causa uma sobrecarga que dificulta o armazenamento de informação na memória de longo prazo. Porém, essa limitação praticamente desaparece quando os estudantes lidam com informações que já estão na memória de longo prazo. Assim, atividades não guiadas, requerem que os aprendizes lidem com muitas informações novas simultaneamente, sobrecarregando a memória de trabalho, tornando o ensino ineficaz. Com a instrução, a memória de trabalho fica mais livre para armazenar as informações na memória de longo prazo. Por isso, houve grande esforço dos pesquisadores para produzirem atividades bem estruturadas nessa SEI, conforme orienta também Carvalho (2018) ao falar sobre os graus de liberdade dados aos alunos em sala de aula e da importância de dar autonomia aos estudantes na medida de suas habilidades em trabalhar com investigação em ciências.

Na pergunta discursiva, em relação aos pontos positivos da disciplina<sup>3</sup>, dos 22 respondentes, 15 estudantes expressaram explicitamente um ou mais pontos positivos relacionados ao material fornecido, tais como: material objetivo, bem

<sup>3</sup> Pergunta do questionário avaliativo do 2º ciclo: Na sua opinião, o que deu certo? O que você apontaria como pontos positivos da disciplina de Biologia na modalidade de APNP – atividades pedagógicas não presenciais?

explicado, ou bem construído, suporte adequado para fazer as atividades ou boa metodologia. Assim, é referendada a importância da estruturação (*scaffolds*) das atividades investigativas, especialmente, quando feitas em casa, e por estudantes iniciantes em práticas investigativas. Sete estudantes também consideraram os encontros síncronos adequados e suficientes para a disciplina, e dois destacaram a dedicação e disponibilidade da professora como pontos positivos.

Em relação aos pontos negativos<sup>4</sup>, metade dos estudantes (11 respondentes) declarou não haver pontos negativos. Mas tivemos respostas relacionadas à modalidade do ensino remoto (cinco respondentes), tais como: dificuldade de concentração, dificuldade de estar presente no encontro síncrono, dificuldade de conexão e equipamento inadequado para estudos. O que corrobora com o levantamento de Branje e Morris (2021), que traz diversos estudos sobre impactos da pandemia no ajuste acadêmico, emocional e social de adolescentes de diversas partes do mundo. Nesse estudo, Branje e Morris (2021) mostram que há uma parcela dos adolescentes, mais vulneráveis, que sofrem mais com o isolamento social, dentre eles, os mais pobres.

#### 4. Considerações Finais

A SEI construída neste trabalho, seguindo os princípios da pesquisa baseada em *design*, passou por importantes aprimoramentos após seus ciclos de implementação e se mostrou adequada para o uso no ensino remoto, de modo a promover competências e habilidades defendidas pela BNCC para o ensino médio, em especial, habilidades relacionadas à investigação de situações-problema. Além disso, a SEI apresentou potencial de promover a alfabetização científica dos estudantes, evidenciando para seus participantes alguns princípios epistemológicos da ciência, como a construção de hipóteses, análise de testes empíricos e discussões.

A SEI aplicada no ensino remoto também evidenciou potencial para a aprendizagem dos estudantes, visto que em avaliação anônima, os estudantes revelaram ter gostado da SEI e sentiram que aprenderam. No entanto, essa mesma avaliação revelou dificuldades dos estudantes referentes ao isolamento social imposto pela pandemia, dificuldades de foco e concentração por não ter um local específico para estudos e dificuldades de fazer trabalhos em grupo, de forma virtual. Todas essas questões trazem a necessidade de aplicação desta SEI no ambiente presencial de sala de aula para observar se com a retirada desses fatores restritivos, os estudantes teriam melhor aproveitamento na realização dessas atividades. Esse próximo passo já está sendo desenvolvido através de sua adaptação num único site (*Microsoft Sway*) com links para cada uma das atividades. Os estudantes terão acesso às atividades através de seu *smartphone*, bastando entrar no *link* da atividade. As discussões são feitas em sala de aula. Esse material está disponível para professores que tenham interesse na aplicação da SEI em suas turmas, através do *link*: <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/recurso/360054>.

#### Referências

- Branje, S., & Morris, A. S. (2021). The Impact of the COVID-19 Pandemic on Adolescent Emotional, Social, and Academic Adjustment. *Journal of Research on Adolescence*, 31(3), 486–499. <https://doi.org/10.1111/jora.12668>
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). *BNCC - BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR* (p. 600).
- Carvalho, A. M. P. (2013). *Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula* (1ª ed). Cengage.
- Carvalho, A. M. P. (2018). Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 765–794. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>
- Cericato, I. (2015). PRESTES, Zoia. Quando não é quase a mesma coisa: traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil. Campinas, SP: Autores Associados, 2012. *Educar em Revista*, 56, 279–284. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.37057>
- Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, 22, 89–100. <https://doi.org/10.1590/s1413-24782003000100009>

---

<sup>4</sup> Pergunta do questionário avaliativo do 2º ciclo: Na sua opinião, o que não deu certo? O que você apontaria como principais problemas ou dificuldades da disciplina de Biologia na modalidade de APNP?

- DBR-Collective. (2003). Design-Based Research : An emerging paradigm for education inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1999). Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química Nova Escola*, Maio(9), 31–40. <http://qnesc.sbj.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf>
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work : An Analysis of the Failure of Constructivist , Discovery , Problem-Based , Experiential , and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1)
- Kneubil, F. B., & Pietrocola, M. (2017). A Pesquisa Baseada Em Design: Visão geral e contribuições para o ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 22(2), 16. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n2p01>
- Lijnse, P. (2010). Methodological aspects of design research in physics education. In *Designing Theory-Based Teaching-Learning Sequences for Science Education* (p. 144–155).
- Lijnse, P., & Klaassen, K. (2004). Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences? *International Journal of Science Education*, 26(5), 537–554. <https://doi.org/10.1080/09500690310001614753>
- Matta, A. E. R., Silva, F. de P. S. da, & Boaventura, E. M. (2014). Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. *Revista da FAEBA: Educação e Contemporaneidade*, 23, 23–36.
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2020). Educational design research: Portraying, conducting, and enhancing productive scholarship. *Medical Education*, 55(1), 82–92. <https://doi.org/10.1111/medu.14280>
- Mesquita, L., Brockington, G., Testoni, L. A., & Studart, N. (2021). Metodologia do design educacional no desenvolvimento de sequências de ensino e aprendizagem no ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 43, 1–16. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0443>
- Montanini, S. M. P., Miranda, S. do C. de, & Carvalho, P. S. de. (2018). O ensino de ciências por investigação: abordagem em publicações recentes. *Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais (UEG)*, 7(2), 288–304.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 17(spe), 49–67. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59–77.
- Sasseron, L. H., & Souza, T. N. de. (2019). O engajamento dos estudantes em aula de física: apresentação e discussão de uma ferramenta de análise. *Investigacoes em Ensino de Ciencias*, 24(1), 139–153. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n1p139>
- Scarpa, D. L., & Campos, N. F. (2018). Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. *Estudos Avancados*, 32(94), 25–42. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003>
- Schmidt, H. G., Loyens, S. M. M., Van Gog, T., & Paas, F. (2007). Problem-based learning is compatible with human cognitive architecture: Commentary on Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 91–97. <https://doi.org/10.1080/00461520701263350>
- Silva, A. C. (2020). Ensino de Ciências por investigação: um levantamento em periódicos da área. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 11(6), 306–329. <https://doi.org/10.26843/rencima.v11i6.2061>
- Soares, N., & Trivelato, S. L. F. (2019). Ensino de ciências por investigação – revisão e características de trabalhos publicados. *Atas de Ciências da Saúde*, 7, 45–65.
- Solino, A. P., & Sasseron, L. H. (2018). Investigando a Significação De Problemas Em Sequências De Ensino Investigativa. *Investigações em Ensino de Ciências*, 23(2), 104. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2018v23n2p104>
- Tamiosso, R. T., & Pigatto, A. G. S. (2020). A Pesquisa Baseada em Design: mapeamento de estudos relacionados ao Ensino das Ciências da Natureza. *Revista Educar Mais*, 4(1), 156–171. <https://doi.org/10.15536/reducarmais.4.2020.156-171.1756>
- Tebaldi-Reis, L., Bevilacqua, G. D., & Coutinho-Silva, R. (2021a). A Genética de Dark : Uma Experiência no Ensino de Ciências por Investigação no Ensino Remoto Emergencial. *EaD Em Foco*, 11(2), 1–13. <https://doi.org/10.18264/eadf.v11i2.1558>
- Tebaldi-Reis, L., Bevilacqua, G. D., & Coutinho-Silva, R. (2021b). Ensino de Ciências por investigação: contribuições de artigos de bases de dados abertas para a práxis docente. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 12(3), 1–23. <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n3a26>
- Tebaldi-Reis, L., Bevilacqua, G. D., Sineiro, S. C. A., & Coutinho-Silva, R. (2022). Atividades investigativas como promotoras da argumentação no ensino de ciências. *Research, Society and Development*, 11(1), e51011125138. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.25138>
- Zômpero, A. F., & Laburú, C. E. (2011). Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 13(3), 67–80. <https://doi.org/10.1590/1983-21172011130305>