

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CAROLINE BACIL

**ENSINO INTEGRADO DE BIOLOGIA E ESTATÍSTICA: POTENCIALIDADES DA
METODOLOGIA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS**

PONTA GROSSA

2025

versão 11.0 (abr.25)

CAROLINE BASIL

**ENSINO INTEGRADO DE BIOLOGIA E ESTATÍSTICA: POTENCIALIDADES DA
METODOLOGIA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS**

**Integrated Teaching of Biology and Statistics: Potentialities of the Methodology
Problem-Based Learning**

Produto educacional apresentado como requisito para
obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciência e
Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná (UTFPR).

Orientador: Danislei Bertoni

Coorientador: Guataçara dos Santos Junior

PONTA GROSSA

2025



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ENSINO INTEGRADO DE BIOLOGIA E ESTATÍSTICA: POTENCIALIDADES DA METODOLOGIA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS



ÍNDICE

05

COMO O MATERIAL
FOI ELABORADO

08

O QUE DIZEM OS
DOCUMENTOS

14

A ABP PODE AUXILIAR
NA INTEGRAÇÃO

18

ETAPAS DA ABP

22

ORIENTAÇÃO PARA
PROFESSORES

PREFÁCIO

Caro leitor,

A Proposta deste e-book nasce do compromisso com uma educação científica mais crítica. Em meio aos desafios enfrentados por professores e professoras da Educação Básica, destacam-se a fragmentação curricular e a dificuldade de promover aprendizagens em meio a conteúdos isolados e descontextualizados (Severino, 2003)

Neste contexto, a integração entre Biologia e Estatística é apresentada aqui não apenas como uma junção de conteúdos, mas como um caminho potente para **desenvolver o pensamento científico, a análise crítica de dados e a resolução de problemas reais**, que dialogam com o cotidiano e com os documentos curriculares (Brasil, 2018; Paraná, 2008).

Este material é fruto da pesquisa intitulada: “*Ensino Integrado de Biologia e Estatística: Potencialidades da Metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas*”, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da UTFPR. O estudo investigou as contribuições da

Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como metodologia ativa capaz de articular conteúdos e competências relacionados aos ensinos de Biologia e Estatística, promovendo uma formação crítica e reflexiva (Savery, 2019).

O objetivo é compartilhar com docentes uma base de conhecimentos que possam ser adaptadas e aplicadas no Ensino Médio, respeitando a diversidade dos contextos escolares.

Esperamos que este material possa servir como ponto de partida para novas práticas, para o diálogo entre áreas e para a construção de experiências pedagógicas conectadas com os desafios contemporâneos.

Boa leitura.

Autores:

Caroline Bacil;
Danislei Bertoni;
Guataçara Dos Santos Junior.

FUNDAMENTAÇÃO DA PROPOSTA

A proposta apresentada neste material emerge como resposta a uma lacuna identificada tanto na literatura científica quanto nos documentos curriculares oficiais, os quais, ainda **não delineiam de forma clara** a integração entre os componentes curriculares de Biologia e Estatística na Educação Básica.

COMO O MATERIAL FOI ELABORADO



- **Análise documental dos currículos oficiais:** PCNEM (1999), OCEM (2006), DCE-PR (2008) e BNCC (2018), Referencial Curricular do PR (2021). Foram extraídas competências e conteúdos que promovem a integração do Ensino de Biologia e Estatística;
- **Revisão teórica (ABP):** Compreender os fundamentos e fases da metodologia;
- **Revisão de literatura nacional e internacional:** Bases: BDTD, CAPES, *Scopus*, *Web of Science*. Foco: Ensino de Estatística e Biologia integrada a fim de investigar a **aplicabilidade da ABP como estratégia metodológica** nessas propostas, buscando compreender as **contribuições relatadas pelos estudos analisados**.

Objetivo Geral:

- Oferecer aos professores um referencial teórico-metodológico sobre a aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), favorecendo a integração entre o ensino de Biologia e Estatística. ▀

Também buscamos:

- Apresentar fundamentos teóricos sobre a ABP e sua aplicação no contexto escolar com base nos documentos norteadores de ensino;
- Estimular o uso da investigação, coleta e análise de dados.

Segundo Barrows (1996) e Rizzatti *et al.* (2020) a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas indica que o professor, ao considerar o diagnóstico de sua turma e o contexto local, deve ser capaz de identificar problemas autênticos e significativos, vinculados à realidade e aos interesses dos estudantes.

Dessa forma, o *e-book* não restringe a prática docente a temas prontos, mas busca ampliar a capacidade de adaptação e criação de situações-problema que possam emergir de diferentes temas da Biologia, integrando-se com procedimentos estatísticos em vários contextos escolares. Nesse sentido, o material pretende fortalecer a autonomia pedagógica do professor, oferecendo subsídios teóricos e metodológicos que o habilitem a transformar sua prática de modo crítico e flexível. Além disso, o Produto Educacional deve desempenhar uma função acadêmica, ao produzir conhecimento científico e fundamentar-se em referenciais teórico-metodológicos.

INTRODUÇÃO

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) tem se consolidada como uma Metodologia de Ensino inovadora que promove a autonomia dos estudantes, o desenvolvimento do pensamento crítico e a aprendizagem ativa (Jaganathan; Bhuminathan; Ramesh, 2024). Essa metodologia tem sido amplamente utilizada em diversas áreas do conhecimento, incluindo o ensino de Biologia, onde contribui para o fortalecimento da aprendizagem conceitual e investigativa, proporcionando um ambiente mais dinâmico e contextualizado (Dochy *et al.*, 2003; Strobel; Barneveld, 2009; Borochovcicius; Tortella, 2014; Savery, 2019). Mesmo com esses avanços, ainda há desafios significativos na compreensão quantitativa de fenômenos biológicos. O desenvolvimento de habilidades como análise, interpretação de dados e validação de hipóteses a partir de informações experimentais é fundamental para a formação científica dos estudantes. Essa demanda, contudo, pode se tornar um obstáculo quando não há suporte adequado para o ensino de métodos quantitativos (Lewis; Powell, 2017). Nesse contexto, a Estatística desempenha um papel central, auxiliando na coleta, organização e interpretação de dados biológicos (Santaolalla *et al.*, 2020).

Métodos estatísticos são essenciais para a análise de processos naturais, a modelagem de sistemas biológicos e a validação experimental, constituindo um componente necessário para a compreensão aprofundada de fenômenos biológicos (Lewis; Powell, 2017). Apesar de documentos curriculares oficiais ressaltarem a importância de uma abordagem que privilegie a contextualização do conhecimento, o uso de dados no processo investigativo e a conexão entre diferentes áreas do saber, a integração da Estatística no Ensino de Biologia ainda ocorre de maneira limitada. Essa limitação dificulta o desenvolvimento de competências analíticas essenciais, comprometendo a interpretação de dados e a capacidade dos estudantes de resolver problemas reais que envolvem análises quantitativas (Yan *et al.*, 2017; Robeva; Jungck, 2023). Para superar esse desafio, a ABP se destaca como metodologia promissora, pois permite que problemas reais sirvam de contexto para a aplicação de métodos quantitativos no ensino de Biologia. Ao favorecer o desenvolvimento de habilidades analíticas e a resolução de problemas complexos, a ABP pode contribuir para um aprendizado quantitativo mais sólido e aplicado aos contextos biológicos (Achappa *et al.*, 2020; Kumar *et al.*, 2020).

Apesar da crescente adoção da ABP no Ensino de Biologia, ainda há poucas investigações detalhadas sobre sua aplicação na integração com o Ensino de Estatística. Estudos anteriores destacam a importância da formação analítica dos estudantes, mas a literatura carece de evidências sobre as contribuições efetivas da ABP nesse contexto específico (Yan *et al.*, 2017; Robeva; Jungck, 2023).

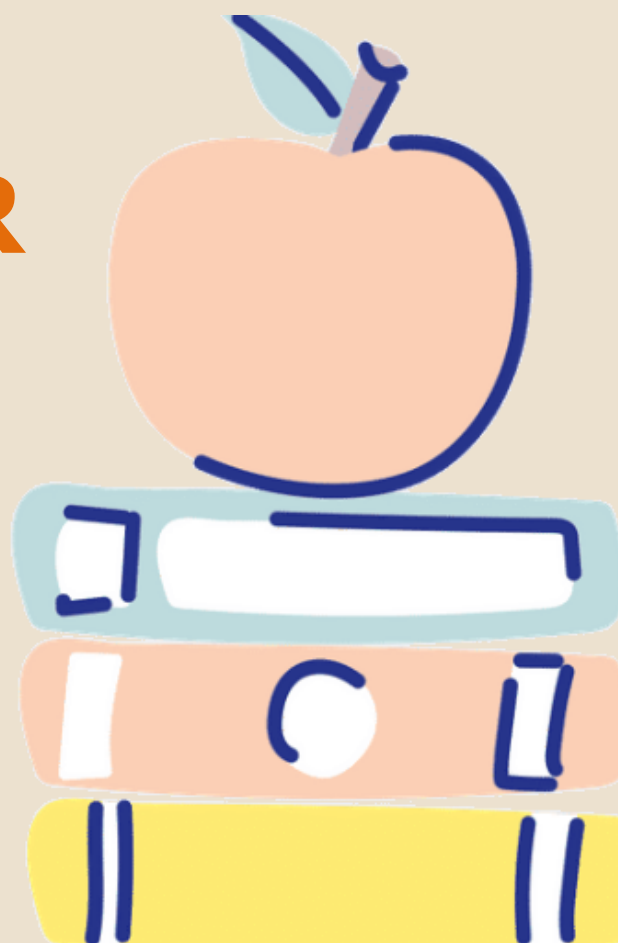
"Panorama das Pesquisas: o que dizem os estudos sobre ABP, Biologia e Estatística?"

Durante a elaboração deste material, foi realizada uma revisão de literatura nacional e internacional em bases como BDTD, CAPES, (Busca: 2013-2023) *Web of Science* e *Scopus*, (Busca: 2015-2025) com foco em trabalhos que envolvem a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) aplicada ao ensino de Biologia, Estatística ou à integração entre ambas. Os resultados mostraram que:

- Há um número considerável de pesquisas que aplicam a ABP no ensino de Biologia, mas sem articulação direta com a Estatística;
- São escassas as pesquisas que utilizam a ABP para o ensino de Estatística, especialmente na Educação Básica;
- A integração entre Biologia e Estatística por meio da ABP aparece em poucos trabalhos, com apenas três estudos identificados que efetivamente articulam essas áreas, todos realizados no ensino superior e em contexto internacional.

Esses achados reforçam a relevância de propor materiais didáticos que viabilizem essa integração no contexto da Educação Básica brasileira.

TRANSFORMAR O ENSINO




A integração entre Biologia e Estatística Mediada pela Aprendizagem Baseada

em Problemas (ABP), é uma oportunidade potente para promover experiências conectadas à realidade dos estudantes.

Mais do que transmitir conteúdos isolados, esta proposta convida educadores a criar **situações de aprendizagem investigativas**, nas quais os estudantes desenvolvem competências científicas e reflexivas ao analisar dados reais e compreender fenômenos biológicos por meio da linguagem estatística.

Ao invés de oferecer roteiros fixos, este material orienta o professor a **pensar o currículo de forma integrada**, construindo projetos que dialoguem com a realidade local e com os documentos curriculares para assim transformar a sala de aula em um espaço de investigação, autonomia e protagonismo.

O QUE DIZEM OS DOCUMENTOS

Documento Curricular	Potencial de Integração Biologia + Estatística
 PCNEM (1999)	<ul style="list-style-type: none">• Valoriza a resolução de problemas e a contextualização do ensino. A Estatística aparece como parte da Matemática e a Biologia como Ciências da Natureza, com foco em saúde e meio ambiente. Há abertura para uso de dados e gráficos em projetos científicos.
 PCN (2002)	<ul style="list-style-type: none">• Complementa o PCNEM com habilidades específicas. A Biologia destaca a investigação científica. A Estatística, ainda presente na Matemática, pode ser mobilizada em projetos interdisciplinares. Reforça o uso de gráficos e tabelas em práticas investigativas.
 OCEM (2006)	<ul style="list-style-type: none">• Estatística como habilidade fundamental para interpretar e produzir informações. A Biologia é tratada de forma investigativa e contextualizada.
 DCE-PR (2008)	<ul style="list-style-type: none">• Valoriza a articulação entre áreas. A Biologia assume papel formativo na compreensão científica e a Estatística aparece como ferramenta essencial de leitura crítica da realidade. Propõe projetos integradores com foco local.
 BNCC (2018)	<ul style="list-style-type: none">• Aponta competências gerais como o pensamento científico, crítico e criativo. A Biologia integra a área de Ciências da Natureza e a Estatística, a Matemática. Estimula o uso de dados reais, investigação e resolução de problemas interdisciplinares.
 Referencial Curricular do EM-PR (2021)	<ul style="list-style-type: none">• Destaca a importância da análise de dados e da argumentação baseada em evidências na área de Ciências da Natureza. A Biologia é abordada com ênfase em processos investigativos e em temas contemporâneos que exigem interpretação de informações quantitativas. A Estatística, aparece para compreender fenômenos científicos.

PARA SABER MAIS



PCNEM (1999)



PCN (2002)



OCEM (2006)



DCE - PR (2008)



BNCC (2018)



Referencial Curricular - PR (2021)



As análises dos documentos destacam que existem consonâncias entre os objetivos da Biologia e as competências da Estatística, mas não retratam a integração entre essas duas áreas do conhecimento de forma explícita, porém evidenciam a compreensão e interpretação de dados, o pensamento científico, a interdisciplinaridade, a investigação científica e a contextualização que sustentam e incentivam práticas integradoras, sobretudo com o uso de metodologias ativas que envolvam o estudante em situações reais de aprendizagem.

Os documentos curriculares revelam consonância entre Biologia e Estatística ao valorizarem a investigação, a análise de dados e a resolução de problemas.

Classificação das abordagens curriculares de acordo com os Documentos oficiais :

A análise dos documentos curriculares que orientam a Educação Básica revelam que Biologia e Estatística possuem especificidades próprias, mas também competências e habilidades comuns que possibilitam sua integração no ensino. Compreender essas características é essencial para o planejamento de propostas interdisciplinares fundamentadas.



Biologia na Educação Básica

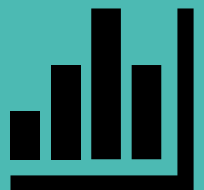
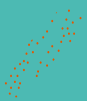
Ênfase em fenômenos naturais, diversidade da vida e processos vitais. Valorização da investigação científica, observação e experimentação.

Estatística na Educação Básica

Envolve coleta, organização, análise e interpretação de dados. Competências: pensamento crítico, leitura de gráficos e tabelas, tomada de decisões com base em dados reais.

Pontos de Convergência

Leitura crítica da realidade a partir de dados reais.
Potencial para projetos interdisciplinares com abordagem investigativa.

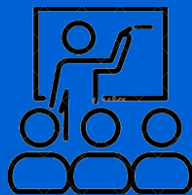


11

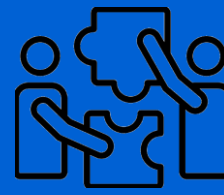
DO ENSINO TRADICIONAL A METODOLOGIA **ABP**

A forma como o conhecimento é ensinado e aprendido passou por transformações ao longo do tempo. No passado, o ensino era centrado na figura do professor como único transmissor do saber, enquanto os estudantes assumiam um papel passivo, limitando-se à memorização de conteúdo. Embora eficiente para determinados contextos, esse modelo muitas vezes dificultava a compreensão conceitual e a aplicação prática do conhecimento, resultando em desmotivação e altos índices de reprovação (Silva, 2017). Entre as décadas de 1950 e 1980, surgiram reflexões sobre a necessidade de reformulação no ensino. Nesse período, diversas correntes pedagógicas passaram a questionar os métodos tradicionais, defendendo abordagens mais ativas e participativas, que favorecessem o desenvolvimento crítico e a autonomia dos estudantes. Por volta de 1965, foi desenvolvida a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas no Canadá na Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de McMaster, como uma das alternativas ao ensino tradicional (Schmidt, 1993).

O ensino tradicional, centrado na memorização e na transmissão de conteúdos, limita a participação ativa dos estudantes. Já a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) propõe a investigação de situações reais, estimulando o pensamento crítico, a coleta e a análise de dados (Hmelo-Silver, 2004).



Tradicional



ABP

- Professor é o foco central;
- Linear e estruturado;
- Ensina-se do detalhe para o geral;
- Conhecimento é transmitido;
- Predomina memorização e repetição;
- Dependência do professor.

- O aluno é o centro;
- Contextual e dinâmico;
- Explora-se do geral para o específico;
- Conhecimento é construído;
- Estimula-se investigação e reflexão crítica;
- Promoção de autonomia.

46,6%

Menos da metade dos professores afirmam utilizar metodologias ativas como a ABP em suas aulas.

A maioria mesmo sabendo dos benefícios ainda recorre ao modelo tradicional de ensino.

(SANTOS *et al.*, 2022).

A ABP PODE AUXILIAR NA INTEGRAÇÃO

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) configura-se como uma metodologia de ensino que se estrutura em torno da **resolução de situações-problema reais próxima da realidade dos estudantes**, promovendo a autonomia e a participação ativa destes sujeitos (Marques; Cunha, 2022). A ABP desloca o foco para o estudante, entendido como agente central do processo de aprendizagem (Prince *et al.*, 2005). Dessa forma, o conhecimento deixa de ser meramente reproduzido e passa a ser construído coletivamente por meio de investigações, reflexões e debates que surgem a partir de problemas autênticos (BorochoVICIUS; Tassoni, 2021; Januário; Gomes, 2022).

Ao colocar o estudante no centro do processo, a ABP favorece uma construção colaborativa do conhecimento, pois o problema desempenha o papel de elemento motivador. Com base nessa motivação inicial, os discentes são instigados a identificar o que sabem, o que ainda precisam saber e como direcionar as investigações (Savery, 2006; Spada, 2019) e tornam-se mais participativos, elaboram hipóteses, levantam questionamentos e buscam soluções competitivas (Marques; Cunha, 2022; Rezende; Carrasco; Silva-Salse, 2022).



PILARES DA **ABP**

Contextualização

A ABP

parte de situações reais próxima da realidade dos estudantes

promovendo o engajamento do estudante desde o início da aprendizagem

1

Investigação

Investigar é essencial na ABP

Os alunos aprendem explorando, levantando hipóteses e analisando dados

2

Problematização

O problema instiga a curiosidade,

organiza o processo de estudo e dá sentido aos conteúdos

4

Colaboração

A cooperação entre os estudantes

Amplia a troca dos saberes

E fortalece o pensamento crítico coletivo

3

Protagonismo Estudantil

Decisões;

Definição de caminhos;

Construção de conhecimento com

Autonomia.

5

Integração de Saberes

A ABP permite que

Diferentes disciplinas se conectem

superando a fragmentação do currículo

6

Aprendizagem Baseada em Problemas

De acordo com Domingues e Santos Junior (2024) ao trabalhar com problemas cuidadosamente formulados e contextualizados, os estudantes são incentivados a explorar seu ambiente e a desenvolver habilidades que os capacitam para uma atuação consciente em diversas áreas: A aplicação da ABP no ensino não só potencializa o raciocínio lógico e a capacidade de analisar dados, mas também fomenta o desenvolvimento de uma postura crítica frente às questões sociais” (Domingues; Santos Junior, 2024). Complementando essa perspectiva, Iwan, Ibrohim e Rohman (2024), por meio de uma análise comparativa, os autores demonstram que a resolução de problemas reais promove um ambiente de aprendizagem mais dinâmico, permitindo aos alunos desenvolver habilidades de análise, síntese e avaliação crítica. Esses estudos também reforçam a ideia de que a ABP favorece uma aprendizagem significativa ao transformar o papel do professor em um mediador do processo educacional. A fundamentação teórica da ABP remonta aos estudos pioneiros de Neufeld e Barrows (1974) e Barrows e Tamblyn (1980), que introduziram a ideia de que a resolução de problemas pode transformar o ambiente educacional ao estimular a investigação e a criatividade dos estudantes. Prince *et al.* (2005) e Savery (2006), aprofundam essa discussão ao demonstrar que a ABP não apenas desenvolve competências cognitivas, mas também aprimora habilidades interpessoais, como o trabalho em equipe e a comunicação eficaz.

Hmelo-Silver (2004) reforça que, fundamentada em princípios construtivistas, a metodologia estimula os alunos a se engajarem na análise crítica de cenários complexos, o que contribui para uma aprendizagem que integra teoria e prática de forma orgânica e reflexiva. Além dos aspectos cognitivos e sociais, a ABP tem sido amplamente discutida por suas características e adaptabilidade em diferentes contextos educacionais. Moran (2015; 2018) demonstra que essa abordagem pode ser aplicada com sucesso tanto no Ensino Superior quanto no Ensino Fundamental e Médio, inclusive em ambientes virtuais. Essa flexibilidade evidencia o potencial transformador da ABP, que permite a integração de diversas áreas do conhecimento e estimula uma visão interdisciplinar, essencial para a formação de cidadãos críticos e atuantes.

[...] Ao promover a autoavaliação e a reflexão sobre as próprias limitações, essa metodologia prepara os estudantes para os desafios do mundo real, capacitando-os a gerenciar de forma independente os processos de aprendizagem e a solucionar problemas de maneira inovadora (Borochovcicius; Tassoni, 2021; Januário; Gomes, 2022).

A discussão sobre a ABP também se enriquece com as contribuições de Pereira, Anjos e Romeiro (2023) e Rezende, Carrasco; Silva-Salse (2022), que demonstram que uma aplicação dessa abordagem permite a integração de conteúdos de diferentes disciplinas, promovendo uma visão interdisciplinar do saber. Essa integração é fundamental para que os alunos possam compreender a complexidade das especificidades contemporâneas e desenvolver habilidades de análise crítica, permitindo a tomada de decisões fundamentadas em dados. Além disso, os estudantes desenvolvem não apenas habilidades técnicas, mas também uma postura crítica em relação às informações divulgadas na sociedade.

Essa abordagem, conforme ressaltado por Domingues e Santos Junior (2024), **contribui para a formação de indivíduos capazes de questionar e transformar a realidade em que vivem.** Por fim, uma reflexão sobre as bases epistemológicas e didáticas da ABP, como pensadas por Marques e Cunha (2022), ressalta a importância de uma prática pedagógica intencional e fundamentada. Essa visão crítica é essencial para que os educadores possam adaptar e inovar suas práticas, promovendo uma aprendizagem que não apenas prepara os alunos para o mercado de trabalho, **mas que também os formam como cidadãos críticos e conscientes das implicações sociais e éticas dos conhecimentos que adquirem.**

Etapas da ABP

1

Cenário
Do
Problema

2

Identificar
Os
Fatos

3

Gerar
As
Hipóteses

4

Identificar
As
Deficiências

5

Buscar
Novas
Informações

6

Definição
Das
Estratégias

7

Aplicar
Novos
Conhecimentos

8

Discussão
E
Avaliação

9

Conclusão

Fases: Aprendizagem Baseada em Problemas

Em termos gerais, as fases da ABP podem ser descritas de forma sequencial, embora, na prática, elas ocorram de maneira dinâmica e cíclica (Hmelo-Silver, 2004; Rezende; Carrasco; Silva-Salse, 2022). A seguir, aprofunda-se cada etapa, relacionando-se aos referenciais teóricos:

Formular e analisar o problema: O processo tem início com a apresentação de um problema contextualizado e, preferencialmente, suficientemente complexo para exigir uma investigação específica sendo este próximo da realidade local do estudante (Marques; Cunha, 2022).

Segundo Prince *et al.* (2005), um problema bem elaborado deve despertar a curiosidade dos alunos, motivando-os a considerar a importância de investigar o tema. Nesta fase, ocorre também uma discussão preliminar para definir a organização do trabalho, distribuindo papéis e delineando os encaminhamentos (Zhang *et al.*, 2024). Após esse primeiro contato, os estudantes discutem em grupo o que já sabem e identificam as lacunas existentes em seu conhecimento (Hmelo-Silver, 2004; Schmidt, 1993).

Com as deficiências identificadas, o grupo define metas claras e elabora um planejamento da investigação, decidindo quais fontes serão consultadas e como as informações serão organizadas, reforçando a autonomia e a responsabilidade coletiva (Prince *et al.*, 2005; Spada, 2019; Rezende; Carrasco; Silva-Salse, 2022).

Estudo autodirigido: Com o planejamento em mãos e os objetivos bem definidos, cada aluno ou pequenos subgrupos partem para a etapa de pesquisa. Nesta fase, os estudantes buscam informações em diversas fontes: livros, artigos, sites confiáveis, entrevistas e, quando aplicável, experimentos práticos - de formar a coleção dos dados necessários para preencher as lacunas identificadas (Zhang *et al.*, 2024; Januário; Gomes, 2022). Essa busca ativa é fundamental para o desenvolvimento de habilidades de pesquisa, análise crítica e interpretação dos dados (Hmelo Silver, 2004)

Discussão, avaliação e conclusão: Após a fase de pesquisa, o grupo se reúne para compartilhar os resultados e discutir as informações coletadas. Cada estudante apresenta as descobertas e as relações ao problema inicial, enriquecendo o debate com diferentes interpretações e a negociação de significados (Spada, 2019). Esse intercâmbio permite que teoria e prática se integrem, contribuindo para o refinamento das hipóteses e das declarações de um corpo teórico-prático que embasará a proposta de solução (Savery, 2006; Borochovcicius; Tortella, 2014). Em seguida, o grupo sintetiza o conhecimento adquirido, elaborando uma solução ou produto (Rezende; Carrasco; Silva-Salse, 2022; Pereira; Anjos; Romeiro, 2023).

Etapa Final

A etapa final envolve ainda uma avaliação formativa, na qual tanto o produto final quanto o percurso de aprendizagem são concretos. Por meio da autorreflexão, os participantes identificam os avanços, as tecnologias desenvolvidas e as áreas que ainda exigem melhorias, enquanto o feedback mútuo e o apoio do professor servem como base para a melhoria contínua e o aprofundamento. Embora as fases sejam descritas em sequência, numerosos autores (Hmelo-Silver, 2004; Rezende; Carrasco; Silva-Salse, 2022) destacam o caráter não linear do processo. Muitas vezes, o grupo retorna às fases anteriores quando percebe novas lacunas de conhecimento ou se depara com contradições diante de um problema não resolvido. Esse dinamismo faz parte da essência da ABP, reforçando a ideia de que a aprendizagem não se dá de forma linear e estanque, mas sim como um ciclo que pode ser retomado sempre que necessário (Marques; Cunha, 2022). Esse movimento cíclico e reflexivo não apenas contribui para a construção contínua do conhecimento, como também estimula o desenvolvimento de habilidades investigativas, colaborativas e críticas, fundamentais para uma aprendizagem mais significativa e autônoma.



Um processo não linear: A natureza cíclica da ABP

Embora as fases sejam descritas em sequência, numerosos autores (Hmelo-Silver, 2004; Rezende; Carrasco; Silva-Salse, 2022) destacam o caráter não linear do processo. Muitas vezes, o grupo retorna às fases anteriores quando percebe novas lacunas de conhecimento ou se depara com contradições diante de um problema não resolvido.

O erro também ensina

O retorno a fases anteriores não representa fracasso, mas aprofundamento do conhecimento.

Hmelo-Silver (2004)

ORIENTAÇÃO PARA PROFESSORES

A seguir, apresentamos um conjunto de etapas organizadas para orientar o trabalho docente com base na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), integrando os Ensinos de Biologia e Estatística de forma coerente com os documentos curriculares oficiais.

Cada etapa contempla objetivos claros, ações práticas e referenciados, possibilitando a aplicação de projetos investigativos que valorizam a leitura e análise de dados, o raciocínio científico e a contextualização de problemas reais.



Alguns Exemplos de temas para integrar Biologia e Estatística por meio da ABP

A partir da análise dos documentos curriculares, identificamos alguns temas que favorecem a integração entre o Ensino de Biologia e Estatística por meio da ABP. Esses temas promovem uma aprendizagem ativa, crítica e conectada à realidade dos estudantes, valorizando tanto os processos biológicos quanto o pensamento estatístico.



Alimentos Transgênicos:

Possibilita análises estatísticas de opiniões da comunidade, leitura de rótulos e discussão bioética.



Crescimento de Plantas :

Ideal para projetos experimentais com coleta de dados, construção de gráficos e uso de medidas estatísticas.

Saúde

Elaboração de questionários e aplicação na comunidade escolar.

Tabelas e gráficos sobre consumo alimentar, prática de esportes, saúde mental.

Cálculo de médias e porcentagens por turma, faixa etária ou turno, bem como uso de gráficos e tabelas.

ORIENTAÇÃO PARA PROFESSORES

2

Formulação do Problema

Objetivo: A criação do problema deve partir de uma situação autêntica, contextualizada e desafiadora, que funcione como catalisadora do aprendizado e mobilize tanto conhecimentos biológicos quanto procedimentos estatísticos.

Ações sugeridas

- Elaborar problemas que estejam ligados à **realidade local** e que exijam a coleta e análise de dados.
- Considerar situações que favoreçam o levantamento de hipóteses e possibilitem a validação com dados reais.
 - Priorize aqueles que gerem investigação empírica e integração entre os Ensinos de Biologia e Estatística.

Formulação do problema

Desenvolvendo habilidades com propósito

Habilidades:

Atrair o interesse dos alunos;

Haver correspondência entre conteúdos curriculares e aprendizagem;

Possuir funcionalidade;

Selecione situações-problema que envolvam fenômenos biológicos com dados quantificáveis;

Evitar problemas puramente conceituais.

- **EM13MAT301** Resolver e elaborar problemas do cotidiano, da Matemática e de outras áreas do conhecimento;
- **EM13MAT306** Resolver e elaborar problemas em contextos que envolvem fenômenos reais;
- **EM13MAT303** Coletar, organizar e analisar dados para interpretar fenômenos e apoiar decisões;
- **EM13MAT307** Utilizar noções de variabilidade e dispersão em análises de dados.
- **EM13CNT302** Analisar dados sobre mudanças nos ecossistemas para avaliar ações de mitigação;
- **EM13CNT101** Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos com base em modelos explicativos.
- **EM13CNT104** Investigar e interpretar variabilidade biológica em diferentes contextos;
- **EM13CNT201** Construir e testar hipóteses em investigações científicas.

O problema deve estabelecer vínculos com os conhecimentos prévios dos estudantes, ser relevante e incorporar elementos atuais que despertem seu interesse, por isso relacionado a realidade local, criando um ambiente propício à tomada de decisões e à participação ativa na resolução do desafio. A etapa inicial da ABP é fundamental nesse processo (Morais; Veloso, 2018).

ORIENTAÇÃO PARA PROFESSORES

3

Levantamento de hipótese e conhecimentos prévios

Mobilização inicial

Objetivo: Estimular os estudantes a refletirem sobre o problema proposto, relacionando-o aos conhecimentos prévios e desenvolvendo hipóteses iniciais a partir de evidências disponíveis.

Ações sugeridas

- Promover rodas de conversa guiadas, formulando perguntas abertas que relacionem o problema ao cotidiano dos estudantes.
- Solicitar que os estudantes construam mapas conceituais, listas de ideias ou linhas do tempo sobre o tema.
- Estimular o uso de mural colaborativo com hipóteses levantadas.
- Incentivar o levantamento de dados prévios, como pequenas observações, registros da comunidade, dados de pesquisas anteriores, ou experiências pessoais.

Levantamento de hipótese na ABP e conhecimentos prévios

A formulação de hipóteses mobiliza saberes interdisciplinares, estimulando o raciocínio lógico e investigativo dos estudantes, a relevância do problema preferencialmente não estruturado é essencial para manter o engajamento do grupo ao enfrentar tais desafios, os alunos devem considerar diferentes pontos de vista e construir justificativas para suas hipóteses, podendo discutir e refinar suas ideias até chegar a uma conclusão. (Marques; Cunha, 2022; Rezende; Carrasco; Silva-Salse, 2022).

- (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.

Recursos digitais sugeridos

Padlet – Criação de murais colaborativos online

Acesse:



Mentimeter – Enquetes, nuvens de palavras, votações interativas

Acesse:



ORIENTAÇÃO PARA PROFESSORES

4

Organização do plano investigativo

Objetivo: Planejar, em parceria com os estudantes, as estratégias de investigação científica, definindo com clareza quais dados serão coletados, os instrumentos e ferramentas que serão utilizados bem como os procedimentos e etapas para a organização, análise e interpretação dos dados.

Ações sugeridas

- Delimitar, com os estudantes, os dados a serem coletados e os instrumentos a serem utilizados.
- Planejar os procedimentos de coleta e registro das informações.
- Selecionar ferramentas tecnológicas para organização e análise estatística dos dados.
- Elaborar o plano de investigação de forma articulada entre os conteúdos de Biologia e Estatística.

Organização do plano investigativo

Nesta fase, ocorre também uma discussão preliminar para definir a organização do trabalho, distribuindo papéis e delineando os encaminhamentos (Zhang *et al.*, 2024). Após esse primeiro contato, os estudantes discutem o que já sabem e identificam as lacunas existentes no seu conhecimento em grupos (Hmelo-Silver, 2004; Schmidt, 1993).

Formação dos Grupos:

Funções: Cada subgrupo deve eleger um Coordenador e um Relator.

Coordenador: Lidera o subgrupo, assegura que os passos do ABP sejam seguidos e promove a participação de todos.

Relator: Documenta as discussões e apresenta os resultados do subgrupo.

Coordenador Central: escolhido entre os alunos ou indicado pelo professor, será responsável por integrar as atividades dos subgrupos.

(Rocha *et al.*, 2024).

Os PCNEM (1999) propõem o desenvolvimento de competências como levantar hipóteses, planejar investigações e analisar dados. As OCEM (2006) reforçam que os alunos devem participar da definição de instrumentos, estratégias e critérios de análise. As DCE-PR (2008) orientam que os estudantes assumam o protagonismo na formulação do problema e na organização dos dados, com mediação docente.

ORIENTAÇÃO PARA PROFESSORES

5

Estudo Autônomo

Objetivo: Desenvolver a autonomia investigativa dos estudantes, promovendo o protagonismo na busca e análise das informações relevantes ao problema.

Ações sugeridas

- Orientar os estudantes na **pesquisa em fontes confiáveis**;
- Organizar momentos de **trocas entre os grupos** para compartilhar descobertas.

ESTUDO AUTÔNOMO

- **BNCC** : o contribuir para a formação de jovens críticos e autônomos, entendendo a crítica como a compreensão informada dos fenômenos naturais e culturais, e a autonomia como a capacidade de tomar decisões fundamentadas e responsáveis. Para acolher as juventudes, as escolas devem proporcionar experiências e processos intencionais que lhes garantam as aprendizagens necessárias e promover situações nas quais o respeito à pessoa humana e aos seus direitos sejam permanentes
- **PCNEM (1999)**: Estimula o desenvolvimento da autonomia intelectual por meio da resolução de problemas e da construção ativa do conhecimento.
- **OCEM (2006)**: Reforçam o papel do estudante como sujeito da própria aprendizagem.

- Com o planejamento em mãos e os objetivos bem definidos, os subgrupos partem para a etapa de pesquisa.

Nesta fase, os estudantes buscam informações em diversas fontes: livros, artigos, sites confiáveis, entrevistas e quando aplicável, experimentos práticos, para preencher as lacunas identificadas (Zhang *et al.*, 2024; Januário; Gomes, 2022).

Essa busca ativa é fundamental para o desenvolvimento de habilidades de pesquisa, análise crítica e interpretação dos dados (Hmelo Silver, 2004).

Durante essa etapa, o papel do professor é ir auxiliando na superação de possíveis barreiras metodológicas e conceituais, mas sem oferecer respostas prontas, incentivando assim a autonomia dos estudantes (Schmidt, 1993; Lambros, 2002).

ORIENTAÇÃO PARA PROFESSORES

6

Coleta, análise e interpretação dos dados

Objetivo: Investigar dados com base em procedimentos estatísticos e analisá-los criticamente à luz dos conceitos biológicos envolvidos no problema.

Ações sugeridas

- Orientar a coleta de dados a partir de observações, experimentos, questionários;
- Auxiliar os estudantes na organização dos dados em planilhas ou tabelas.
 - Aplicar medidas estatísticas, construção de gráficos e tabelas;
- Estimular a relação entre os dados e o fenômeno biológico investigado.

Integração entre

BIOLOGIA E ESTATÍSTICA

NA ETAPA DE COLETA, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

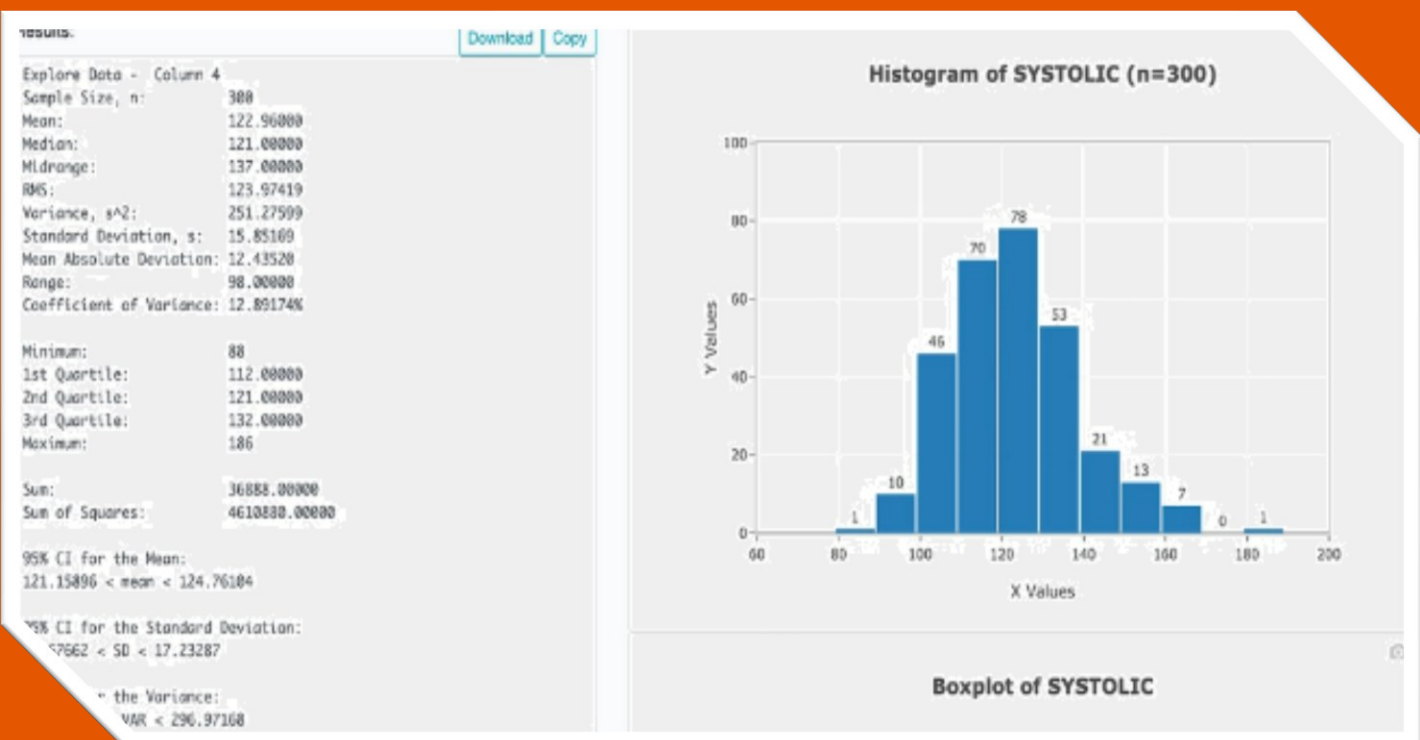
Problemas reais, como estudos de impacto ambiental, análise do crescimento de plantas, ou investigações epidemiológicas, requerem não apenas observações empíricas, mas também a organização, sistematização e análise dos dados obtidos. Nessa perspectiva, **a coleta e o tratamento estatístico dos dados assumem papel formativo**, pois exigem dos estudantes habilidades como, a definição de variáveis, o uso de tabelas, gráficos e medidas estatísticas, tudo isso contextualizado no fenômeno biológico investigado.

Esse processo, ao articular a leitura da realidade biológica com ferramentas estatísticas, favorece o desenvolvimento de habilidades como a formulação de hipóteses, o raciocínio lógico e a tomada de decisão com base em evidências (Borochovicus; Tassoni, 2021).

Essa proposta também se ancora nos documentos curriculares. A **BNCC (2018)**, por exemplo, por meio das habilidades: (EM13MAT202) orienta planejar e executar pesquisa usando dados coletados ou de diferentes fontes sobre questões relevantes atuais, incluindo ou não, apoio de recursos tecnológicos, e comunicar os resultados por meio de relatório contendo gráficos e interpretação das medidas de tendência central e das de dispersão (EM13MAT408) Construir e interpretar tabelas e gráficos de frequências, com base em dados obtidos em pesquisas por amostras estatísticas, incluindo ou não o uso de softwares que inter-relacionem estatística..Competência 3: competência específica, espera-se que os estudantes possam se apropriar de procedimentos de coleta e análise de dados mais aprimorados, como também se tornar mais autônomos no uso da linguagem científica. (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. Os **PCNEM (1999)** e as **OCEM (2006)** também reforçam a importância da leitura crítica de dados e da autonomia investigativa como elementos estruturantes da formação científica.

Recursos digitais sugeridos:

STATISTIKI ONLINE



Acesso:



Para saber mais:



ORIENTAÇÃO PARA PROFESSORES

7

Produção de soluções e comunicação científica

Objetivo: Apresentar soluções e comunicar descobertas com base em dados científicos, integrando conteúdos de Biologia e Estatística.

Ações sugeridas

- Elaborar relatórios científicos, infográficos, gráficos interativos, podcasts ou vídeos, destacando o vínculo entre fenômenos biológicos e as análises estatísticas realizadas.

A resolução dos problemas

Nessa perspectiva, os estudantes são estimulados a integrar saberes diversos, trabalhar com diferentes paradigmas científicos e propor soluções que considerem aspectos éticos, conceituais e práticos (Barrows & Tamblyn, 1980; Barell, 2007)

Nesse contexto, a integração entre Biologia e Estatística se mostra especialmente frutífera, pois permite ao estudante analisar dados quantitativos para compreender fenômenos biológicos, desenvolvendo competências investigativas e ampliando sua capacidade de interpretar informações de forma crítica e contextualizada. Essa articulação fortalece o ensino interdisciplinar ao conectar teoria e prática, contribuindo para uma formação científica mais significativa e próxima da realidade dos alunos.

ORIENTAÇÃO PARA PROFESSORES

8

Avaliação formativa e reflexão coletiva

Objetivo: Refletir sobre o processo de integração entre Biologia e Estatística e avaliar o percurso da aprendizagem.

Ações sugeridas

- Estimular reflexões sobre como os dados estatísticos ajudaram na compreensão dos fenômenos biológicos.
- Incluir critérios como: interpretação de dados, clareza científica e relevância das conclusões.

Você já pensou como avaliar na ABP?

A adoção da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) exige uma reconfiguração das práticas avaliativas, uma vez que seu foco vai além da simples aquisição de conteúdos conceituais: A avaliação nessa abordagem deve contemplar o desenvolvimento de competências cognitivas, como a capacidade de interpretar situações reais com base em fundamentos científicos, o uso de estratégias de raciocínio para a resolução de problemas e o fortalecimento da autonomia por meio de aprendizagens autorreguladas e autodirigidas (Delisle, 2000; Carvalho, 2009).



Avaliação formativa e contínua

Outro ponto importante é que o professor tutor compreenda que, na ABP, é fundamental que os alunos se mostrem capazes de desenvolver suas competências para pensar de forma crítica e contextualizada; analisar e sintetizar as informações, construir uma argumentação sólida, justificando bem seus resultados e produzindo conhecimento de forma autônoma; interagir de forma colaborativa; demonstrar organização na apresentação dos resultados e saber comunicar, com clareza e confiança, os resultados alcançados, tanto na modalidade escrita quanto na modalidade oral (Delisle, 2000; Carvalho, 2009).

O professor tutor deve coordenar as atividades de forma que a avaliação dos estudantes **ocorra durante todo o processo**, lançando mão dos recursos didáticos disponíveis, com o objetivo de conhecer as impressões dos estudantes e as dificuldades ou facilidades que estes apresentam em sua aprendizagem. Ao final, a análise das avaliações realizadas pelo professor tutor, ao longo do percurso, é fundamental para a tomada de decisões ou medidas corretivas que permitam melhorar a proposta de trabalho para a próxima turma de estudantes e proceder a uma reflexão sobre as relações tutor-estudante, tutor-conhecimento, estudantes-estudantes e estudantes-conhecimento.

Sugestão de Avaliação

Critério Avaliado	Indicador de Desempenho	Documento/Habilidade
Clareza na contextualização e relevância do problema.	O estudante compreende a situação apresentada, reconhece seu vínculo com a realidade e consegue levantar questões iniciais.	BNCC Habilidade: • EM13CNT301.
1. Cenário do problema		

Critério Avaliado	Indicador de Desempenho	Documento/Habilidade
Ativação de conhecimentos prévios e levantamento de informações relevantes.	O estudante conecta saberes anteriores com a situação problema e identifica dados iniciais para investigação.	DCE-PR (2008) – Valorizar o conhecimento prévio.
2. Levantamento de fatos		

Critério Avaliado	Indicador de Desempenho	Documento/Habilidade
Formulação lógica e fundamentada de hipóteses	O estudante propõe hipóteses coerentes com a situação, apoiadas em dados, vivências ou conhecimentos.	BNCC habilidade: • EM13CNT301.

3. Geração de hipótese

Critério Avaliado	Indicador de Desempenho	Documento/Habilidade
Organização e viabilidade do plano investigativo.	O plano detalha os passos da pesquisa, métodos, ferramentas e justificativas.	PCNEM (1999) – Selecionar estratégias de investigação.

4. Plano de investigação

Critério Avaliado	Indicador de Desempenho	Documento/Habilidade	5. Coleta e análise de dados
Uso de ferramentas e análise estatística	O estudante organiza e analisa dados com clareza.	BNCC habilidades: EM13MAT202; EM13MAT408; EM13MAT409	

Critério Avaliado	Indicador de Desempenho	Documento/Habilidade	6. Tomada de decisão
Proposição de soluções baseadas em dados biológicos e estatísticos.	As decisões/sugestões apresentadas são fundamentadas em evidências coletadas, organizadas e interpretadas.	OCEM (2006) – Interpretar informações científicas com base em dados e evidências.	

Critério Avaliado	Indicador de Desempenho	Documento/Habilidade	
Clareza na argumentação científica e uso de linguagem técnica.	A apresentação expõe raciocínios baseados em evidências com uso adequado de dados, mesmo que contenha reformulações. O retorno ao problema, quando necessário, indica aprofundamento e não falha.	DCE-PR (2008) – Expressar ideias, conclusões e soluções com base em linguagem científica.	7. Apresentação final

Critério Avaliado	Indicador de Desempenho	Documento/Habilidade	
Aprendizado com base no processo e solução do problema.	O desempenho é avaliado pelo percurso, pela postura investigativa e pela capacidade de rever e aprofundar ideias, e não apenas pela conclusão do problema.	BNCC habilidade: EM13MAT301.	8. Conclusão

Recursos digitais sugeridos:

Acesse a planilha de acompanhamento sobre Rubricas de Avaliação:



(EMIFCG07) Reconhecer e analisar questões sociais, culturais e ambientais diversas, identificando e incorporando valores importantes para si e para o coletivo que assegurem a tomada de decisões conscientes, consequentes, colaborativas e responsáveis

Apesar dos benefícios significativos, cabe ressaltar que a eficácia da ABP depende de um planejamento cuidadoso. A seleção dos problemas, a construção de materiais de apoio, a formação de grupos equilibrados e a mediação docente adequada são fatores que influenciam diretamente o sucesso da abordagem (Prince et al., 2005). Além disso, questões de disponibilidade de tempo, recursos institucionais e formação docente específica também podem impactar a implementação.

Principais vantagens e dificuldades da ABP

Vantagens da ABP

- **Maior motivação e engajamento:** A abordagem ativa e dinâmica estimula o interesse dos estudantes, especialmente por permitir a resolução de problemas reais e significativos, conectados com suas experiências e possíveis futuras profissões (Margetson, 1997; Barell, 2007; O'Grady *et al.*, 2012).
- **Aprendizagem significativa e integrada:** Ao relacionar novos conteúdos com conhecimentos prévios, a ABP favorece a compreensão mais profunda, a fixação e a aplicação do saber em diferentes contextos (Delisle, 2000; Woods, 2002; Carvalho, 2009).
- **Desenvolvimento do pensamento crítico:** Por meio da investigação, análise de informações e tomada de decisões fundamentadas, os alunos ampliam sua capacidade de pensar de forma crítica e criativa (Margetson, 1997; Delisle, 2000; Carvalho, 2009).
- **Aprimoramento das relações interpessoais:** O trabalho em grupo e o diálogo constante promovem o desenvolvimento de habilidades de convivência, empatia, comunicação e cooperação (Woods, 2002; Carvalho, 2009).

Dificuldades da ABP

- **Insegurança diante da mudança metodológica:** A transição de um modelo tradicional para uma abordagem ativa pode gerar dúvidas e resistência tanto por parte de professores quanto de alunos (Margetson, 1997; Barell, 2007).
- **Demanda por tempo maior:** O processo investigativo e reflexivo exige mais tempo de aula e preparação, o que pode ser um desafio diante de currículos engessados e cargas horárias reduzidas (Delisle, 2000; Carvalho, 2009).
- **Necessidade de revisão curricular:** Para que a ABP seja efetiva, o currículo precisa permitir abordagens integradoras e flexíveis, o que nem sempre acontece nos sistemas educacionais vigentes (Barrett & Moore, 2011; Woods, 2002).
- **Carência de infraestrutura e recursos:** A implementação da ABP demanda materiais didáticos atualizados, acesso à internet e espaços adequados para o trabalho em grupo, o que pode exigir maior investimento institucional (Margetson, 1997).

CONCLUSÃO

Este material foi desenvolvido com o objetivo de apoiar docentes da Educação Básica na implementação de práticas pedagógicas integradoras entre os componentes curriculares de Biologia e Estatística, a partir da metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). A proposta nasce da constatação de lacunas nos documentos curriculares e na literatura científica, que pouco exploram a articulação entre essas áreas do conhecimento, apesar da ênfase na interdisciplinaridade e na resolução de problemas. A ABP mostrou-se uma abordagem potente para promover essa integração, ao aproximar os estudantes de situações reais e estimular o uso da análise de dados como ferramenta para compreender fenômenos biológicos. A estrutura apresentada neste material permite ao docente conduzir experiências significativas, desenvolvendo habilidades previstas nos documentos curriculares, como o pensamento científico, crítico e criativo.

Recomenda-se que este material seja utilizado de forma flexível, respeitando as especificidades do contexto escolar, dos recursos disponíveis e das características da turma. Sugere-se, ainda, que os professores adaptem os problemas de acordo com a realidade local, elaborem novas situações de aprendizagem integradas e compartilhem experiências que possam enriquecer futuras versões deste material.

REFERÊNCIAS

- ACHAPPA, S.; et al. Implementation of Project-Based-Learning (PBL) approach for bioinformatics laboratory course. *Journal of Engineering Education Transformations*, v. 33, p. 247-252, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.16920/jeeet/2020/v33i0/150154>. Acesso em: 28 jan. 2025.
- BARELL, J. Problem-based learning: an inquiry approach. Thousand Oaks: Corwin Press, 2007.
- BARRETT, T.; MOORE, S. New approaches to problem-based learning: revitalising your practice in higher education. New York: Routledge, 2011.
- BARROWS, H. S.; TAMBLYN, R. M. Problem-Based Learning: an approach to medical education. New York: Springer, 1980.
- BOROCHOVICIUS, E.; TASSONI, E. C. Aprendizagem Baseada em Problemas: uma experiência no ensino fundamental. *Educação em Revista*, v. 37, 2021.
- BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. *Ensaio - Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 83, p. 263-294, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-40362014000200002>. Acesso em: 28 jan. 2025.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental*. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. *PCN+: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2006.
- CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2009.
- DELISLE, R. How to use Problem-Based Learning in the classroom. Alexandria: ASCD, 2000.
- DOCHY, F.; et al. Efeitos da Aprendizagem Baseada em Problemas: uma meta-análise. *Aprendizagem e Instrução*, v. 13, n. 5, p. 533-568, 2003.
- DOMINGUES, M. A. F. G.; SANTOS JÚNIOR, G. Contribuições da Aprendizagem Baseada em Problemas no contexto da educação estatística crítica. *Boletim de Conjuntura (BOCA)*, Boa Vista (AC), v. 56, p. 48-74, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13667441>. Acesso em: 25 jan. 2025.

- HMLO-SILVER, C. E. Problem-Based Learning: what and how do students learn? *Educational Psychology Review*, v. 16, n. 3, p. 235-266, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>. Acesso em: 25 fev. 2025.
- IWAN, S. B.; IBROHIM, E.; ROHMAN, F. The effectiveness of the Problem-Based Learning model to enhance students' critical thinking skills on conservation biology courses. *Journal Penelitian Pendidikan IPA*, v. 10, n. 8, p. 4641-4649, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i8.6959>. Acesso em: 25 fev. 2025.
- JANUÁRIO, L. H. N.; GOMES, A. C. F. ABP no ensino superior e os desafios na atual conjuntura educacional brasileira. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 41, 2022.
- JAGANATHAN, S.; BHUMINATHAN, P.; RAMESH, M. Problem-Based Learning: an overview. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, v. 16, supl. 2, p. S1435-S1437, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_820_23. Acesso em: 25 fev. 2025.
- KUMAR, D. V.; et al. Infusing the axioms of clinical reasoning while designing clinical anatomy case vignettes teaching for novice medical students: a randomised cross over study. *Anatomy & Cell Biology*, v. 53, n. 2, p. 151-161, 2020. Disponível em: <https://acbjournal.org/journal/view.html?doi=10.5115/acb.19.199>. Acesso em: 28 jan. 2025.
- LAMBROS, A. Problem-Based Learning in middle and high school classrooms: a teacher's guide to implementation. Califórnia: Corwin Press, 2002.
- LEWIS, M.; POWELL, J. Yeast for mathematicians: a ferment of discovery and model competition to describe data. *Bulletin of Mathematical Biology*, v. 79, p. 356-382, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11538-016-0236-3>. Acesso em: 25 fev. 2025.
- LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V.; ALVES, N. G. Aprendizagem Baseada em Problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores. Rio de Janeiro: Publiki, 2019.
- MARGETSON, D. Why is Problem-Based Learning a challenge? In: *Educational Philosophy and Theory*, v. 29, n. 1, p. 38-48, 1997.
- MARQUES, G. Q.; CUNHA, M. B. Abordagem, metodologia, método, estratégia, técnica ou recurso de ensino: como definir a Aprendizagem Baseada em Problemas? *Revista Prática Docente*, v. 1, e018, 2022. Disponível em: <http://doi.org/10.23926/RPD.2022.v7.n1.e018.id1436>. Acesso em: 25 jan. 2025.
- MORAN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. *Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania*, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.
- MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018.

- O'GRADY, G.; et al. One-day, one-problem: an approach to problem-based learning. Singapore: Springer, 2012.
- PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. *Diretrizes Curriculares da Educação Básica*. Curitiba: SEED, 2008.
- PEREIRA, W. O.; ANJOS, R. E.; ROMEIRO, M. A. Aprendizagem Baseada em Problemas: surgimento, disseminação internacional e sua chegada ao Brasil. *Boletim de Conjuntura (BOCA)*, v. 15, n. 44, 2023.
- PRINCE, K. F. A. H.; et al. Does problem-based learning lead to deficiencies in basic science knowledge? An empirical case on anatomy. *Medical Education*, v. 37, p. 15-21, 2005.
- REZENDE, A. A.; CARRASCO, E.; SILVA-SALSE, A. Utilização da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) para o desenvolvimento do Pensamento Crítico (PC). *Boletim de Conjuntura (BOCA)*, Boa Vista (PA), v. 15, n. 44, p. 115-130, 2022.
- ROBEVA, R. S.; JUNGCK, J. R. Fascination with fluctuation: Luria and Delbrück's legacy. *Axioms*, v. 12, n. 3, 280, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/axioms12030280>. Acesso em: 28 jan. 2025.
- SANTAOLALLA, E.; et al. Interdisciplinarity in teacher education: evaluation of the effectiveness of an educational innovation project. *Sustainability*, v. 12, n. 17, p. 6748, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12176748>. Acesso em: 24 jan. 2025.
- SANTOS, J. B. dos; SILVA, M. F.; ALMEIDA, R. A.; OLIVEIRA, T. P. Metodologias ativas e a prática docente: percepções de professores sobre sua utilização. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 13, e347111338347, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i13.34794>.
- SAVERY, J. R. Modelos pedagógicos comparativos de Aprendizagem Baseada em Problemas. In: MOALLEM, M.; DABBAGH, N. (Eds.). *O manual Wiley de Aprendizagem Baseada em Problemas*. Hoboken: Wiley, 2019. p. 81-104. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781119173243.ch4>. Acesso em: 24 jan. 2025.
- SCHMIDT, H. G. Fundamentos da Aprendizagem Baseada em Problemas: algumas notas explicativas. *Educação Médica*, v. 27, p. 422-432, 1993.
- SEVERINO, A. J. O conhecimento pedagógico e a interdisciplinaridade: o saber como intencionalização da prática. In: FAZENDA, I. C. A. (Org.). *Didática e interdisciplinaridade*. 8. ed. Campinas: Papirus, 2003. p. 31-44.
- SPADA, A. B. D. Metodologias ativas de aprendizagem: um estudo com professores de matemática na graduação. 2019. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Anhanguera, São Paulo, 2019.
- STROBEL, J.; VAN BARNEVELD, A. When is PBL more effective? A meta-synthesis of meta-analyses comparing PBL to conventional classrooms. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, v. 3, n. 1, p. 44-58, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1046>. Acesso em: 22 jan. 2025.

YAN, Q.; et al. Learning effectiveness and satisfaction of international medical students: introducing a hybrid-PBL curriculum in biochemistry. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, v. 45, n. 4, p. 336-342, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bmb.21046>. Acesso em: 22 jan. 2025.

ZHANG, W.; et al. Comparing the effects of team-based and Problem-Based Learning strategies in medical education: a systematic review. *BMC Medical Education*, v. 24, n. 172, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05107-9>. Acesso em: 22 jan. 2025.