

## ESTUDO DIRIGIDO E ENSINO INVESTIGATIVO: UMA ESTRATÉGIA PARA ABORDAGEM DE SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA NO ENSINO MÉDIO

## ESTUDIO DIRIGIDO Y ENSEÑANZA INVESTIGATIVA: UNA ESTRATEGIA PARA ABORDAR LA SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA

Thamara N de Sant'anna Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

thamarabio@hotmail.com

Marcelo Côrtes Silva Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

celocs@gmail.com

### RESUMO

A abordagem de processos evolutivos e diversificação da vida é de extrema importância, pois nos leva a entender questões atuais. No entanto, a forma como é construída em sala de aula pode levar à compreensão de conceitos errôneos, levando em consideração dificuldades enfrentadas por discentes e docentes. Dessa forma, o presente estudo trata-se da elaboração de uma estratégia de ensino, desenvolvida em uma disciplina no Programa de Mestrado Profissional de Biologia (Profbio), baseada no ensino investigativo, visando contribuir para o ensino da sistemática filogenética nas aulas do ensino médio, facilitando a construção do conhecimento por meio da mediação do professor.

**Palavras-chave:** Estudo dirigido; ensino por investigação; ensino de evolução; sistemática filogenética; sequência didática.

**Eixo temático:** 2. Estratégias, materiais e recursos didáticos para o Ensino de Ciências e Biologia.

**Modalidade:** exposição de jogos e materiais didáticos.

### RESUMEN

La aproximación a los procesos evolutivos y a la diversificación de la vida es sumamente importante, ya que nos lleva a comprender cuestiones de actualidad. Sin embargo, la forma en que se construye en el aula puede llevar a concepciones erróneas. De esta forma, este estudio trata sobre el desarrollo de una estrategia didáctica, desarrollada en una asignatura del Programa de Maestría Profesional en Biología (Profbio), basada en la enseñanza investigativa, con objetivo de contribuir a la enseñanza de la sistemática filogenética en clases de enseñanza media, facilitando la construcción del conocimiento a través de la mediación del profesor.

**Palabras clave:** estudio dirigido investigativo; sistemática filogenética; aprendizaje.

**Eje temático:** 2. estrategias didácticas, materiales y recursos para la enseñanza de las ciencias y la biología.

**Modalidad:** exposición de juegos y materiales didácticos.

## 1 INTRODUÇÃO

A sistemática filogenética, dentre alguns conceitos, é um método objetivo para a reconstrução da história evolutiva dos táxons (ancestral-descendente<sup>1</sup>) que utiliza a análise filogenética das características para se aproximar da relação evolutiva entre eles (Mazzarolo, 2005). Logo, a base para a sua compreensão é a evolução, conforme os autores a seguir:

A evolução – a modificação das espécies ao longo do tempo – lança luz sobre nossa compreensão dos seres vivos de dois modos. Em primeiro lugar, ela implica que há relações de parentesco entre os seres vivos; para cada organismo vivo, há ancestrais que o precederam. Para compreender as penas nas aves, precisamos examinar seus ancestrais, dos quais as aves herdaram diversas características. Em segundo lugar, a evolução nos permite investigar como ocorreram as mudanças nos seres vivos (Meyer; El-Hani, 2005, p. 15).

Dessa forma, a compreensão de conceitos relacionados à evolução é de extrema importância para que os alunos compreendam o papel da espécie humana na diversidade da árvore da vida e, com isso, desmistifiquem a visão antropocêntrica de superioridade de nossa espécie ainda difundida na sociedade e observada cotidianamente na prática pedagógica em sala de aula.

No entanto, conceitos básicos sobre evolução são enfrentados de forma desafiadora por discentes e docentes ao longo do Ensino Médio, que são potencializadas pela dificuldade de compreensão da teoria evolutiva, seja por falta de esclarecimento e conhecimento, ou questões de orientação religiosa que geram distorção ou dificuldade da aceitação da teoria da evolução como explicação científica para origem e diversidade da vida (Meyer; El-Hani, 2005; Pazza, 2010; Oliveira; Bizzo, 2011). Somado a isso, tem-se a fragmentação no contexto das aulas de Biologia, sendo que não se relaciona o estudo das estruturas com os processos biológicos, o que pode levar a uma negligência de algumas áreas de estudo como Zoologia e Botânica (Amorim *et al.*, 2001; Krasilchik, 2005).

---

<sup>1</sup> Grupo que possui representantes formados por um único ancestral comum e exclusivo.

Em virtude disso, propor atividades de ensino que aproximem o aluno do seu processo de aprendizagem pode ser uma boa estratégia para que ele consolide e construa conhecimentos e conceitos corretos dentro do tema. Nesse cenário, o uso de ferramentas como recursos vivenciais de ensino, como o Estudo Dirigido (ED), pode atuar como facilitador nesse processo (Santos, 2001). Entende-se ED como uma estratégia utilizada como parte pertencente a uma concepção pedagógica, mas que não deve ser usada de forma isolada pelo professor. O foco deve ser em uma participação ativa dos discentes, cuja exploração e reflexão crítica por meio de análise, comparação, interpretação, avaliação e elaboração de textos sejam construídas a partir do contexto estudantil (Okane; Takahashi, 2006; Anastasiou; Alves, 2004).

Ademais, o ensino investigativo é uma abordagem didática que permite, a partir de uma problematização, realizar elaboração de hipóteses e testes de hipóteses para a resolução dos problemas, sendo que conhecimentos prévios darão o embasamento para a solução (Carvalho, 2013, p. 7). Logo, trabalhar ED de modo investigativo é criar um ambiente no qual o aluno seja conduzido a vivenciar todo o processo que ocorre para a construção do conhecimento, pois o objetivo do ensino investigativo não é que os alunos se comportem como cientistas, mas que possam passar por um processo de alfabetização científica, de forma que o aprendizado ocorra em um ambiente de investigação (Carvalho, 2013).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo apresentar um ED investigativo como facilitador no estudo da sistemática filogenética, por meio do qual haverá problematizações que levarão os discentes, de forma investigativa, à construção de perguntas que serão importantes para a elaboração de hipóteses e construção de conceitos-chave no estudo como especiação, anagênese e cladogênese, relacionando-os com a evolução. Assim como proposto por outros autores, o ED foi elaborado para não ser realizado sozinho, e sim como parte de um processo de aprendizagem que também será descrito.

## **2 METODOLOGIA**

O ED investigativo é destinado a alunos do 1º ano do Ensino Médio, baseado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) da área de Ciências da Natureza (Brasil, 2018). Embora haja muitos limites nestas políticas educacionais, o desenvolvimento de competências e habilidades no ensino de Biologia se faz importante pois, a partir deles, podemos pensar, refletir e resolver situações-problema. As competências específicas que podem ser trabalhadas nesta atividade permitem o aluno: interpretar a evolução dos seres vivos a partir do levantamento de argumentos e hipóteses sobre a relação filogenética; discutir as teorias evolutivas; aplicar o conhecimento científico aplicado ao cotidiano; e, a partir desses conceitos, analisar a história humana a partir da origem e diversificação da vida. Entretanto, como será exposto, a proposta aqui apresentada amplia o entendimento da BNCC por articular diversas áreas da Biologia de forma integrada e contextualizada. Essa proposição fortalece o ensino da disciplina, sendo que seu princípio organizador, a evolução, é base para construir com os estudantes conhecimentos em outras áreas desse campo de conhecimento.

A partir dessas premissas, o presente trabalho é fruto da análise crítica de um ED investigativo sobre sistemática filogenética inserido em uma proposta de sequência didática cujo foco é discutir a viabilidade e os diferentes contextos em que essa estratégia de ensino pode ser discutida e aplicada aos alunos do Ensino Médio.

## **3 ESTUDO DIRIGIDO INVESTIGATIVO: CONTEXTUALIZAÇÃO E REFLEXÃO**

Deve-se priorizar, em atividades investigativas no ensino de ciências, instrumentos e estratégias como materiais para manipulação, observação de dados e atividades práticas para construção de hipóteses (Sasseron; Carvalho, 2011). Segundo Trivelato e Tonidandel (2015), no ensino investigativo o foco está voltado à inserção na cultura científica, e não tanto para a aquisição dos conteúdos científicos, dando ênfase em atividades que promovam a motivação e o estímulo para discutir, explicar e relatar experiências. Nesse

contexto, o ED é uma estratégia de ensino pensada pelo professor de maneira que guie o aluno, através de esforço próprio, para seu aprendizado. Essa técnica requer uma atividade previamente elaborada sendo que, a partir da leitura, o aluno explorará o material de forma que compreenda o texto e a problematização, faça associações de ideias, elabore hipóteses e chegue a conclusões (Veiga, 2017). Dessa forma, o ED apresentado e discutido neste trabalho foi elaborado a partir desses pontos, para que possibilite ao aluno a reflexão, a sistematização de ideias e o levantamento de hipóteses, pois fazer perguntas no ensino por investigação em ciências é necessário.

O quadro a seguir (Quadro 1) apresenta um trecho extraído do ED, no qual podemos perceber três pontos importantes do ensino por investigação: contextualização com o cotidiano do aluno; inserção do aluno em uma cultura científica, através de explicitações sobre alguns pontos biológicos; e levantamento de algumas problematizações por meio de perguntas norteadoras, o que leva o aluno a refletir e a levantar hipóteses.

Quadro 1: Trecho ED investigativo [1]

<b>ESTUDO DIRIGIDO INVESTIGATIVO 1</b>
Você já deve ter percebido a diversidade de seres vivos que existem, não é? Organismos microscópicos, grandes, médios, que utilizam ou não oxigênio para obter energia, que produzem o próprio alimento ou então que precisam caçar para se alimentar. A diversidade de formas e hábitos de vida em nosso planeta é enorme. Já pensou sobre os processos que levaram a tanta diversidade? Nesse estudo dirigido vamos estudar esse assunto importante para compreensão da vida em nosso planeta.
<b>Como uma nova espécie é formada?</b>
Quando você vai até uma floresta ou praia, é comum que se depare com muitas formas de vida diferentes. Se pararmos um momento para verificar quantas espécies estão presentes em poucos metros quadrados, chegaremos a dezenas de forma bem rápida. Mas será que todos os indivíduos que você contabilizou serão da mesma espécie? E, considerando que não sejam da mesma espécie, o que diferencia uma espécie da outra? E como chegamos a uma diversidade tão grande de espécies?

Fonte: Elaboração própria.

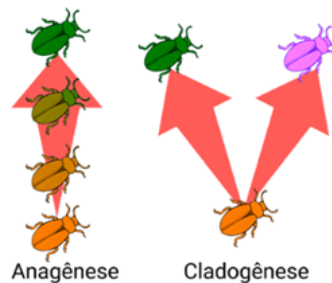
A continuação do ED encaminha o aluno a pensar, porém sem dar respostas, por meio de uma exemplificação. Veja a figura a seguir (Fig. 1).

Figura 1: Trecho ED investigativo [2]

Dessa forma, vamos imaginar que você vai a um parque da sua cidade e encontra duas populações de besouros, sendo que uma possui sua coloração verde e a outra violeta. Nesse parque você observa atentamente a aula de uma professora de Biologia, na qual ela fala sobre o processo evolutivo pelo qual novas espécies são formadas, chamado de especiação. Uma aluna indaga a professora se essas duas populações seriam de espécies diferentes e ela explica que sim, uma vez que, ao longo do tempo, determinados processos levaram ao surgimento de novas espécies e à extinção de outras. Ao longo da sua observação no parque, você começa a anotar várias dúvidas.

Com a curiosidade aguçada, ao chegar em casa, você utiliza suas ferramentas de pesquisa para saber mais sobre o assunto e chega ao seguinte exemplo:

Considera-se a existência de dois processos básicos que levam à especiação: anagênese e cladogênese (esquema abaixo).



Fonte: Elaboração própria.

Para o fechamento do ED de forma investigativa, o aluno é encorajado a continuar a construir suas hipóteses por meio de questões do Quadro 2.

*Quadro 2: Trecho ED investigativo [3]*

1. A partir do exemplo da imagem, escreva o que você acha que está acontecendo com as duas populações de besouro mostradas.
2. Apenas olhando para esta imagem, tente dar uma definição para os processos evolutivos Anagênese e Cladogênese.

Fonte: Elaboração própria.

Após mais um trecho direcionando o aluno para o objetivo da atividade, ele é conduzido a refletir e testar a viabilidade das suas hipóteses (Quadro 3).

*Quadro 3: Trecho ED investigativo [4]*

1. A partir da leitura do texto, como você pode explicar a formação de novas espécies?

2. Qual processo acima mais se assemelha com uma transformação gradual ao longo de uma população, gerando variação dentro de uma espécie?
3. Qual processo resulta na formação de duas espécies distintas, gerando diversidade?
4. Você acha que esses processos refletem a evolução dos grupos de seres vivos existentes?
5. De acordo com a leitura do texto e com os exemplos apresentados, volte à sua primeira definição de Cladogênese e Anagênese e reescreva ela aqui de forma definitiva. Quais outros exemplos desses processos evolutivos podemos encontrar? Cite 2.

Fonte: Elaboração própria.

Nessa perspectiva, construir o ED no contexto do ensino por investigação conduz o aluno a refletir, pensar o problema, elaborar hipóteses e, através de direcionamentos no próprio texto, repensá-las de maneira a falsear ou corroborar hipóteses.

#### 4 PROPOSTA DE APLICAÇÃO

Como referido ao longo do texto, o ED não deve ser trabalhado de forma isolada, mas inserido dentro de um contexto, sendo que, na atividade proposta nesta metodologia, foi uma sequência didática. Assim, segundo Zabala (1998, p. 21), o termo sequência didática é definido como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização e certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”; nela, considera-se três fases importantes: planejamento, aplicação e avaliação. Logo, a proposta de aplicação no presente trabalho visa contextualizar a inserção do material didático em uma sequência didática. No entanto, é importante ressaltar a autonomia docente na utilização do ED como estratégia de ensino em outros cenários.

Para que obtenha-se êxito, sugere-se que os professores possam aplicar a atividade proposta em sala de aula com as modificações pertinentes, mediante ao currículo escolar de Ciências e Biologia, de acordo com as instituições de ensino. Vale destacar que a atividade sugerida é adaptável aos diferentes níveis de ensino, podendo sofrer modificações de acordo com a temática, contexto didático, ano de escolaridade e nível de aprendizado que pretende ser alcançado. Ressalta-se também que a estratégia pode ser

remodelada de acordo com a região e enfoque que o professor pretende abranger, assim como outros exemplos de cladogramas<sup>2</sup> mais específicos podem ser trabalhados.

Recomenda-se, por exemplo, o uso desse planejamento na abordagem de ecologia e biodiversidade presente entre biomas e até dentro destes, uma vez que trabalhar as diferenças regionais no nosso país se faz importante tanto para conhecimento do campo da Zoologia, conteúdo com pouco espaço na grade curricular de Biologia, quanto para questões de conservação/preservação de espécies e áreas naturais. Desta forma, é possível trabalhar áreas transversais, como o impacto que a sociedade humana vem causando na destruição dos habitats, trabalhando a preservação a partir de uma abordagem cladística e evolutiva. Além disso, os conceitos-chave construídos a partir dos ED funcionam como base para discussões atuais e pertinentes dentro de contextos sociais, como a desconstrução do conceito de raças humanas.

A estratégia discutida aplica-se no contexto das aulas do processo evolutivo e diversidade da vida, sendo que alguns conceitos, como classificação dos seres vivos e características dos principais grupos, se possível, já devem ter sido trabalhados para melhor condução da atividade. A proposta propõe uma aplicação em tempo de quatro aulas em três etapas, que serão descritas a seguir.

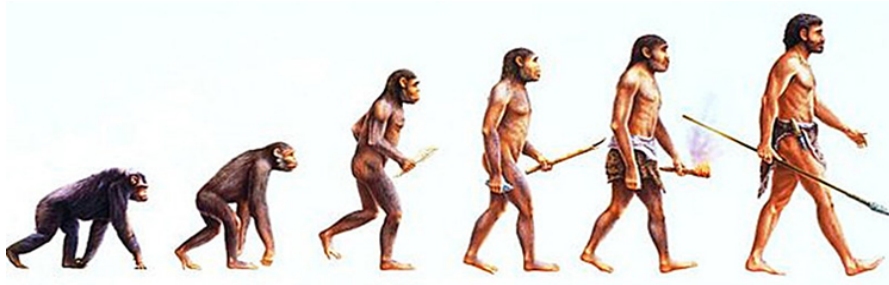
#### **4.1 Discussão em sala de aula – Problematização (Semana 1)**

Sugere-se iniciar a primeira aula com a pergunta “O ser humano evoluiu do macaco?” e a imagem da Figura 2 para problematizar a temática a partir de ideias amplamente difundidas no senso comum. Podem ser feitas algumas perguntas norteadoras, como: essa imagem está correta? Por quê? Qual a informação que essa imagem passa? Qual a conclusão que vocês tiram dessa imagem? Vocês acham que essa imagem traz alguma crítica associada aos seres humanos? Recomenda-se um tempo para debates e reflexão. Com a mediação do professor, espera-se participação dos alunos na construção e desmistificação de alguns conceitos que são facilmente absorvidos de forma errônea tanto pelo senso comum, quanto no espaço de educação formal.

---

<sup>2</sup> Diagrama que mostra a relação filogenética entre diferentes táxons.

Figura 2: O homem evoluiu do macaco?



Fonte: Santos (2017).

Dessa forma, conhecimentos poderão ser construídos, por exemplo, que a evolução não é um processo linear e direcionado, assim como o conceito de ancestral comum, fundamental para o entendimento da história evolutiva das espécies. Recomenda-se que outros temas sejam trabalhados, como a discussão se “alguns táxons são superiores a outros”, assim como a utilização do termo “evoluído” de forma equivocada em diversas situações. Preconiza-se também aproveitar a discussão para enfatizar o que o olhar antropocêntrico nesta temática tem produzido na relação sociedade/natureza.

#### 4.2 Estudo Dirigido – Elaborando hipóteses e construindo conceitos (Semana 1)

Após o debate, em um segundo momento, propõe-se que os alunos sejam divididos em dois grupos para a realização do ED, sendo que o principal objetivo é, através de perguntas investigativas, construir o conceito de anagênese e cladogênese. Os alunos devem fazer leitura do ED, com o intuito de identificar, de acordo com os grupos de seres vivos descritos, as características compartilhadas, e propor o modelo que assemelha-se à árvore filogenética correta.

A partir desse levantamento, sugere-se que o aluno seja direcionado a construir hipóteses, a partir do ED, para a montagem do cladograma. O objetivo na Semana 1 é estimular os alunos, identificar as características compartilhadas ou não pelos indivíduos, e construir hipóteses, para que na Semana 2 façam a reflexão, relacionem as informações e construam o cladograma.

### 4.3 Montagem do cladograma – Testando as hipóteses (Semana 2)

Sugere-se iniciar a segunda semana com a retomada das características identificadas pelos grupos e hipóteses de relação filogenética. Os grupos devem montar seus cladogramas, indicando qual seria a característica mais derivada e a mais ancestral. A partir da montagem, as hipóteses poderão ser falseadas ou corroboradas, sendo que o professor deverá acompanhar e, utilizando perguntas de direcionamento, ajudar o aluno chegar às conclusões. Sugere-se que a montagem do cladograma seja realizada com materiais previamente preparados para que a consolidação do conhecimento seja estimulada (Fig. 3).

Figura 3: Montagem dos cladogramas



Fonte: Elaboração própria.

A imagem acima mostra a forma que o professor pode trabalhar os elementos que fazem parte da montagem do cladograma. Com essa manipulação os alunos poderão testar de forma mais concreta suas hipóteses. Importante ressaltar que ele deve ser preparado previamente para que esse momento seja mais enriquecedor.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, entende-se que a estratégia didática apresentada deverá contribuir de maneira significativa para a dificuldade discutida no trabalho, de modo a satisfazer maneiras de lidar com obstáculos no ensino de Ciências e Biologia, principalmente no âmbito da sistemática filogenética.

A estratégia de aplicação apresentada no trabalho é uma proposta de inserção do ED, na qual deve-se considerar outros modos, como uma aula expositiva, experimental, por exemplo, enfatizando-se a importância da autonomia docente. Dessa forma, considera-se que os recursos didáticos apresentados permitem que, através de uma abordagem investigativa, seja realizada a construção de conceitos dentro da sistemática filogenética e possibilitadas aprendizagens significativas e aplicadas em diferentes contextos para discutir diferentes temas dentro da Biologia.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, D. S. *et al.* Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino de Zoologia e Botânica no 2º Grau. In: BARBIERI, M. R.; SICCA, N. A. L.; CARVALHO, C. P. (org.). **A construção do conhecimento do professor: uma experiência de parceria entre professores do Ensino Fundamental e Médio da Rede Pública e a Universidade.** Ribeirão Preto: Holos, 2001. p. 41-49.
- ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Pessate (org.). **Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula.** 3. ed. Joinville: Univille, 2004.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018. p. 558-561.
- CARVALHO, A. *et al.* **Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula.** Stamford: Cengage Learning, 2013.
- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia.** São Paulo: EDUSP, 2005.
- MAZZAROLO, L. A. **Conceitos básicos de sistemática filogenética.** Salvador: UFBA, 2005.
- MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Nino. **Evolução: o sentido da Biologia.** São Paulo: UNESP, 2005.
- OKANE, E. S. H.; TAKAHASHI, R. T. O estudo dirigido com estratégia de ensino na educação profissional em enfermagem. **Rev. Esc. Enferm.,** São Paulo, n. 40, v. 2, p. 160-169, 2006.

OLIVEIRA, Graciela da Silva; BIZZO, Nélio. Aceitação da evolução biológica: atitudes de estudantes do ensino médio de duas regiões brasileiras. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, 2011.

PAZZA, Rubens *et al.* Misconceptions about evolution in Brazilian freshmen students. **Evolution: Education and Outreach**, [s. l.], v. 3, p. 107-113, 2010.

SANTOS, C. S. O processo ensino-aprendizagem e a relação professor-aluno: aplicação dos “sete princípios para boa prática na educação de ensino superior”. **Cad. Pesq. em Adm.**, [s. l.], n. 8, v. 1, p. 69-82, 2001.

SANTOS, Renan. O homem veio do macaco?. **Brasil De Fato**, Belo Horizonte, 05 out 2017. Disponível em: <https://www.brasildefatomg.com.br/2017/10/05/coluna-or-o-homem-veio-do-macaco>. Acesso: 25 maio 2023.

SASSERON, L. H.; CARVAHO, A. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. **Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências**, Belo Horizonte, n. 17(spe), p. 97-114, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s06>.

VEIGA, I. P. A. (org.). **Técnicas de Ensino**: por que não? 21. ed. São Paulo: Papyrus, 2017.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa como ensinar**. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.