

DESENVOLVIMENTO DE CASOS INVESTIGATIVOS COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM BIOLOGIA CELULAR

**Débora Regina da Silva¹, Mariana Sayde de Azevedo Souza Ribeiro², Carolina
Nascimento Spiegel³**

¹ Universidade Federal Fluminense (UFF), deborabio01@gmail.com

² Colégio Pedro II (CPII) / Departamento de Biologia e Ciências / Campus Humaitá II, marianasayde@gmail.com

³ Universidade Federal Fluminense (UFF) / Instituto Oswaldo Cruz – Fiocruz (IOC-Fiocruz), carolinaspiegel@id.uff.br

INTRODUÇÃO

A Constituição Federal de 1988 reconhece a educação como direito de todos e dever do Estado e da família, visando o desenvolvimento pleno dos sujeitos e sua participação social. Contudo, práticas marcadas por uma lógica transmissiva e pela chamada “educação bancária” ainda persistem, limitando a autonomia intelectual, o diálogo e o desenvolvimento da criticidade dos estudantes (FREIRE, 1987).

Em contraposição, perspectivas emancipatórias defendem a participação ativa dos estudantes e a construção coletiva de significados. Nesse sentido, o Ensino de Ciências por Investigação (ECI) constitui uma abordagem potente para o ensino de Ciências, ao propor situações em que os estudantes são desafiados a formular hipóteses, analisar evidências, argumentar e construir explicações científicas fundamentadas (CARVALHO, 2013; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; CRUJEIRAS, 2017). Para Sasseron (2015), investigar implica engajar os estudantes na análise de fenômenos e situações-problema, deslocando o papel docente de transmissor de conteúdo para mediador do processo de aprendizagem.

Nesse cenário, a alfabetização científica refere-se à capacidade de compreender, utilizar e produzir conhecimentos científicos de modo crítico e contextualizado, mobilizando conceitos, procedimentos e atitudes próprias da ciência para interpretar fenômenos e tomar decisões fundamentadas (SASSERON; CARVALHO, 2011). No ensino de Ciências, a alfabetização científica ultrapassa a memorização de conteúdos, envolvendo o engajamento dos estudantes em práticas epistêmicas como a formulação de hipóteses, a análise de evidências e a construção de explicações científicas, aspectos centrais das propostas investigativas (SASSERON, 2015).

Nesse contexto, o jogo de tabuleiro Célula Adentro (Figura 1) foi concebido com base em princípios do Ensino de Ciências por Investigação, estruturando-se a partir da resolução de Casos investigativos por meio da análise de pistas e da formulação de hipóteses (SPIEGEL et al., 2008). Cada Caso é resolvido a partir da coleta de cartões de pistas distribuídos no

Participaram da experiência 45 estudantes do primeiro período do curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas, matriculados na disciplina de Biologia Celular, organizados em sete grupos com aproximadamente cinco a oito integrantes cada. O processo formativo ocorreu ao longo do semestre letivo de 2025.2, combinando encontros presenciais e acompanhamentos virtuais síncronos e assíncronos, com mediação de duas tutoras da disciplina.

Os estudantes tiveram acesso a materiais de apoio, incluindo Casos previamente existentes do jogo *Célula Adentro*, artigos científicos relacionados às temáticas abordadas, livros didáticos e orientações gerais para a elaboração das pistas. Esses recursos subsidiaram a organização das atividades e favoreceram o desenvolvimento progressivo dos Casos investigativos pelos grupos.

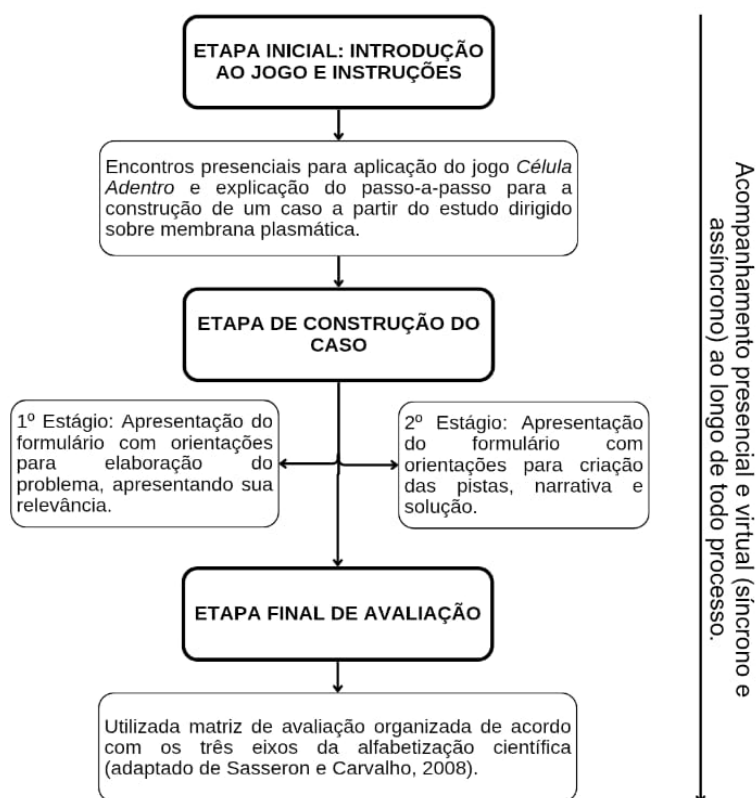
Como etapa inicial de familiarização com a dinâmica investigativa do jogo, os estudantes participaram de uma atividade com um Caso já existente, seguida de uma atividade orientada de estudo dirigido. Em encontro subsequente, a professora explicitou o processo de construção de um Caso investigativo a partir de um experimento clássico da Biologia Celular, com o objetivo de exemplificar a relação entre narrativa, pistas, hipóteses e solução final.

A partir dessa vivência, os grupos foram orientados a elaborar seus próprios Casos investigativos, tendo como ponto de partida a definição de um problema científico central. Inicialmente, os estudantes foram convidados a delimitar o problema investigativo, justificar sua relevância e identificar os conceitos de Biologia Celular envolvidos. Para apoiar esse processo, foi aplicado um formulário com perguntas orientadoras. Em etapa posterior, os grupos definiram a solução do Caso, que passou a constituir o eixo estruturante do processo de criação, a partir da qual foram elaboradas dez pistas interligadas e uma narrativa central com pergunta-problema. Os estudantes foram orientados a explicitar as evidências que sustentavam a articulação entre as pistas e o problema central, bem como a indicar elementos visuais que apoiassem a compreensão do Caso.

Ao longo do processo de elaboração, foram realizadas devolutivas pelas tutoras, com comentários individualizados, sugestões de aprimoramento e indicações de leituras complementares. Entre as devolutivas, os grupos participaram de plantões de dúvidas on-line, nos quais discutiam suas concepções iniciais, analisavam a pertinência das hipóteses formuladas e ajustavam o planejamento das pistas, contribuindo para o enfrentamento das dificuldades identificadas.

Para a análise das produções finais, utilizou-se uma matriz de avaliação baseada em Sasseron e Carvalho (2008), considerando os eixos da alfabetização científica relacionados ao trabalho com dados empíricos e à estruturação do pensamento científico. Esses eixos foram operacionalizados por meio de indicadores observáveis, como mobilização de evidências, formulação de hipóteses, clareza conceitual, coerência narrativa e capacidade argumentativa. A matriz orientou a análise dos Casos produzidos, permitindo identificar avanços, fragilidades e diferenças de desempenho entre os grupos, fundamentando as discussões apresentadas nos resultados.

Figura. 2. Fluxograma da metodologia utilizada no presente trabalho.



Fonte: Autoras (2025).

A pesquisa está vinculada ao projeto “Contribuições do desenvolvimento de Casos de um jogo investigativo na alfabetização científica de estudantes de Biologia”, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal Fluminense (UFF), sob o CAAE nº 90810125.4.0000.8160.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos Casos investigativos produzidos pelos estudantes (Quadro 1) evidenciou diferentes níveis de desenvolvimento de práticas associadas ao Ensino de Ciências por Investigação, especialmente no que se refere à formulação de hipóteses, à mobilização de evidências e à coerência do raciocínio investigativo.

Quadro 1 - Lista dos títulos dos Casos e situações-problemas produzidos pelos estudantes.

TÍTULO DOS CASOS	SITUAÇÃO-PROBLEMA
Verde Suspeito: Investigação Eucarionte	Como surgiu o cloroplasto? Por que suas membranas escondem pistas sobre seu passado?

Mitocôndrias mutantes	Como a mutação no DNA mitocondrial afeta energeticamente os tecidos, a herança materna mantém o problema para a geração seguinte?
Apoptose	Por que a morte celular é necessária?
Células humanas e parede celular	Por que nós humanos não possuímos parede celular em nossas células?
O Mistério dos Condensados Invisíveis	Qual o papel dos condensados moleculares na sobrevivência celular?
Eucaria: O Caminho da Complexidade	Como seria a evolução se a mitocôndria não tivesse existido?
Mestres da Adaptação	Por que existem bactérias tão resistentes a antibióticos?

Fonte: autoras (2025).

Trabalho com dados empíricos

A análise dos Casos investigativos evidenciou a mobilização de dados empíricos e a construção de hipóteses explicativas, ainda que com diferentes níveis de explicitação. Em alguns Casos, as hipóteses foram formuladas de maneira direta, articulando explicitamente evidências e relações causais, como no Caso *“Mitocôndrias mutantes”*. Em outros, as hipóteses apareceram de forma implícita, inferidas a partir da interpretação das pistas, como no Caso *“O Mistério dos Condensados Invisíveis”*, revelando níveis distintos de explicitação do raciocínio investigativo.

Todos os grupos recorreram a dados empíricos para sustentar suas explicações, utilizando imagens, esquemas, gráficos, tabelas e informações da literatura científica. Observou-se, contudo, variação no grau de aprofundamento analítico, especialmente no uso das imagens, que em alguns Casos cumpriram função predominantemente ilustrativa, enquanto em outros foram analisadas e articuladas às pistas como evidências centrais para a formulação das hipóteses e a resolução dos problemas investigativos. Essa distinção revela diferentes níveis de apropriação das práticas científicas, sendo o uso de imagens como evidência indicativa de maior sofisticação epistêmica.

Estruturação do pensamento e coerência narrativa

A maioria dos grupos conseguiu estabelecer uma sequência lógica entre a situação-problema, as pistas e a solução apresentada, indicando avanços na estruturação do pensamento investigativo. No entanto, foram identificadas dificuldades recorrentes na delimitação do

problema investigativo, com a formulação de perguntas excessivamente amplas ou com múltiplos focos, o que, em alguns Casos, comprometeu a coerência narrativa e a progressão lógica da investigação.

Outra dificuldade observada refere-se à distinção entre pistas e explicações. Em determinados Casos, informações que deveriam funcionar como pistas foram apresentadas já como explicações ou conclusões parciais, reduzindo o caráter investigativo da proposta. As devolutivas realizadas ao longo do processo e os plantões de dúvidas mostraram-se fundamentais para o enfrentamento dessas dificuldades, contribuindo para a reformulação das perguntas investigativas, maior clareza na função das pistas e redução da dispersão temática, favorecendo uma organização narrativa mais coerente e alinhada aos pressupostos do Ensino de Ciências por Investigação.

Compreensão e aplicação do conhecimento

De modo geral, os estudantes mobilizaram conceitos centrais da Biologia Celular, como endossimbiose, ATP e respiração aeróbica, fagocitose, transferência horizontal de genes e condensados biomoleculares sem membrana. Observou-se, entretanto, diferenças no desempenho entre os Casos, tanto no nível de integração conceitual quanto na profundidade das explicações apresentadas. Em Casos como *“Mitocôndrias mutantes”*, houve maior articulação entre metabolismo energético, herança mitocondrial e manifestações fisiopatológicas, enquanto outros Casos apresentaram abordagens mais descritivas, com menor integração entre conceitos.

A análise das produções revelou ainda a presença de equívocos conceituais pontuais, identificados ao longo das devolutivas, relacionados à simplificação excessiva de processos celulares ou à antecipação de explicações nas pistas. Esses resultados reforçam o caráter formativo da elaboração dos Casos investigativos e evidenciam a importância de etapas intermediárias de revisão e mediação docente para a consolidação da compreensão conceitual. Embora alguns Casos tenham apresentado potencial de articulação com dimensões sociais, tecnológicas e ambientais, essa integração ocorreu de forma desigual e não foi explorada de modo sistemático no presente trabalho, sendo indicada como possibilidade de aprofundamento em investigações futuras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência desenvolvida na disciplina de Biologia Celular evidenciou o potencial do Ensino de Ciências por Investigação, articulado à proposta do jogo *Célula Adentro*, para promover um processo formativo mais ativo, analítico e reflexivo. A construção de Casos investigativos

pelos estudantes favoreceu o engajamento em práticas epistêmicas centrais da alfabetização científica, como a formulação de hipóteses, a mobilização de evidências e a construção de explicações científicas, em consonância com os pressupostos discutidos por Carvalho (2013) e Sasseron (2015).

Os resultados indicaram que todos os grupos participaram das etapas previstas de acompanhamento, incluindo os plantões de dúvidas, o que se mostrou fundamental para o desenvolvimento dos Casos. Esse acompanhamento sistemático possibilitou ajustes progressivos na delimitação dos problemas investigativos, na explicitação das hipóteses e na diferenciação entre pistas, evidências e explicações, aspectos reconhecidos na literatura como desafios recorrentes em propostas investigativas (SASSERON; CARVALHO, 2011). Assim, o passo a passo adotado ao longo do semestre configurou-se como elemento central para sustentar a coerência investigativa das produções.

Cabe destacar que a elaboração de Casos investigativos constituiu uma tarefa especialmente desafiadora para estudantes do primeiro período da graduação, que se encontram em fase inicial de apropriação dos conceitos da Biologia Celular e das práticas próprias da ciência. Nesse sentido, não se esperava a obtenção de produtos finais perfeitos, mas sim o desenvolvimento progressivo do raciocínio investigativo. As dificuldades observadas como a formulação de hipóteses implícitas, a confusão entre evidência e explicação e a presença de equívocos conceituais pontuais devem ser compreendidas como parte do processo formativo, reforçando a importância da mediação docente e das devolutivas como estratégias pedagógicas fundamentais.

No que se refere ao trabalho cooperativo, embora tenham sido observados avanços na argumentação coletiva e na troca de ideias, também emergiram desafios relacionados à organização interna dos grupos, como a divisão desigual de tarefas e dificuldades de comunicação. Esses achados indicam a necessidade de explicitar melhor os papéis dos integrantes e considerar a formação de grupos menores em futuras edições da proposta, de modo a favorecer maior equidade de participação e acompanhamento mais próximo do processo de criação.

Como implicações pedagógicas, recomenda-se a adoção de instrumentos avaliativos que considerem não apenas o produto final, mas o desenvolvimento das competências investigativas ao longo do processo, incluindo registros intermediários, critérios claros de acompanhamento e momentos sistemáticos de reflexão coletiva. Em conjunto, os resultados indicam que a construção de Casos investigativos para um jogo didático constitui uma estratégia para o ensino de Biologia Celular, contribuindo para a alfabetização científica e para

a formação de futuros professores de Ciências e Biólogos capazes de compreender a ciência como um processo investigativo, argumentativo e em permanente construção.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Grupo de Pesquisa CEL e ao Laboratório de Ciência e Educação Lúdica da Universidade Federal Fluminense (UFF) pelo espaço de formação, discussão e desenvolvimento das atividades que subsidiaram este estudo. Por fim, agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio à pesquisa e à formação acadêmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; CRUJEIRAS, B. Epistemic practices and scientific practices in science education. In: TABER, K. S.; AKPAN, B. (org.). **Science education: an international course companion**. Rotterdam: Sense Publishers, 2017. p. 69–80..

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. 265 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011.

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. especial, p. 49–67, 2015.

SPIEGEL, C. N. et al. Discovering the cell: an educational game about cell and molecular biology. **Journal of Biological Education**, v. 43, n. 1, p. 27–36, 2008.