

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS A.C. SIMÕES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

VICTOR DANIEL FIRMINO DOS SANTOS TAVARES

**Sequências didáticas como ferramenta para o ensino de Biotecnologia Microbiana no
Ensino Médio**

Maceió-AL
2023

VICTOR DANIEL FIRMINO DOS SANTOS TAVARES

Sequências didáticas como ferramenta para o ensino de Biotecnologia Microbiana no Ensino Médio

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial à obtenção do título de licenciado em Ciências Biológicas

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Melissa Fontes Landell

Maceió-AL

2023

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário: Jone Sidney A. de Oliveira – CRB-4 – 2062

T231s Tavares, Victor Daniel Firmino dos Santos.
 Sequências didáticas como ferramenta para o ensino de Biotecnologia
 microbiana no Ensino Médio / Victor Daniel Firmino dos Santos Tavares.
 – 2023.
 50 f. : il. color.

 Orientadora: Melissa Fontes Landell.
 Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas:
 Licenciatura) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências
 Biológicas e da Saúde. Maceió, 2023.

 Bibliografia: f. 44-48.
 Apêndices: f. 49-50.

 1. Biotecnologia. 2. Alfabetização Científica. 3. Microbiologia. 4.
 Sequência didática.. I. Título.

CDU: 37 : 579.2

AGRADECIMENTOS

Gostaria de dedicar este espaço para expressar minha gratidão a todos aqueles que contribuíram para o desenvolvimento e conclusão do meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Em primeiro lugar, expresso minha sincera gratidão à minha orientadora, Prof^a Dr^a. Melissa Fontes Landell, pela sua orientação valiosa e constante ao longo do processo de elaboração deste trabalho. Sua experiência, conhecimento e paciência foram fundamentais para aprimorar minha pesquisa e conduzi-la ao sucesso.

Agradeço também aos professores que dedicaram seu tempo para contribuir com sugestões valiosas para aprimorar minha formação. Suas observações e críticas construtivas me ajudaram a aperfeiçoar minha trajetória e expandir meu conhecimento na área. Além disso, não posso deixar de agradecer aos meus familiares e amigos pelo apoio incondicional ao longo de toda minha jornada acadêmica. Seus incentivos, encorajamentos e palavras de ânimo foram fundamentais para manter minha motivação e determinação durante os momentos desafiadores.

Também quero expressar minha gratidão aos colegas de curso e a todos aqueles que compartilharam seus conhecimentos e experiências ao longo desses anos. A troca de ideias e discussões estimulantes foram essenciais para o desenvolvimento do meu TCC, e sou grato por ter tido a oportunidade de aprender com vocês.

Por fim, gostaria de agradecer à UFAL pela oportunidade de realizar este trabalho e pela formação acadêmica de qualidade que recebi ao longo de todos esses anos. E também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ). Este trabalho faz parte do projeto "Leveduras do INCT: Biodiversidade, preservação e inovação biotecnológica", financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo #406564/2022-1.

RESUMO

As sequências didáticas (SDs) são um conjunto de metodologias e estratégias didáticas que, quando associadas, por exemplo, ao ensino de biotecnologia, traduzem as transformações que estão ocorrendo no processo de ensino e aprendizagem. Tendo em vista que a biotecnologia apresenta uma gama de possibilidades e aplicações, somente uma estratégia didática não seria suficiente para auxiliar na compreensão de determinados conteúdos e conceitos. Dessa forma, as SDs podem transpor algumas barreiras que compõem o ensino tradicional ao propor uma ferramenta de ensino que desperta a curiosidade no aluno. Com base nesses aspectos, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica narrativa buscando identificar a importância das SDs empregadas no Ensino Médio para o Ensino de Biotecnologia Microbiana. Além disso, propor uma SD para o ensino de Microbiologia com enfoque biotecnológico. Para entender tais aspectos, foram coletados artigos por meio de buscas no *Google Acadêmico* e *Scielo*, além de um mapeamento em trabalhos publicados no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Nesse contexto, foram mapeados e revisados trabalhos da literatura entre os anos de 2009 e 2023. A partir do mapeamento e revisão, foram encontrados 14 artigos e 5 trabalhos publicados no ENPEC. Os artigos e trabalhos foram analisados a partir da Análise Textual Discursiva (ATD). Por meio dessa abordagem, foram analisados os seguintes aspectos: 1. Duração da SD; 2. Temática/conteúdo abordado; 3. Relação das estratégias didáticas com os objetivos propostos; 4. Modelo avaliativo utilizado nas SDs; 5. Presença da perspectiva da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Dentre os artigos analisados, a duração das SDs, estratégias utilizadas e métodos avaliativos ainda permanecem não tão bem explícitos, mesmo nos artigos publicados mais recentemente, que evidenciam a necessidade de um maior rigor na elaboração e estruturação de planejamentos de ensino na forma de SD. Essas três categorias estão relacionadas, pois o desenvolvimento de SDs precisa estar pautado em um bom planejamento. Observou-se que os modelos avaliativos empregados nos artigos e trabalhos analisados apresentaram dificuldades em realizar avaliações que abranjam os aspectos atitudinais e procedimentais, visto que grande parte dos documentos analisados abordam a avaliação conceitual como principal. Embora tenha havido um crescimento no número de trabalhos realizados nos últimos anos, particularmente nos últimos três anos, a investigação sobre a implementação de estratégias no ensino de biotecnologia microbiologia baseadas em SDs ainda é limitada a artigos específicos e no ENPEC. Nesse contexto, a partir das análises dos artigos e dos trabalhos ENPEC, observou-se que as SDs são ferramentas importantes no processo de ensino e aprendizagem, visto a diversidade de estratégias didáticas que auxiliam o estudante a compreender o conteúdo. Além disso, essas SDs promovem inovações metodológicas e avaliativas que beneficiam o ensino, exigindo resiliência e curiosidade dos professores na sua implementação. Dessa maneira, proporcionam uma estrutura organizada para explorar os conceitos e práticas da biotecnologia, permitindo que os estudantes se envolvam ativamente na aprendizagem, promovendo a ampliação do senso crítico dos alunos e estabelecendo um ensino por investigação e com isso reduz a utilização de aulas tradicionais e modelos bancários de ensino, que pretendem “transmitir” conhecimentos.

Palavras-chave: Biotecnologia; Alfabetização Científica; Microbiologia; Sequência didática.

ABSTRACT

Didactic sequences (DSs) are a set of didactic methodologies and strategies that, when combined in the teaching of biotechnology, reflect the transformations occurring in the teaching and learning process. Since biotechnology offers a range of possibilities and applications, more than a single didactic strategy would be required to assist in understanding certain content and concepts. Thus, DSs can overcome some of the barriers inherent in traditional teaching by offering a teaching tool that sparks student curiosity. Based on these aspects, the present study aimed to conduct a narrative literature review to identify the importance of DSs used in High Schools for Microbial Biotechnology Education and propose a DS for microbiology education with a biotechnological focus. Articles were collected through searches on Google Scholar and Scielo, as well as a mapping of papers published at the National Meeting on Research in Science Education (ENPEC) to understand these aspects. In this context, articles and papers published between 2009 and 2023 were mapped and reviewed. The mapping and review found 14 articles and five papers published at ENPEC. The articles and papers were analyzed using Discourse Textual Analysis (DTA). This approach analyzed the following aspects: 1. Duration of the DS; 2. Thematic/content covered; 3. Relationship of didactic strategies to the proposed objectives, 4. The evaluative model used in the DSs, and 5. Presence of the perspective of Science, Technology, and Society (STS) and Science, Technology, Society, and Environment (STSE). Among the analyzed articles, the duration of the DSs, strategies used, and evaluative methods remain implicit, even in more recently published articles, highlighting the need for greater rigor in developing and structuring teaching plans in the form of DSs. These three categories are interconnected because the development of DSs needs to be based on thorough planning. It was observed that the evaluative model used in the analyzed articles and papers needs help in assessing attitudinal and procedural aspects, as a significant portion of the documents analyzed primarily focus on conceptual evaluation. Although there has been an increase in the number of studies conducted in recent years, particularly in the last three years, research on implementing strategies in teaching microbiology-based biotechnology through DSs still needs to be expanded. In this context, in the analysis of articles and ENPEC papers, DSs are important tools in the teaching and learning process due to the variety of didactic strategies that help students grasp the content. Furthermore, these sequences promote methodological and evaluative innovations that benefit education, requiring resilience and curiosity from teachers in their implementation. In this way, they provide an organized framework for exploring biotechnology concepts and practices, enabling students to engage in learning actively, fostering the expansion of students' critical thinking, and establishing an inquiry-based education, thereby reducing the use of traditional lectures and banking models of teaching, which aim to "transmit" knowledge.

Keywords: Biotechnology; Scientific Literacy; Microbiology.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Temáticas abordadas nos estudos analisados nos artigos e no ENPEC.....	27
Gráfico 2	Estratégias abordadas nas sequências didáticas.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Tempo de desenvolvimento das sequências didáticas encontrado nos artigos/trabalhos analisados.....	27
----------	--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Relação dos trabalhos/artigos selecionados para o estudo.....	24
Quadro 2	Organização da sequência didática utilizando os três momentos pedagógicos (3MPs).....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Esquema simplificado da gamificação na abordagem investigativa.....	33
----------	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisas e Educação e Ciências
SD	Sequência Didática
EM	Ensino Médio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS DO TRABALHO	16
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1 Os papéis e desafios para o ensino de Biotecnologia	17
3.2 Microrganismos no ensino de Biotecnologia	18
3.3 Sequências didáticas (SDs)	19
3.4 Alfabetização científica	20
4. METODOLOGIA	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
5.1 Sequências didáticas no ensino de Biotecnologia Microbiana	25
5.2 Análise das sequências didáticas	27
4.2.1 Duração das sequências didáticas	27
5.2.2 Temática/conteúdo abordado.....	28
4.2.3 Relação das estratégias didáticas com os objetivos propostos	29
5.2.4 Modelo avaliativo utilizado nas SDs	35
5.2.5 Presença da perspectiva CTS e CTSA nas SDs.....	38
5.3 Proposta de uma sequência didática no ensino de Biotecnologia Microbiana	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
6. REFERÊNCIAS	44
APÊNDICE A – PREPARAÇÃO DA AULA PRÁTICA	49

1. INTRODUÇÃO

A biotecnologia tem faces diversificadas, podendo ser abordada de diversas maneiras, tendo em vista suas possíveis aplicações (SILVA et al., 2014). Além disso, a abrangência e importância da biotecnologia pode estar atrelada às mais diversas áreas de nossas vidas, como por exemplo, na saúde, agricultura e na indústria alimentícia (BORÉM, 2005). Desse modo, notamos que devido a importância da área, é necessário melhorar o entendimento do que já existe sobre o tema.

Os avanços que os estudos e aperfeiçoamentos da biotecnologia podem trazer traduzem-se na sua capacidade em manipular e utilizar microrganismos de modo que auxiliem no desenvolvimento social, econômico e ambiental (REIS, 2005). Nesse contexto, a abordagem de conteúdos relacionados a biotecnologia em salas de aulas pode permitir a compreensão dos possíveis desdobramentos que a biotecnologia apresenta, como aponta Scandelari:

[...] Diante do surgimento de tais controvérsias no âmbito da biotecnologia e tendo em vista os aspectos políticos, econômicos, sociais e ambientais relacionados à presença destas técnicas no contexto atual, torna-se imprescindível abordar conhecimentos científicos junto aos estudantes da educação básica que os permitam compreender tanto os processos relacionados aos produtos que eles consomem, quanto os impactos. (SCANDELARI, ALVES, 2021, p. 94.)

Nesse sentido, os processos educativos necessitam de modificações. Segundo Krasilchik (2004), transformações de aulas tradicionais são fundamentais para o melhor processo de ensino-aprendizagem. Uma vez que a biotecnologia apresenta diversas faces, as metodologias ativas são estratégias que fornecem ao aluno a possibilidade de ser objeto central do processo de aprendizagem. Segundo Gadotti (2000), as aulas tradicionais muitas vezes desprezam o aluno como protagonista do conhecimento.

Dessa forma, diferentes metodologias podem ser utilizadas para que o processo de ensino e aprendizagem seja mais vantajoso para o aluno, de modo que permita ao mesmo tornar-se promotor e protagonista de seu conhecimento (FREIRE, 2003). É importante também para desenvolver o senso científico, tendo em vista que a investigação-ação torna a aprendizagem mais elaborada por parte dos alunos, aprimorando seu pensamento de maneira lógica e crítica (SASSERON; CARVALHO, 2011).

O ensino tradicionalmente adotou uma abordagem “bancária” de educação, na qual os estudantes são vistos como receptores de conhecimento, enquanto os professores são considerados detentores exclusivos do saber (Freire, 1996). No entanto, Alves (2018) argumenta que, para que a Sequência Didática (SD) se torne um meio facilitador de aprendizagem, é crucial que ela seja embasada por uma fundamentação teórica e metodológica explícita. Além disso, é essencial que se leve em conta o contexto social e instrucional no qual é implementada, a fim de evitar que se baseie exclusivamente nas experiências individuais de cada professor ou pesquisador.

Segundo Zabala, (1998), as SDs são propostas como um conjunto de atividades que estão ordenadas e bem articuladas para que seja possível atingir um ou mais objetivos educacionais. Desse modo, as SDs podem transpor algumas barreiras que compõem o ensino tradicional ao propor uma ferramenta de ensino que desperta no aluno a curiosidade (SANTOS; PRUDÊNCIO, 2020). Nesse contexto, o planejamento das atividades deve contemplar o senso comum advindo dos estudantes, visto que as ideias iniciais dos estudantes podem não ser verdadeiras ou comprovadas cientificamente, e na maioria das vezes não o são, mas têm uma importância fundamental, pois podem evoluir para se tornarem tais. No entanto, é possível que os alunos precisem abandonar certas concepções prévias para construir novos conceitos científicos - nesse caso, a intervenção do papel do professor é crucial (MOREIRA, 2006).

Desta forma, a utilização de SDs como ferramentas para auxiliar o ensino de biotecnologia visa integrar os alunos e torná-los protagonistas de seu aprendizado. Com base nesses aspectos, o presente trabalho teve como objetivo: i) realizar uma revisão bibliográfica narrativa buscando identificar a importância das SDs no Ensino Médio com ferramentas para o ensino de biotecnologia; ii) desenvolver uma SD para o ensino de biotecnologia, propondo algumas atividades que podem auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de estudantes do Ensino Médio.

2. OBJETIVOS DO TRABALHO

Objetivo geral

- Identificar a importância das sequências didáticas no Ensino de Biotecnologia empregados para o Ensino Médio e propor uma sequência didática para o ensino de biotecnologia microbiana.

Objetivos específicos

- Realizar a revisão bibliográfica de trabalhos que abordam o uso das sequências didáticas como ferramentas inovadoras;
- Identificar possíveis lacunas no conteúdo abordado nas sequências didáticas aplicadas no Ensino Médio;
- Elaboração de uma sequência didática para o ensino de biotecnologia com enfoque em microrganismos aplicado aos conhecimentos do cotidiano.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Os papéis e desafios para o ensino de Biotecnologia

A biotecnologia se vale de processos tecnológicos aos quais permitem a utilização de materiais biológicos para produção ou aperfeiçoamento de determinados produtos. Dessa forma, é uma área multidisciplinar, visto que engloba, em sua gênese, diversas disciplinas como: Engenharia, Química, Física e Biologia (PELIZZARI, 2022).

É possível ver nos últimos anos um crescente no desenvolvimento de conhecimento científico acerca da biotecnologia, de modo que proporciona a descoberta e descrição de doenças hereditárias, manipulação de genoma de plantas e animais. Segundo Cavalli (2020), A biotecnologia pode se conceituada como conjunto de conhecimentos que proporcionam e permitem o uso de agentes biológicos, sejam organismos, células ou moléculas, para obter bens e estabelecer processos ou assegurar serviços que promovam a sociedade, economia e meio ambiente.

A compreensão de temas e conceitos relacionados a genética e biotecnologia despertam interesse nos estudantes e confere uma maior possibilidade em compreender, debater e se posicionar de forma crítica e ética sobre os diversos temas acerca da biotecnologia como: clonagem, organismos transgênicos, células tronco, utilização do DNA recombinante (BONZANINI; BASTOS, 2011).

No entanto, alguns desafios são encontrados no percurso do ensino-aprendizagem de conteúdos relacionados com a biotecnologia como: diversos conceitos que tornam difícil a compreensão do conteúdo e a abstração; problema de o aluno relacionar com outras disciplinas; ausência de materiais didáticos, visto que algumas escolas não disponibilizam livros para os alunos e quando disponibilizam são reciclados e já velhos; docentes que não utilizam metodologias ativas (ARAÚJO; GUSMÃO, 2017). Além de todos esses desafios, o uso de metodologias tradicionais, como descrita por Krasilchik (2004), na qual os professores utilizam de aulas expositivas em que o aluno se torna um mero ouvinte, desmotivando-os e fazendo com que os mesmos não tenham interesse ou busca pelo conhecimento e aprendizagem (CATARINACHO, 2011; PELIZZARI, 2022).

Proporcionar um ensino mais dinâmico e significativo são fundamentais para formar cidadãos mais críticos, autônomos e sobretudo criativos. Para tanto, utilizar metodologias ativas para o ensino de biotecnologia e suas aplicações, como o uso de materiais didáticos e SDs podem ser de grande valia, contribuindo assim com o processo de ensino-aprendizagem.

O ensino de biotecnologia se encontra com as principais tendências formativas, visto as transformações que podem ser realizadas no processo de ensino-aprendizagem com a utilização de práticas docentes significativas.

3.2 Microrganismos no ensino de Biotecnologia

Desde a segunda Revolução Industrial até os dias atuais, as demandas por quantidades e qualidade de produtos cresceram. Para tanto, os indivíduos passaram a intensificar a exploração extrativista, de modo que compromete a saúde e o bem-estar da população (LEAL et al., 2008; BORSOI E TORRES, 2012). Além disso, a busca das indústrias por produtos ecologicamente corretos e biodegradáveis tem sido de grande esforço de todos os países desenvolvidos e emergentes (LOPES et al., 2021).

Nesse sentido, a biotecnologia microbiana surge como uma ferramenta de grande importância para processos de remediação de ambientes contaminados e obtenção de produtos naturais (PNs) capazes de substituir sintéticos químicos não degradáveis (IBER et al., 2022). Dessa forma, a utilização de microrganismos como fungos e bactérias pode ser uma ferramenta importante nesse processo (SILVA et al., 2014).

Os microrganismos apresentam diferentes funções na biotecnologia e a depender dos microrganismos essas funções podem ser de grande valia para a indústria alimentícia, farmacêutica e no agronegócio. Fungos e bactérias são os principais microrganismos utilizados atualmente na biotecnologia, no entanto há possibilidades de utilização dos protozoários e os vírus (CAVALLI, 2020).

Os fungos, por exemplo, apresentam grande capacidade de produção de metabólitos como enzimas quitinases e quitosanases utilizadas em diversos setores industriais (OSTOS-ORTIZ et al., 2019). As bactérias, por sua vez, também se tornam grandes aliadas na biotecnologia microbiana, podendo ser aplicadas em diversas áreas como na produção de

medicamentos, alimentos, redução de lixos plásticos e produtoras de nanopartículas (GRAGORACCI e RUA, 2020).

Nesse contexto, a inserção de microrganismos em conjunto com a biotecnologia pode auxiliar na educação ambiental, tendo em vista que os processos de aplicações biotecnológicas abrangem diversas áreas do cotidiano. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na habilidade (EM13CNT304), deve-se:

Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista. (BRASIL, 2018, p 559).

Dessa forma, a apropriação desses conhecimentos, referentes à biotecnologia, proporcionam impactos de forma que os discentes possam compreender os resultados dessa área na qualidade de vida das pessoas e as mudanças decorrentes de suas aplicações nas diversas áreas do conhecimento científico.

3.3 Sequências didáticas (SD)

Segundo Zabala (1998), as SDs são propostas como um conjunto de metodologias ativas e estratégias didáticas que estão ordenadas e bem articuladas para que seja possível atingir um ou mais objetivos educacionais. As metodologias e estratégias didáticas utilizadas podem incluir a presença de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's), modelos didáticos, confecção de mapas mentais/conceituais e principalmente jogos. Os tipos de atividades e, principalmente, as formas de articular essas atividades são especificidades de cada sequência tornando-as propostas didáticas únicas.

As SDs utilizadas por professores devem ser bem elaboradas e sequenciais em uma escala crescente de complexidade, de modo que contenham atividades motivadoras e que sejam, necessariamente, compatíveis com as habilidades dos estudantes (CORTE et al., 2020). Desse modo, o principal objetivo das SDs é auxiliar os estudantes na reflexão e proposição dos conteúdos adquiridos, de forma que sejam explorados no dia a dia (LEAL, 2013). Segundo Bastos et al. (2017), as SDs propiciam uma série de organizações curriculares além de

permitirem o uso de situações reais do cotidiano, visto que uma porção das problematizações visa o confronto e observação dos conhecimentos prévios dos alunos.

Para que as SDs possam atingir os objetivos propostos é fundamental que seu planejamento seja exequível e bem elaborado. Segundo Alves e Bego (2017), as etapas dos planejamentos devem consistir na organização, coordenação e avaliação das atividades em vista dos objetivos definidos para o processo educativo, de forma a compreender quatro elementos essenciais: a) definição de objetivos educacionais; b) definição dos conteúdos; c) definir as metodologias, estratégias e recursos; d) definir como ocorrerá a avaliação (ALVES; BEGO, 2017; ZABALA, 1998; DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990).

Nesse contexto, o uso de SD torna-se uma boa estratégia como metodologia ativa, na qual os alunos possam se ver motivados a buscar o conhecimento e o desenvolvimento de suas habilidades. Logo, as SDs proporcionam um aprendizado mais rico, pois ao compreender os conteúdos e relacioná-los com o cotidiano e com as tecnologias presentes, tornam-se protagonistas de seu aprendizado, de capacidade crítica e capazes de relacionar a biotecnologia com suas necessidades sociais.

Segundo Sant'Anna e Sant'Anna (2004):

A inclusão das tecnologias de informação e comunicação ajudam eficazmente o aprendizado, porém exigem um planejamento e aplicação competentes; como material de apoio se constituem uma extraordinária ferramenta de ensino (SANT'ANNA; SANT'ANNA, 2004, p. 16).

As SDs relacionadas às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são cada vez mais importantes para o processo de ensino e aprendizagem. A incorporação da tecnologia na sala de aula permite aos alunos aprender habilidades tecnológicas importantes e desenvolver competências em áreas como a resolução de problemas, a colaboração e a comunicação digital. Além disso, a utilização de recursos tecnológicos na educação pode tornar as atividades mais atraentes e interessantes para os alunos (ZHAO e FRANK, 2003).

Baseado nisso, a união de SDs com o ensino de biotecnologia microbiana traduzem as transformações que estão ocorrendo no ensino. De modo que o processo de ensino e aprendizagem deve acompanhar estas transformações, agregando conhecimento ao estudante

3.4 Alfabetização científica

Ao longo do tempo, o ensino de Ciências tem passado por diversos movimentos de renovação, evoluindo em direção a uma abordagem interdisciplinar, especialmente ao considerar o impacto da pesquisa científica e suas consequências no âmbito social, político e cultural. Após a Guerra Fria, no contexto econômico, os países passaram a competir pela liderança tecnológica, que estava ligada ao desenvolvimento científico. As transformações políticas que resultaram na democratização de muitos países os quais demandam que os cidadãos sejam capacitados para distinguir entre os benefícios proporcionados pelo avanço tecnológico e os riscos decorrentes dessas mudanças. No entanto, para que isso seja possível, é essencial que os cidadãos tenham a capacidade de participar das decisões que afetam diretamente suas vidas, o que requer uma base sólida de informações que os habilite a analisar e debater essas situações (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007).

Considerando essa perspectiva, Sasseron (2011) ressalta a relevância da escola em não se limitar apenas a transmitir conteúdos aos estudantes, mas também em desenvolver neles uma capacidade crítica, fornecendo as condições necessárias para que eles possam compreender a relevância social dos problemas científicos e participar de discussões relacionadas a questões do seu ambiente.

Assim, de acordo com as considerações de Sasseron (2008), embasadas nas ideias de Bybee e Deboer (1994), é afirmado que:

O currículo de ciências deve ser relevante para a vida de todos os estudantes, e não só para aqueles que pretendem seguir carreiras científicas, e os métodos de instrução devem demonstrar cuidados para a diversidade de habilidades e interesses dos estudantes (SASSERON, 2008, p.21).

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Biologia (PCN+) de 2002, um dos desafios enfrentados na área da educação biológica é garantir que os estudantes adquiram um conhecimento sólido nesse campo e desenvolvam um pensamento crítico. Isso se torna ainda mais relevante, considerando que a população, apesar de ser exposta a propagandas, campanhas e diversos meios de informação, ainda demonstra uma baixa confiança ao expressar opiniões sobre temas que têm impacto direto em suas vidas, tais como o uso de organismos transgênicos, a clonagem e a reprodução assistida.

Desse modo, a autora argumenta que uma pessoa alfabetizada cientificamente não precisa ser especialista em todas as áreas da ciência, mas deve possuir conhecimentos adequados em diversos campos científicos e compreender como esses estudos se convertem em

avanços para a sociedade. Dessa forma, o foco do ensino não se limita apenas à transmissão de conhecimentos científicos e métodos, mas também à compreensão da natureza da ciência e suas interações com a sociedade e o meio ambiente (SASSERON, 2008).

Sasseron e Carvalho (2011a), expõe que a alfabetização científica trata de:

(...) designar as ideias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico (SASSERON; CARVALHO, 2011a, p. 61).

Desse modo, a alfabetização científica desempenha um papel fundamental no ensino de biotecnologia, pois permite que os estudantes compreendam os princípios, as aplicações e as implicações éticas dessa área do conhecimento. Ao serem alfabetizados cientificamente, os alunos adquirem habilidades e conhecimentos necessários para analisar criticamente informações relacionadas à biotecnologia, bem como para tomar decisões informadas e éticas (SASSERON e CARVALHO, 2011).

Ao integrar a alfabetização científica no ensino de biotecnologia, os estudantes desenvolvem habilidades de pensamento crítico e capacidade de avaliar os impactos da biotecnologia na saúde humana e animal, no meio ambiente e na sociedade como um todo. Dessa forma, eles estarão preparados para participar ativamente de debates e tomar decisões informadas sobre o uso responsável e ético das tecnologias biotecnológicas.

4. METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão bibliográfica narrativa, como descrita por Cordeiro et al (2007), de modo que houve um levantamento dos dados com base no tema SDs como ferramenta para o ensino de biotecnologia microbiana no Ensino Médio. A pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa (BRASILEIRO, 2013).

A coleta de dados foi realizada por meio de busca no *Google Acadêmico* (<https://scholar.google.com.br/?hl=pt>) e *Scielo* (<https://www.scielo.br>), utilizando os descritores para filtrar os assuntos dos artigos que tenham: “sequências didáticas”, “Ensino de microbiologia”, “Metodologias ativas”, “Biotecnologia Microbiana” tais indexadores foram agregados pelo dispositivo de busca *AND* para que a pesquisa filtrasse o tema descartando textos que fugissem da temática abordada. A partir da busca foi realizado um mapeamento das produções científicas dos últimos 14 anos (2009-2023) sobre SDs inseridas em um contexto de Ensino de biotecnologia microbiana em periódicos nacionais da área de ensino.

Além disso, também foram consultados os anais dos últimos 14 anos (2009-2023) do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), visto que é um dos principais eventos da área da educação em ciências. Para realizar a seleção dos trabalhos no ENPEC, foi utilizado o comando de busca *Ctrl + F* mediante os descritores: “sequências didáticas”, “biotecnologia”, “Ensino de microbiologia”. Foram excluídos artigos e eventos que não faziam parte da temática

Os dados coletados foram analisados através da Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES e GALIAZZI, 2011). A escolha dessa metodologia se deu em função da grande capacidade em (re)construir os textos e ampliar os significados. Além disso, estabelecer categorias que podem ser utilizadas para interpretar além do que os textos trazem em sua escrita.

Para tanto, a análise foi separada em três etapas distintas, na qual a primeira etapa foi caracterizada pela identificação dos materiais. Nesta etapa, através da leitura do título e do resumo, foi possível excluir artigos que fugiam da temática. Portanto, à medida em que os artigos/trabalhos foram selecionados e lidos, foram criadas codificações para facilitar a identificação das amostras. Foram definidos códigos alfanuméricos de identificação, letras AT para artigos e EN para trabalhos retirados da ENPEC.

Na segunda etapa, houve a unitarização das amostras, de forma que, todos os textos foram lidos novamente e foram identificadas as unidades de análises submetidas a

interpretação. As unidades de análises foram baseadas em enunciados presentes nos textos (frases, parágrafos ou textos maiores), buscando entender quais processos metodológicos têm sido orientados para realização e aplicação de SDs no Ensino de Biotecnologia Microbiana.

A partir da releitura, classificada por Moraes e Galiuzzi (2011) como momento de reconstrução buscando novos significados, foram destacados fragmentos textuais que estabelecessem o tempo de duração e desenvolvimento das SDs, temáticas abordadas nas SDs, objetivos e estratégias aplicadas em cada SD e por fim, foram destacados fragmentos textuais que abordassem o método avaliativo das SDs.

A partir das análises dos fragmentos encontrados foram criadas categorias de análises, que são fundamentais para construir novas aprendizagens e compreensão dos textos, as quais contemplam: 1. Duração da SD; 2. Temática/conteúdo abordado; 3. Relação das estratégias didáticas com os objetivos propostos; 4. Modelo avaliativo utilizado nas SDs; 5. Presença da perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) nas SDs. As categorias foram problematizadas buscando a construção de *metatextos* que foram capazes de reunir novas interpretações dos fenômenos analisados.

A partir da análise das categorias analisadas, foi possível descrever e interpretar os dados obtidos, visto que estas duas etapas de descrição e interpretação são fundamentais para a reflexão como afirma Moraes e Galiuzzi (2011): *“Descrição e interpretação se integram na produção de textos bem-organizados e estruturados em torno de teses e argumentos que apresentam as contribuições originais do pesquisador”*.

Dessa forma, a etapa de interpretação e reconstrução das categorias analisadas permitiram abordar as dimensões que as SDs aplicadas no Ensino de biotecnologia microbiana contemplam. Nesse contexto, os fragmentos foram evidenciados e discutidos ao decorrer do texto. Ao final das análises foi realizada uma SD baseada nos três momentos pedagógicos descritos por Delizoicov e Angotti (1996).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Sequências Didáticas no ensino de biotecnologia microbiana

Após uma leitura acurada dos 19 artigos/trabalhos que continham nosso objeto de pesquisa, somente 10 foram selecionados. Dentre os artigos que foram excluídos foi constatado que alguns deles não tinham como foco a SD, mas a estratégia utilizada na mesma, como filmes, histórias em quadrinhos e outras. Além disso, apresentavam somente o resultado de uma sequência de atividades desenvolvidas em uma única aula, o que foge da definição com base em Zabala (1998).

Sendo assim, da amostra analisada inicialmente selecionamos um total de 8 artigos e 2 trabalhos que serviram de base para este estudo, que estão distribuídos ao longo dos anos 2009-2023, como apresentado a seguir (Quadro 1).

Quadro 1: Relação dos trabalhos/artigos selecionados para o estudo.

Código de identificação	Ano	Periódico/evento	Título	Público-alvo	Referência
AT01	2013	Ciência & educação	Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético	EM	SARMENTO et al., 2013. Http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1516-73132013000300006
AT02	2019	Experiência em ensino de ciências	Análise de uma sequência didática sobre microrganismos sob a perspectiva da aprendizagem significativa	EM	BAGGIO E JUNIOR, 2019. https://if.ufmt.br/eenci/artigos/artigo_id563/v14_n1_a2019.pdf
AT03	2021	Experiência em ensino de ciências	A biotecnologia dos probióticos: uma proposta didática na abordagem cts para ensino de biologia na eja	EJA	ZILS E BERTONI, 2021. https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/articloe/view/853
AT04	2021	Conexões ciência e tecnologia	Proposta de uma sequência didática para o estudo dos transgênicos a partir da abordagem CTS	EM	OLIVEIRA e CERQUEIRA, 2021. https://doi.org/10.21439/conexoes.v15i0.2129

AT05	2023	Revista de ensino de ciências e matemática	Sequência didática gamificada investigativa como estratégia pedagógica para o ensino de microbiologia	EM	ZOCHE E SOUZA, 2023. https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/3861
AT06	2020	Experiência em ensino de ciências	Ressignificação de conceitos sobre microrganismos por meio de mapas conceituais em alunos de ensino médio	EM	FREITAS et al., 2020. v15 n3 a2020.pdf (ufmt.br)
AT07	2021	Sbie	Construindo um jogo para o ensino de biorremediação	EM	ROCHA et al., 2021. https://zendy.io/title/10.5753/sbie.2021.217141
AT08	2015	<i>Blucher chemistry proceeding</i>	Açúcar mascavo e ensino de ciências: uma proposta interdisciplinar	EM	SILVA et al., 2015. https://ury1.com/fVDQ8
AT09	2019	Experiência em ensino de ciências	O “misterioso” universo dos fungos e o ensino de ciências: um relato de experiência	EM	SILVA et al., 2019. v14 n1 a2019.pdf (ufmt.br)
EN01	2017	XI enpec	Desenvolvimento de uma sequência didática com enfoque em ndc&t/cts para o ensino de conteúdos de microbiologia em aulas de biologia	EM	SILVA, 2017. R2016-1.pdf (abrapec.com)
EN02	2017	XI enpec	Interdisciplinaridade e ensino por investigação de biologia e química na educação secundária a partir da temática de fermentação de caldo de cana.	EM	ROLDI et al., 2017. R1063-1.pdf (abrapec.com)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, é importante destacar que houve uma dificuldade em encontrar artigos e trabalhos em que as SD tratam somente do tema biotecnologia microbiana, visto que esse tema é tratado nas escolas como conteúdo transversal. Dessa forma, o ensino de microrganismos envolvidos em processos biotecnológicos é sempre retratado nos livros didáticos dentro de assuntos específicos como quando é estudado os domínios taxonômicos Archaea, Bacteria e Eukarya, como proposto por Carl Woese *et al.* (1990). Desse modo, os artigos escolhidos foram identificados a partir do uso de microrganismos como ferramenta na biotecnologia e não apenas nos conteúdos identificados dentro do assunto de biotecnologia.

É possível observar que, embora tenha havido um crescimento no volume de trabalhos realizados, particularmente nos últimos três anos, a investigação sobre a implementação de estratégias no ensino de biotecnologia microbiana baseadas em Sequência Didática ainda é limitada nos artigos específicos e em eventos como ENPEC, que de acordo com Delizoicov *et al.* (2007) e Amorim e Leyser (2009) faz parte de um dos principais eventos de disseminação e socialização de resultados do ensino de ciências no Brasil.

5.2 Análise das sequências didáticas

5.2.1 Duração das sequências didáticas

Analisando a duração para o desenvolvimento das sequências didáticas (Tabela 1), foi possível observar que 30% das SD não delimitaram tempo específico para a duração das SD e 70 % dos artigos/trabalhos dispunham de um tempo delimitado para a realização da SD. Dessa forma, é observado uma melhora na organização das SD quando comparado com um trabalho realizado por Santos (2020), o qual demonstrou que grande parte das sequências didáticas estavam sem tempo delimitado.

Tabela 1: Tempo de desenvolvimento das SD nos artigos/trabalhos analisados.

Tempo	Quantidade de trabalhos
2 a 3 aulas	5
4 a 5 aulas	1
6 a 10 aulas	1
11 a 20 aulas	1
Não informado	3
Total	10

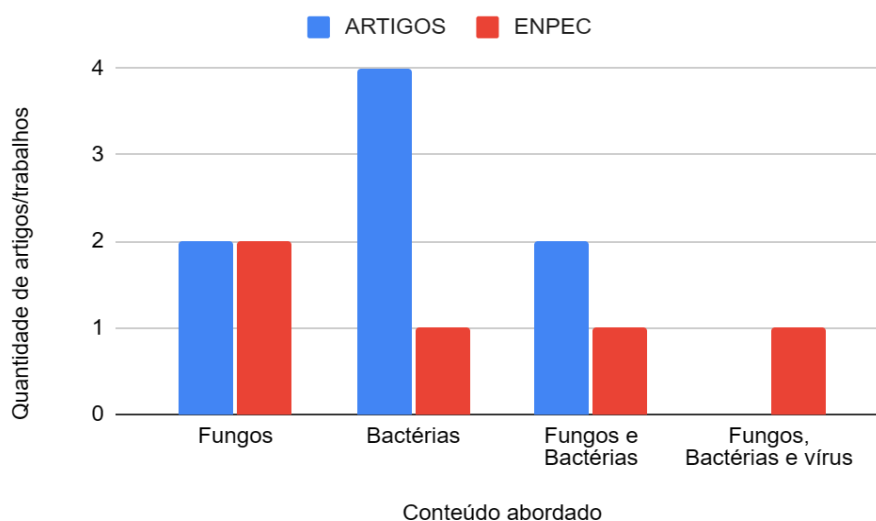
Fonte: Elaborada pelo autor

De acordo com Zabala (1998) e Sousa e Teixeira (2014), o tempo necessário para desenvolver um planejamento baseado em SD é um aspecto fundamental, uma vez que os professores da educação básica, em geral, possuem um tempo limitado para refletir sobre suas práticas pedagógicas e buscar alternativas para melhorar a aprendizagem dos alunos. Desse modo, SD que tem como o tempo de desenvolvimento muitas aulas, torna-se ineficaz, visto que os professores precisam seguir um cronograma escolar que em sua maioria limita o professor a explorar determinados conteúdos.

5.2.2 Temática/conteúdo abordado

Em relação aos conteúdos abordados, quanto a diversidade de microrganismos utilizados nas sequências didáticas, na análise dos artigos/eventos (Gráfico 1), foi observado que a temática mais presente foram Bactérias (45%); seguido de fungos (36%) e fungos e bactérias (27%). É fundamental ressaltar que não foi encontrado nenhum trabalho que abordasse somente a temática vírus, no entanto um trabalho utilizando fungos, bactérias e vírus foi observado.

Gráfico 1: Temáticas abordadas nos estudos analisados nos artigos e na ENPEC.



Fonte: Elaborado pelo autor

A temática predominante foram as bactérias, a qual, nos estudos AT 02 e AT 08, realizam uma relação entre a biotecnologia e as perspectivas CTS (Ciência Tecnologia, Sociedade). Portanto, retiram o “mito” de que os microrganismos somente provocam doenças,

visto que, estudos como de Silva e Colombo (2019) e Leonardi et al (2019), abordam os microrganismos como fundamentais em processos ecológicos e principalmente em aplicações farmacêuticas, industriais e econômicas.

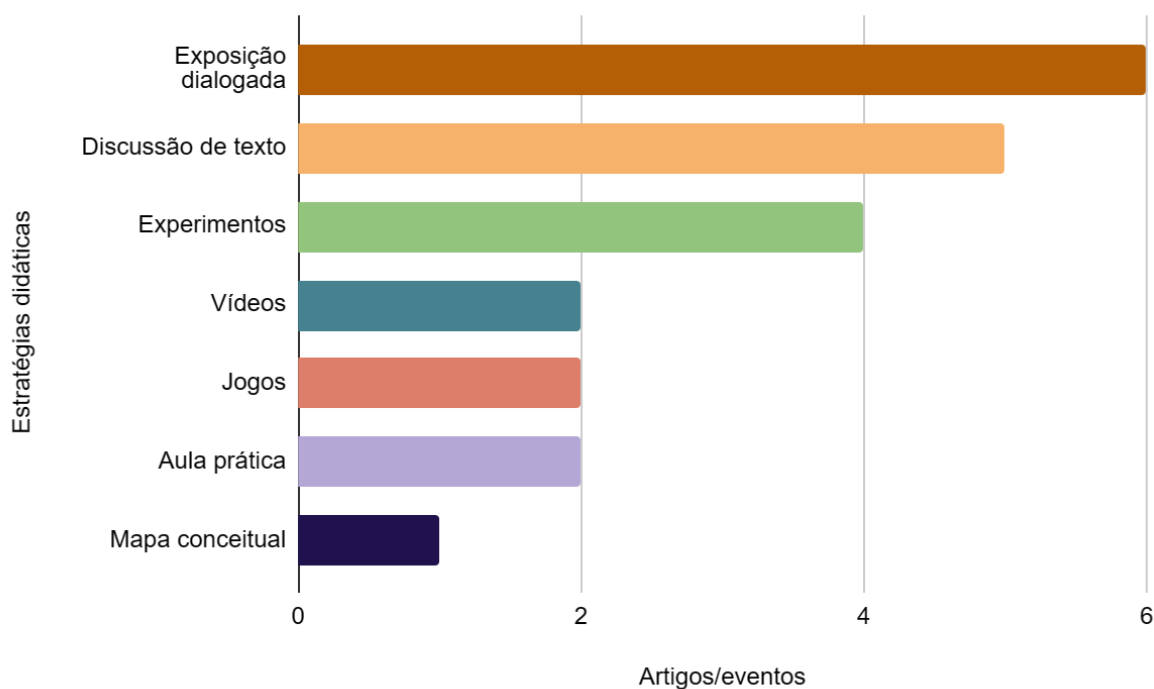
Outra temática predominante foram os fungos, que está relacionado com o crescente reconhecimento devido à sua habilidade em produzir metabólitos com aplicações na área da biotecnologia. Como a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, utilizada na fabricação de pães. Essas aplicações abrangem uma ampla gama de produtos, como enzimas, antibióticos, vacinas e até mesmo substâncias anticancerígenas (AZEVEDO e ARAÚJO, 2006; BAZZO *et al.*, 2022). Desse modo, utilizar os fungos para o ensino de biotecnologia torna-se central, visto sua importância em processos ecológicos vitais para a manutenção da biosfera (PINHO, 2009).

É importante destacar que as temáticas trabalhadas nas sequências didáticas incluem a biologia como sua principal preocupação, visto que o ensino de biologia apresenta aspectos que os diferencia do ensino da física e da química. Segundo Mayr (2005), os processos biológicos diferem de outros processos pois não são controlados por leis, mas principalmente por processos genéticos que estão interligados com a sociedade e modo de relações entre os organismos. Desse modo, entender as temáticas em uma visão que contempla o social, torna-se fundamental para entender o que é biologia e como a biologia é aplicada na sociedade (MAYR, 2005).

5.2.3 Relação das estratégias didáticas com os objetivos propostos

As estratégias didáticas podem ser entendidas como conjunto de ações que devem ser previamente planejadas, incluindo previsões das atividades e a organização dos processos de ensino, buscando alcançar e viabilizar os objetivos propostos (BEGO 2013; VEIGA et al., 1998). Desse modo, foi proposto para esta categoria, identificar as estratégias didáticas utilizadas e averiguar se estão de acordo com os objetivos propostos nas SD produzida pelos autores, visto que a correlação entre estratégias e objetivos são fundamentais elementos no planejamento didático-pedagógico (FARIAS et al., 2009).

Em todas as SD analisadas, foi observado que diversas estratégias didáticas estão sendo utilizadas (Gráfico 2), demonstrando que a aplicação do conhecimento pode ser realizada de diferentes formas a fim de tornar o processo de ensino mais plural e abrangente. De forma que a delimitação de estratégias didáticas favorece o processo de ensino e aprendizagem. Grande parte dessas estratégias que foram utilizadas, são relatadas para o ensino de biotecnologia microbiana (OLIVEIRA et al., 2014; SOUZA, 2014).

Gráfico 2: Estratégias abordadas nas SDs analisadas.

Fonte: Elaborado pelo autor

Foi observado que 51% das SDs analisadas apresentavam discussão de textos e exposição dialogada. De acordo com Barbosa e Barbosa (2010), as estratégias de exposição dialogada e discussão de texto não são favoráveis no ensino de biotecnologia microbiana, visto que os conteúdos que são aplicados constituem a utilização de microrganismos, que em sua maioria são difíceis de conceber, exigindo uma maior imaginação do aluno. Desse modo, acarreta a seleção e limitação do processo de ensino e aprendizagem, visto que muitos alunos não conseguem entender o conteúdo abordado.

No entanto, quando a exposição dialogada e discussão de textos estão atreladas a um planejamento que visa constantes reflexões e revisões do conteúdo, torna-se ferramenta chave para realização de uma SD.

Como evidenciado no trabalho AT08:

[...] durante todo o desenvolvimento da pesquisa, percebemos por meio da problematização que os alunos ficam motivados, querem sanar as dúvidas e chegar aos resultados. Realizamos uma investigação por meio de questionamentos lançados aos alunos a partir do tema em estudo, a sequência CTS o que enriqueceu o processo

ensino-aprendizagem, levando-os a pensar e confrontar suas próprias ideias, favorecendo assim o desenvolvimento de atitudes imprescindíveis ao exercício da cidadania e a construção de novos conceitos de microbiologia. (AT08, p 506).

Além disso, foi observado que os trabalhos AT08 e AT11 relacionam a exposição dialogada com estratégias diversificadas para que o processo de ensino e aprendizagem seja otimizado. Segundo Gonçalves & Ferraz, 2016, a participação ativa dos alunos no desenvolvimento de uma argumentação e posicionamento crítico é fundamental para o protagonismo do estudante.

Como podemos observar nos trabalhos AT08 e AT11:

[...] As atividades propostas oportunizaram aos alunos o envolvimento com estratégias de pesquisa, leituras, debates e reflexões com intuito de conscientizá-los da importância de ações reflexivas sobre conteúdos que fazem parte do seu cotidiano, neste caso conceitos de microbiologia e muitas vezes eles não percebem que o conhecimento pode refletir nas suas atitudes e escolhas cotidianas. Inferimos que estas atividades contribuem para a reflexão, responsabilidade e compromisso frente às questões sociais. (AT08, p 506).

Percebemos durante a atividade que os alunos resgatam os conhecimentos anteriormente apresentados, porém, ainda usando explicações do senso comum, que eram aos poucos ressignificadas com as discussões historicamente situadas. Por exemplo, um aluno (A1), ao explicar o fenômeno ocorrido chegou à conclusão de que o fermento biológico é utilizado para fazer bolos e pães, porque por ação das leveduras faz com que a massa possa “crescer”. (AT11, p 438).

A segunda estratégia mais utilizada pelos os autores nos artigos/trabalhos analisados foram as aulas práticas e experimentais descritas nos trabalhos AT02, AT06 e AT03, AT09 e EN02, que utilizam para uma melhor contextualização das temáticas apresentadas, buscando alcançar os objetivos propostos. De acordo com Castro & Goldschmidt (2016), as aulas práticas são importantes no sentido de transpor os conceitos científicos além de estabelecer conexões para que o aluno possa abordar objetivamente seu mundo desenvolvendo soluções para determinados problemas do cotidiano. Desse modo, o estudante consegue aguçar capacidades de observação e interpretação tornando-o crítico em relação ao mundo que vive e em relação ao que ocorre na sociedade (Barbosa & Barbosa, 2010).

Como podemos elencar nos trabalhos AT06 e AT09:

[...] Através da intervenção realizada, percebemos as possibilidades e os limites de uma atividade prática realizada a partir da história e filosofia da biologia, e o quanto ela propicia que os alunos estejam mais ativos e atentos à aula. (AT06, p 439).

[...] Assim, com os alunos sentados em círculo, solicitamos dois voluntários para a participação e montagem do experimento, sob nossa orientação. Foram colocadas inicialmente 2 colheres de fermento biológico, 2 colheres de açúcar e 250 ml de água morna dentro da garrafa pet. Em seguida, os alunos fecharam a garrafa com o balão de festa, deixando o experimento reagir sobre uma mesa disposta no centro por 15 minutos, conforme esquema apresentado a seguir (Figura 3). (AT09, p 436).

No entanto, foi observado que algumas escolas careciam de laboratórios de ciências, tornando estas estratégias mais difíceis de ocorrerem devido aos altos custos de materiais, equipamentos e manutenção dessas instalações.

Como podemos evidenciar no trabalho AT11:

[...] Como a escola não possuía laboratório, a atividade foi adaptada para ser realizada em sala de aula (AT11, p 437).

Assim, a educação em biotecnologia microbiana apresenta uma particularidade única, que está relacionada à necessidade de atividades que proporcionem a compreensão de um universo totalmente novo. Essa vivência deve ser significativa o suficiente para provocar mudanças de hábitos e atitudes dos participantes do processo de aprendizagem e assimilação dos conteúdos acerca da biotecnologia (BARBOSA & BARBOSA, 2010).

Nesse contexto, as atividades práticas desempenham um papel fundamental ao permitir a compreensão, interpretação e assimilação desses conteúdos. Essas atividades despertam o interesse pela descoberta, na qual o aluno se torna um agente ativo, sentindo-se motivado e capaz de explicar os fenômenos com base em sua experiência prática.

Outro aspecto fundamental para utilização das aulas práticas como estratégias didáticas estão no planejamento dessas aulas, de modo que os alunos possam ser despertados como estudantes críticos e não meros repetidores de conteúdos. De modo que:

[...] precisa -se sempre fazer uso de estratégias que façam com que eles possam refletir sobre esses microrganismos no seu cotidiano e suas consequências, para que não sejam apenas meros repetidores de informações ou repetidores de aulas práticas, seguindo um roteiro (e que muitas vezes fazem sem pensar o porquê), sem qualquer embasamento. (Silva & Colombo, 2019, p.114).

Foi observado também que os trabalhos AT05, AT 07 e AT09 utilizaram jogos para uma melhor contextualização e abordagem dos conteúdos, de forma que buscaram, por meio dos jogos, atingir os objetivos propostos.

Segundo Zocche e Souza (2023), os jogos compreendem questões sociais e culturais, pertencendo a sociedade desde o início do ser cidadão e contribui para momentos de lazer, aprendizagem e socialização. Dessa forma, utilizar jogos em um contexto escolar trata-se de

aplicar os elementos que promovem imersão e diversão dos jogadores, para chamar atenção dos estudantes, provocando-os ao conhecimento (DA SILVA et al., 2014).

O trabalho AT05 realizou uma contextualização do conteúdo, utilizando inicialmente vídeos animados e curtos para estimular os alunos quanto à pergunta norteadora. Cada etapa realizada pelo estudante correspondia a alguma pontuação, o que fazia com que o estudante ficasse à frente de outros alunos, estimulando um ambiente de competição e de resiliência.

Como observado:

Em todos os níveis da SDGI os estudantes precisaram exercitar habilidades de interpretação, investigação, criatividade, comunicação, entre outras. Essas habilidades permitiram aos estudantes a desmistificação de que todas as bactérias e fungos são maléficos, bem como conhecerem alguns causadores de doenças específicas [...] (AT05, p 17).

O trabalho AT07 dispõe de uma interpretação do aluno para relacionar as características conceituais e práticas do assunto estudado, no caso, a biorremediação a partir da biotecnologia microbiana.

Na parte inferior direita são apresentadas informações do ecossistema que podem influenciar na decisão do jogador. Conforme discutido em [Jacques et al. 2007], a umidade é um fator importante para o solo, pois uma alta atividade microbiana só ocorrerá se houver adequada disponibilidade de água aos microrganismos. A temperatura afeta atividade metabólica, o consumo de substrato pelos microrganismos e consequentemente biodegradação do contaminante (AT07, p.274).

Dessa forma, é fundamental salientar que apesar das grandes aplicabilidades e potenciais que as SDs apresentam, é importante que seus elementos estejam bem articulados e em conexão, para que possa contribuir para a reflexão da prática educativa do professor. Em grande parte das SDs analisadas, foi possível observar uma preocupação com o planejamento das atividades em relação aos objetivos propostos e as estratégias didáticas desenvolvidas, o que apresenta uma melhora no desenvolvimento, visto que as SDs realizadas nos últimos anos apresentam uma melhor delimitação das estratégias e dos objetivos como observado nas análises realizadas nesta categoria.

Além das estratégias analisadas, foi possível observar no artigo AT05 a presença das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) ou Tecnologias Digitais da Comunicação e Informação (TDCI's), como centro das atividades realizadas.

De acordo com o trecho do artigo AT05:

Os pilares da gamificação, demonstrados ao centro são indicados pelas cores azul, alaranjado e vermelho, estão imersos nos elementos do ensino por investigação, indicados no círculo cinza (peças de um quebra-cabeça). Ao centro, destacamos que todo o processo ocorre por meio de processos comunicativos e de interação entre os alunos, em meio ao ensino remoto e com uso de TDICs (AT05, p 6).

Segundo Ferrugini et al. (2013) a utilização das TIC's no ambiente escolar, torna-se atrativa visto que em diversas escolas o único recurso utilizado pelos professores são as aulas expositivas. Morgado e Henriques (2014, p. 5) compreendem que a introdução das TICs em contextos educativos “[...] está associada à mudança do modo como se aprende, à mudança das formas de interação entre quem aprende e quem ensina, à mudança do modo como se reflete sobre a natureza do conhecimento”. De acordo com Alves e Pedaste et al. (2015) as TDIC's são os pilares para a construção de uma gamificação baseada no ensino por investigação (Figura 1).

Figura 1: Esquema simplificado da abordagem de gamificação investigativa



Fonte: Alves e Pedaste et al. (2015).

A utilização de vídeo também pode ser considerada um dos elementos das TIC's, no ambiente escolar. Como demonstrado no trecho do artigo AT04:

Na terceira atividade, “Recurso audiovisual”, o objetivo foi apresentar a produção dos transgênicos, apontar a importância da biotecnologia para a sociedade e analisar as vantagens e desvantagens dos transgênicos, por meio de vídeos. (AT04, p 5).

Conforme Moran (1995, p. 29), o uso de recursos audiovisuais em aulas, valendo-se de adequabilidade e integrado com os conceitos, instiga a sensibilidade dos estudantes para criticar e analisar com maior acurácia além de contribuir no processo de reflexão.

Nesse contexto, de acordo com Gil (2013), é enfatizado que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) devem fazer parte do ambiente educacional devido ao seu potencial como recursos inovadores para a aprendizagem dos estudantes. É crucial introduzi-las de forma adequada para possibilitar a realização de atividades com tipologias diversas.

Desse modo, incluir as TIC's no contexto escolar permite que o professor/docente, transpasse a tarefa de um transmissor e se torne um mediador. Dessa forma traz para os alunos novos métodos que aprimoram o processo de ensino e aprendizagem tornando as TIC's reconhecidas pelo papel ativo de mudança na forma como se aprende. (MASSETTO e MORAN, 2000).

5.2.4 Modelo avaliativo utilizado nas SDs

Segundo alguns autores, é crucial que os métodos de avaliação estejam alinhados aos objetivos propostos, ou seja, aquilo que está sendo avaliado está diretamente relacionado ao que se deseja ensinar (LIBÂNEO, 2013). Nesse sentido, vamos abordar nesta categoria a conexão entre o processo avaliativo utilizado nas SD e os objetivos de aprendizagem propostos pelos autores.

É importante enfatizar que a análise se concentrou apenas nas SD que explicitaram seus objetivos. Dessa forma, algumas SD, embora tenham indicado quais processos avaliativos foram utilizados, foram excluídas do escopo da análise, pois é compreensível que os objetivos são elementos essenciais no planejamento educacional. Libâneo (2013) e Zabala (1998), consideram a avaliação um elemento-chave em todo o processo de ensino e aprendizagem, no entanto sem objetivos explícitos e declarados, não é possível determinar o que se espera que os alunos saibam e, conseqüentemente, como serão avaliados. Desse modo, a partir da análise dos artigos/trabalhos foram constatados que 27% não apresentaram métodos avaliativos de forma especificada.

Nos artigos/trabalhos analisados foram identificados os seguintes métodos avaliativos: questionário, discussão em grupo, relatórios e provas formativas. Entre as diversas pesquisas realizadas, apenas 26% optaram por utilizar questionários (pré e pós-teste) para avaliar o aprendizado dos alunos. Apesar de Marcussi et al. (2011) defender que esse método avaliativo permite verificar as habilidades dos estudantes em relação ao conteúdo estudado e validar as estratégias de ensino adotadas para atingir os objetivos propostos, acreditamos que seu uso não seja apropriado para avaliar o aprendizado dos alunos, especialmente no contexto das

Sequências Didáticas (SD). Isso ocorre porque não permite a avaliação das mudanças reais no desempenho da aprendizagem ao longo do processo, o que impede possíveis correções, ajustes de abordagem, instrumentos e práticas.

Tal fato, pode ser observado no trabalho EN05, em que:

A comparação entre as respostas, nos questionários aplicados como pré-teste e pós-teste, vinculadas à dimensão de aplicação social não evidenciou ganhos significativos. (E05, p.7).

De acordo com Zabala (1995), a avaliação é um processo fundamental no desenvolvimento e conclusão de uma sequência didática. No entanto, é importante ressaltar que ela não deve se limitar a uma prova ou questionário realizado apenas ao final das atividades.

No entanto:

(...) Os professores, as administradoras, os pais e os próprios alunos se referem à avaliação como instrumento ou processo para avaliar o grau de alcance, de cada menino ou menina, em relação a determinados objetivos previstos nos diversos níveis escolares” (Zabala, 1995, p 195).

Desse modo, a avaliação deve ser um processo contínuo, integrado ao longo das aulas, permitindo um desenvolvimento satisfatório em relação à aprendizagem dos diversos conteúdos abordados. Além disso, a avaliação não pode se limitar a valoração e/ou quantificação dos resultados obtidos pelos alunos, mas sim, um processo de desenvolvimento de todas as capacidades da pessoa, não somente capacidades cognitivas (ZABALA, 1995). Ou seja, o processo avaliativo não pode se limitar a funções seletivas e propedêuticas.

Em grande parte dos artigos/trabalhos analisados, foram observadas práticas avaliativas que focaram em avaliar e/ou mensurar a aprendizagem de conceitos de microbiologia ou sobre conteúdo específico. A utilização de instrumentos avaliativos no nível educacional, é uma das questões que se perpetuam no contexto do Ensino de Ciências:

A maioria das pesquisas na área de ensino de ciências tem como referência instrumentos de avaliação do nível conceitual, entretanto, pouca literatura sobre o diagnóstico de outras competências, como interpretação de imagens e textos, o que nos instiga a outras investigações (OLIVEIRA, 2019, p.218).

No trabalho AT05 foi evidenciado uma maior preocupação com a aprendizagem que não focava somente em aspectos conceituais, mas também em aspectos atitudinais e conteúdos procedimentais tornando o processo avaliativo mais justo.

A realização das missões agregaria pontos às equipes, que para se adequar a linguagem utilizada nos jogos, foram chamados de XPs (Experience Points) e distintivos. Os distintivos foram nomeados de acordo com a temática central da SDGI e buscavam incentivar algumas ações nos estudantes (AT14, p 10).

Com base nos excertos, pode-se observar que os autores se preocuparam em promover o desenvolvimento de habilidades e competências, além da assimilação de conceitos científicos. Segundo Barbosa e Oliveira (2015), a escola desempenha um papel fundamental ao favorecer o desenvolvimento dessas habilidades nos alunos, capacitando-os a selecionar, criticar, comparar e elaborar novos conceitos com base nos conhecimentos prévios.

Nenhuma das SD analisadas apresentaram como avaliação a prova formativa. Alguns autores, como Libâneo, 2013 e Zabala, 1995, escrevem que as provas (objetivas e dissertativas), quando elaboradas corretamente, favorecem no domínio de determinados conhecimentos, aprimorando habilidades como leitura, escrita e interpretação dos conteúdos. No entanto as avaliações escritas apresentam objetivos claros de atribuir notas e verificar a aprendizagem de conceitos (NUHS & TOMIO, 2011; ANASTASIOU & ALVES, 2004).

Outros instrumentos avaliativos foram a utilização de resumo crítico, produção textual e relatório, os quais foram utilizados nos trabalhos EN02 e AT04, como podemos observar:

Com isso, foi possível perpassar pelas etapas da construção de um conhecimento científico, i.e., planejamento da experiência, experimentação, coleta e análise de dados, com a comprovação das hipóteses, cuja síntese do processo pedagógico qualifica a intervenção como sendo de ensino interdisciplinar investigativo (EN02, p 9).

Conforme mencionado por Anastasiou e Alves (2004), essa estratégia pode ser benéfica para o desenvolvimento de diversas habilidades nos estudantes, incluindo compreensão, análise, síntese, organização, julgamento, inferência e interpretação dos conteúdos estudados. Essas estratégias são especialmente adequadas quando o objetivo é a construção dialética do conhecimento.

É importante destacar que o objetivo deste trabalho não é abolir as provas (objetivas ou discursivas), ou deslegitimar as formas de avaliações analisadas, mas analisar a contribuição dos modelos avaliativos que estão sendo empregados para promover o pensamento crítico-reflexivo do estudante, bem como estabelecer a formação e consolidação de novos conhecimentos. Zabala (1995) entende que toda intervenção educativa, deve ser articulada em torno dos processos e objetivos do ensino e aprendizagem e devem ser analisados de maneiras distintas, tendo em vista os diferentes pontos de vista.

Segundo Carvalho (2013), é fundamental estabelecer uma conexão entre as inovações didáticas e as inovações avaliativas. Isso ocorre porque a implementação de novas metodologias requer uma mudança na abordagem dos métodos de avaliação. Além disso, é essencial que as estratégias de avaliação estejam alinhadas com os objetivos de aprendizagem propostos (Anastasiou & Alves, 2004; Sánchez Blanco & Valcárcel Pérez, 1993). Dessa forma, é importante que os professores, possam abordar diversas metodologias avaliativas a fim de favorecer uma formação inclusiva e integral, contemplando um maior número de estudantes possível (MARCUSI et al., 2011).

5.2.5 Presença da perspectiva CTS e CTSA nas SD

De acordo com Pereira et al. (2014), a sociedade demonstra atualmente uma crescente dependência da Ciência e Tecnologia (CT), tornando o conhecimento científico uma necessidade diária. A tecnologia desempenha um papel crucial em várias atividades do cotidiano, tornando essencial dar ênfase a esse tema no planejamento das aulas, sejam elas teóricas ou práticas, especialmente ao abordar o conteúdo de Biologia, uma vez que a Ciência e Tecnologia (CT) estão intrinsecamente ligadas a essa disciplina.

Nesse contexto, a partir dos artigos/trabalhos analisados, foi observado que 50% dos trabalhos utilizavam estratégias que abordavam as perspectivas CTS e CTSA. Nesse ínterim, utilizar estratégias CTS e CTSA no ensino segundo Guimarães, Araújo e Sousa (2011), faz com que os alunos possam entender o uso das tecnologias não somente como lazer, mas como ferramenta de mudar o mundo. A presença constante da ciência e da tecnologia em nosso cotidiano demanda uma análise cuidadosa dos seus impactos positivos e negativos, tornando essencial um ensino voltado para a alfabetização científica e tecnológica.

Como abordado no artigo AT09:

No tocante a inserção do enfoque CTSA no ensino de ciências, esta se mostrou uma estratégia possível de ser implementada. Com isto, foi possível abrir espaço para a discussão das relações entre a tríade CTS e as afinidades com o meio ambiente. A partir disto, foi possível contribuir com um ensino de ciências que buscou romper com alguns obstáculos encontrados na sala de aula, como a fragmentação dos conceitos e a descontextualização com as aplicações do cotidiano, por exemplo (AT09. p 331).

Nessa lógica, quando se busca integrar as Ciências, Tecnologias e Sociedade (CTS) no contexto escolar, é importante considerar seus propósitos dentro da educação, como proposto por Palacios et al. (2001). Esses propósitos envolvem a capacidade de relacionar, refletir e analisar conhecimentos independentes de diversas áreas de estudo, que muitas vezes se

encontram isolados por disciplinas específicas, tais como Filosofia da Ciência, Sociologia do Conhecimento Econômico, entre outras.

A temática das perspectivas CTS e CTSA permeiam toda a BNCC, como observado abaixo:

A sociedade contemporânea está fortemente organizada com base no desenvolvimento científico e tecnológico. Da metalurgia, que produziu ferramentas e armas, passando por máquinas e motores automatizados, até os atuais chips semicondutores, ciência e tecnologia vêm se desenvolvendo de forma integrada com os modos de vida que as diversas sociedades humanas organizam ao longo da história (BRASIL, 2018. p 321).

Sob essa ótica, a esfera de estudos relacionados às Ciências da Natureza, principalmente na biologia, através de uma abordagem integrada de múltiplas áreas de conhecimento, deve garantir que os estudantes do Ensino Médio tenham a oportunidade de explorar uma ampla gama de saberes científicos desenvolvidos ao longo do tempo. Isso inclui também proporcionar uma introdução gradual aos principais métodos, práticas e passos envolvidos na pesquisa científica em conjunto com a sociedade.

Ao unir esses conhecimentos, a sociedade terá a oportunidade de refletir e analisar os fenômenos e as implicações resultantes do desenvolvimento tecnológico. Essa abordagem possibilita uma visão mais abrangente e contextualizada das interações entre ciência, tecnologia e sociedade.

5.3 Proposta de uma sequência didática no ensino de biotecnologia microbiana

A partir das análises realizadas foi possível observar que a utilização de sequências didáticas para o ensino de biotecnologia microbiana no contexto da educação regular é fundamental. Visto que, transpassam os limites do ensino tradicional e tem o poder de transformar e aprimorar o processo de ensino e aprendizagem atual. No entanto, a utilização de SD ainda é incipiente e pouco estimulada em escolas, principalmente pela dificuldade de professores encontrarem tempo para a realização de SD.

Além disso, lacunas como a diversificação do uso de estratégias didáticas, os modelos avaliativos e a inserção da alfabetização científica, foram encontradas. Portanto, a SD proposta procurou abranger essas problemáticas dispostas ao decorrer da análise das sequências didáticas.

Dessa forma, foi proposto nesse trabalho uma sequência didática voltada para o ensino de biotecnologia microbiana para turmas do ensino médio. A SD proposta foi elaborada a partir dos três momentos pedagógicos, descritos por Delizoicov e Angotti (1990).

De acordo com Delizoicov e Angotti (1990) as SD podem ser divididas em três etapas ou chamadas de momentos pedagógicos, que são: i) problematização inicial; ii) organização do conhecimento e iii) aplicação do conhecimento, as quais são descritas da seguinte forma:

i) **Problematização inicial:** Consiste em apresentar questões e/ou situações para discussão com os alunos. Nesse momento, o professor tem a oportunidade de identificar as concepções prévias, contradições e limitações presentes nas respostas dos alunos. A partir dessa identificação, o professor formula problemas, situações ou questões que evidenciam a necessidade de adquirir novos conhecimentos, ainda não abordados pelos alunos. De acordo com Delizoicov e Angotti (1992, p. 29), essa etapa é de extrema importância no processo de ensino-aprendizagem.

A problematização poderá ocorrer pelo menos em dois sentidos. Por um lado, o aluno já poderá ter noções sobre as questões colocadas, fruto da aprendizagem anterior na escola ou fora dela [...]. Por outro lado, a problematização pode permitir que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1992. P. 29).

ii) **Organização do conhecimento:** Os conhecimentos científicos relevantes para a compreensão do tema são explorados de forma sistemática, sob a orientação do professor. Os alunos começam a adquirir uma compreensão mais profunda da problematização ou situação inicial. O professor organiza os conteúdos de diferentes maneiras, construindo sobre o que foi apresentado no primeiro estágio.

A seleção cuidadosa de conteúdos e materiais é essencial nessa etapa. Delizoicov e Angotti (1990) enfatizam a importância de uma variedade de atividades para a organização da aprendizagem. Eles sugerem que o professor utilize exposições de definições e propriedades, além de formulação de questões (como exercícios de fixação encontrados em livros didáticos), textos e experiências práticas. Nesse sentido, é fundamental proporcionar uma abordagem diversificada para otimizar o processo de ensino-aprendizagem.

iii) **Aplicação do conhecimento:** Os alunos aplicam o conhecimento adquirido em situações concretas, por meio de atividades práticas que permitam a transferência do conhecimento para outras situações. Portanto, os três momentos pedagógicos de Delizoicov buscam integrar teoria e prática, estimulando o pensamento crítico e a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem.

Baseado nesses três momentos pedagógicos (3MPs), foi elaborado uma SD (Quadro 2), a qual foi planejada de acordo com o conteúdo programático para o Ensino Médio, seguindo as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018). A proposta de sequência didática tem como objetivo o ensino do Reino Fungi no Ensino Médio em uma perspectiva biotecnológica, visando a alfabetização científica como base. Segundo Sasseron e Carvalho (2011) a alfabetização científica integra os saberes e as habilidades do fazer científico, permitindo aos estudantes interagir com os conhecimentos do mundo.

Quadro 2: Organização da sequência didática utilizando os três momentos pedagógicos (3MPs).

Apresentação da situação	
A aula será iniciada abordando a problematização inicial (aula 1) e ouvindo as respostas de cada aluno. Nesta etapa, será realizada uma roda de conversa, conhecendo os saberes dos alunos.	
Problematização - Aula 1 (50 min)	
Qual o maior organismo do mundo? Os fungos podem ser encontrados em todos os lugares? Quais lugares encontramos? Podemos ver todos os fungos a olho nú? Qual a importância dos fungos para os seres vivos?	
Organização do conhecimento	
Aula 2 (100 min)	Apresentação do conteúdo, abordando os conceitos iniciais: Características gerais dos fungos: nutrição, reprodução, morfologia e fisiologia. Abordar o aspecto evolutivo, apresentando a colocação filogenética. Ao fim, será realizado um quiz com 5 perguntas, a fim de averiguar a aprendizagem conceitual.
Aula 3 (50 min)	Nesta aula será apresentado o site/aplicativo Mozaik3D. https://us.mozaweb.com/en/user.php?cmd=login&loginname=VICDANUA_AH&url=Social%2Flogin&provider=google Os alunos devem observar os modelos em 3D junto ao professor, o qual irá direcioná-los demonstrando as estruturas dos fungos a partir de uma microscopia óptica com ampliação de 1500x. Além disso, será também realizada neste momento uma roda de conversa para trabalhar uma lição no MOZAIK 3d, intitulado “O mundo secreto dos fungos”. Para finalizar, será apresentado a cena 3D, demonstrando os cogumelos. Esta etapa é fundamental, pois irá unir os conteúdos abordados nas aulas 2 e 3 de modo que haja uma ligação entre a prática e a teoria, o que determinamos como Alfabetização Científica.
Aplicação do conhecimento - aula 4 (100 min)	
A aplicação do conhecimento será realizada em dois momentos. O primeiro momento será composto por duas atividades, um experimento feito pelos alunos e	

orientado pelo professor. Esse experimento tem como princípio entender a fermentação realizada pelas leveduras e relacioná-las com a produção de bebidas alcoólicas e alimentos. Ao final da atividade será produzido um pão com auxílio do professor, objetivando demonstrar a capacidade fermentativa e relacionando-a com o potencial biotecnológico dos fungos (leveduras) e o cotidiano (Apêndice A).

O segundo momento será a produção de um relatório de experimento, demonstrando os métodos utilizados e os conhecimentos obtidos.

Em ambas as etapas, serão avaliados os aspectos atitudinais e procedimentais que aliado ao quiz (aula 2), serão os instrumentos avaliativos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nas análises dos artigos e trabalhos publicados nas ENPEC, foi possível encontrar que uma grande parte dos artigos que estão sendo desenvolvidos no ambiente escolar abrangem as SDs. No entanto, o número de trabalhos e publicações ainda é muito incipiente. Porém, a partir dos resultados, podemos observar que as SDs trazem consigo diversas estratégias metodológicas e modelos avaliativos que facilitam o processo de ensino e aprendizagem, trazendo uma mudança no sistema de ensino, e promovendo assim, inovações e aperfeiçoamento dos métodos tradicionais. Tais mudanças favorecem tanto ao professor quanto ao aluno, pois os professores precisam dispor de uma maior resiliência e curiosidade para implementar novas técnicas em suas aulas.

Observou-se também lacunas quanto à produção de SD nos conteúdos de biotecnologia microbiana, visto o pouco resultado obtido e uma má distribuição dos conteúdos de biotecnologia no Ensino Médio. Nessa lógica, a proposta de utilização de SDs visa apresentar um caminho para os professores, visto que no processo de ensino e aprendizagem a sua utilização desempenha um papel crucial, relacionando conteúdo com métodos de ensino que aprimoram o entendimento do aluno. Além disso, a proposta de SD buscou abranger diversas estratégias didáticas e modelos avaliativos para que as aulas se tornem mais dinâmicas e inclua a biotecnologia relacionada ao cotidiano.

7. REFERÊNCIAS

- ALVES, M.; BEGO, A. M. Levantamento bibliográfico acerca de elementos do planejamento didático-pedagógico na área de Ensino de Ciências. In Atas do XV Evento de Educação em Química (EVEQ). p. 1-10. 2017.
- AMORIM, M. C.; LEYSER, V. A evolução biológica e seu ensino nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências. In Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, SC, 2009. p. 1-12.
- ANASTASIOU, L. G., et al. Estratégias de ensinagem. **Processos de ensinagem na universidade. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**, v. 3, p. 67-100, 2004.
- ARAÚJO, A.B.; GUSMÃO, F.A.F. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira. In: **10º Encontro Internacional de Formação de Professores e 11º Fórum Permanente de Inovação Educacional**, 2017.
- AZEVEDO, J. L.; de; ARAUJO, Welington Luiz de. Diversity and applications of endophytic fungi isolated from tropical plants. **Fungi: multifaceted microbes**, 2007.
- BARBOSA, F. G.; DE OLIVEIRA, N. C. Estratégias para o Ensino de Microbiologia: uma Experiência com Alunos do Ensino Fundamental em uma Escola de Anápolis-GO. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 16, n. 1, p. 5-13, 2015.
- BYBEE, R.W.; DEBOER, G.E. Research on Goals for the Science Curriculum, In: Gabel, D.L.(ed). **Handbook of Research in Science Teaching and Learning**, New York, McMillan. 1994.
- BARBOSA, F. H. F.; DE LIMA BARBOSA, Larissa Paula Jardim. Alternativas metodológicas em Microbiologia-viabilizando atividades práticas. *Revista de biologia e Ciências da Terra*, v. 10, n. 2, p. 134-143, 2010.
- BAZZO, V.; PARDO, S. N. F.; HOFFMANN, E. C.; DE LIMA, G.; RIBEIRO, R. V. Bioprospection and characterization of the amyolytic activity of filamentous fungi. **Brazilian Journal of Development**. v. 8. 2022.
- BASTOS, M. R., et al. A utilização de sequências didáticas em biologia: revisão de artigos publicados de 2000 a 2016. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1-11, 2017.
- BEGO, A. M. A celeuma em torno da temática do planejamento didático-pedagógico: Definição e caracterização de seus elementos constituintes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 71-96, 2020.
- BEGO, A. M. Sistemas Apostilados de Ensino e Trabalho Docente: estudo de caso com professores de ciências e gestores de uma rede escolar pública municipal. 2013.
- BLANCO, G. S.; PÉREZ, M. V. V. Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. Enseñanza de las ciencias. **Revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 33-44, 1993.

BONZANINI, T. K.; BASTOS, F. Temas da Genética contemporânea e o Ensino de: que materiais são produzidos pelas pesquisas e que materiais os professores utilizam? VIII ENPEC. 2011.

BORÉM, A. A história da Biotecnologia. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*. v. 34. n. 1. p 11-105. 2005.

BRASILEIRO, A. M. M. *Manual de produção de textos acadêmicos e científicos*. **Atlas**. p. 47. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular – BNCC. Brasília, DF, 2017.

CARVALHO, A. M. P., et al. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo. **Cengage Learning**, v. 1, p. 1-19, 2013.

CATARINACHO, R.L. O Ensino de Genética com Super-Heróis: Uma Abordagem Mutante na Sala de Aula. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2011.

CORTE, V. B.; SANTOS, C. R., SILVA, R. H. W., FILHO, J. R., ARAÚJO, M. P. M. Uma abordagem interdisciplinar no estudo da vida marinha e meio ambiente. In: CORTE, V. B.; ARAÚJO, P. M.; SANTOS, C. R. Sequências didáticas para o ensino de ciências e biologia. Curitiba: CRV, 2020.

CORDEIRO, A. M., et al. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Revista do colégio brasileiro de cirurgões**, v. 34, p. 428-431, 2007.

CAVALLI, R. O. Introdução à Biotecnologia Marinha. In: *Biotecnologia Marinha*. 2020.

DA SILVA, A. R L., et al. Gamificação na educação. **Pimenta Cultural**, 2014.

DA SILVA, S. F.; COLOMBO, A. V. Uma Proposta Pedagógica no ensino da Microbiologia para o Ensino Superior/Games: A Pedagogical Proposal on Microbiology Education for Higher Education. ID on line. **Revista de psicologia**, v. 13, n. 45, p. 110-123, 2019.

DE CASTRO, T. F.; GOLDSCHMIDT, A. I. Aulas práticas em ciências: concepções de estagiários em licenciatura em biologia e a realidade durante os estágios. Amazônia. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 13, n. 25, p. 116-134, 2016.

DE SOUZA, R. W., et al. Modalidades e recursos didáticos para o ensino de biologia. **Revista Eletrônica de Biologia (REB)**. ISSN 1983-7682, v. 7, n. 2, p. 124-142, 2014.

DELIZOICOV, D., SLONGO, I. I. P., & LORENZETTI, L. ENPEC: 10 anos de disseminação da pesquisa em educação em ciências. In **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, SC, 2007.

DOS REIS ZOCHE, E. R; DE LIMA SOUZA, Hilton Marcelo. Sequência Didática Gamificada Investigativa como estratégia pedagógica para o ensino de Microbiologia. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 14, n. 2, p. 1-25, 2023.

FARIAS, I. M. S., et al. Didática e docência. **Aprendendo a profissão**, 2009.

FREIRE, P., et al. A importância do ato de ler. 2003.

FERRUGINI, L et al. A importância das Tecnologias da Informação e Comunicação em cursos online: Um estudo exploratório em uma Universidade do Sul de Minas Gerais. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 11, n. 1, p. 600-610, 2013.

GOHN, M. G. Educação não-formal e cultura política. Impactos sobre o associativismo do terceiro setor. São Paulo. **Cortez**, 1999.

GONÇALVES, A. V.; FERRAZ, M. R. R. Sequências didáticas como instrumento potencial da formação docente reflexiva. **DELTA: Documentação de Estudos em Linguística Teórica e Aplicada**, v. 32, p. 119-141, 2016.

GRIFFITHS, A. J. F., et al. **Genética moderna**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

GREGORACCI, G. B; RUA, C. P. J. Biodiversidade microbiana: Bactérias, arqueias e vírus. In: **Biotecnologia microbiana**. THOMPSON, F; THOMPSON, C. **Biotecnologia Marinha**. 2020.

GADOTTI, M. Perspectivas atuais da educação. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, p. 03-11, 2000.

IBER, BT.; KASAN, NA, TORSABO, D.; OMUWA, JW. Uma revisão de várias fontes de quitina e quitosana na natureza. **Journal of Renewable Materials**. v. 10, n. 4, p. 1097, 2022.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO M. Ensino de Ciências e Cidadania, 2 ed. São Paulo: **Moderna**, 2007.

LEAL, C. Sequência Didática- Brincando em sala de aula: Uso de jogos cooperativos no ensino de ciências. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro Campus Nilópolis, RJ, 2013.

LEAL, G.C.G; FARIAS, M. S.S; ARAÚJO, A.F. O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 7, n. 1, 2008.

LOPES, M. J., et al. Biotecnologia microbiana: inoculação, mecanismos de ação e benefícios às plantas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e356101220585-e356101220585, 2021.

LIBÂNEO, J. C. Didática. 2a ed. São Paulo, SP: **Cortez**, 2013.

BERNARDI, G., et al. Concepções prévias dos alunos dos anos iniciais sobre microrganismos. **Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477**, v. 10, n. 1, p. 55-69, 2019.

MARCUSSI, S. et al. Questionários e desenhos como instrumento de avaliação: trabalhando o tema soluções no ensino médio. In: **Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I CIEC**, 2011, p. 1-13.

MAYR, E. Biologia, ciência única. **Editora Companhia das Letras**, 2005.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. Análise textual discursiva. 2a ed. **rev. Ijuí**, RS: Unijuí, 2011.

- MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.
- MORAN, J. M; MASETTO, M. T. E. Novas tecnologias e mediação pedagógica. 2000.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa subversiva. **Série-Estudos-Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB**, 2006.
- NUHS, A. C.; TOMIO, D. A prova escrita como instrumento de avaliação da aprendizagem do aluno de Ciências. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 22, n. 49, p. 259-283, 2011.
- OLIVEIRA, M. A. W; CERESER, C. MIE ITO. Tecnologias de informação e comunicação na educação musical: Um estudo sobre a autoeficácia de professores de música no Brasil. **Percepta-Revista de Cognição Musical**, v. 3, n. 2, p. 81-81, 2016.
- OLIVEIRA, N. F., et al. Concepções alternativas sobre microrganismos: alerta para a necessidade de melhoria no processo ensino-aprendizagem de biologia, 2014.
- OLIVEIRA, P. B. MORBECK, L. L. B. Contextualizando o ensino de Microbiologia. Id on Line. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 13, n. 45, p. 450-461, 2019.
- OSTOS-ORTÍZ, O. L., et al. Aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos. **Nova**, v. 17, n. 31, p. 129-163, 2019.
- PELIZZARI, A., DA SILVA, I. S., & FELIPE, M. S. S. Ensino da Biotecnologia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Novo Ensino Médio. **Concilium**, v. 22, n. 4, p. 230-247, 2022.
- PINHO, D. B. Biodiversidade de fungos da família Meliolaceae de fragmentos da Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. 2009.
- PEREIRA, A.R.B; FREITAS, D.A.F. Uso de micro-organismos para a biorremediação de ambientes impactados. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)**, v. 6, n. 6, p. 995-1006, 2012.
- REIS, P. Ciência e Educação: que relação?. **Interações**, v. 3, n. 3, p. 160-187, 2005.
- SANTOS, D. F.; PRUDÊNCIO, C. A. V. O uso de sequências didáticas no ensino sobre microrganismos: uma revisão da literatura em periódicos e eventos nacionais. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 3, p. 577-600, 2020.
- SANT'ANNA, I.; SANT'ANNA, V. Recursos Educacionais para o Ensino: quando e por quê? **Editora Vozes**. 2004.
- SANTOS, D. F.; PRUDÊNCIO, C. A. O uso de sequências didáticas no ensino sobre microrganismos: uma revisão da literatura em periódicos e eventos nacionais. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 3, p. 577-600, 2020.
- SASSERON, L. H. Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. 2008. **Tese (doutorado em educação) ensino de ciências e matemática** - faculdade de educação da universidade de são paulo, são paulo, 2008.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estrutura do ensino de Física. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org). Ensino de Física. São Paulo: **Cengage Learnig**, 2011.

SAVIANI, D. Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações. 11^a ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2011.

SILVA, J.S; SILVA SANTOS, S.; GOMES, F.G.G. A biotecnologia como estratégia de reversão de áreas contaminadas por resíduos sólidos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v. 18, n. 4. p. 1361-1370. 2014.

SOUSA, G. P.; TEIXEIRA, P. M. M. Educação CTS e genética. Elementos para a sala de aula: potencialidades e desafios. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 2, p. 83-103, 2014.

VEIGA, I. P. A. Repensando a didática. **Papirus Editora**, 1988.

WOESE, C. R.; KANDLER, O.; WHEELIS, M. L. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 87, n. 12, p. 4576-4579, 1990.

ZHAO, Y; FRANK, K. A. Factors affecting technology uses in schools: An ecological perspective. **American educational research journal**, v. 40, n. 4, p. 807-840, 2003.

ZABALA, A. A prática educativa: Como ensinar; trad. Ernani F. da F. Rosa. Artmed, Porto Alegre. p 27-58. 1998.

APÊNDICE A – PREPARAÇÃO DA AULA PRÁTICA

Roteiro para atividade prática (100 min)
Atividade 1 (30 min)
Materiais necessários: - Balões de festa, - 04 tubos de ensaio por grupo, - Açúcar, - Água morna, - Fermento biológico (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>).
Procedimento: Etapa 1: separe os tubos de ensaios e enumere-os da seguinte forma: - Tubo 1 (água) - Tubo 2 (água e açúcar) - Tubo 3 (água + fermento) - Tubo 4 (água + fermento + açúcar) Etapa 2: Ao finalizar a etiquetagem dos tubos, os estudantes devem adicionar os respectivos ingredientes e homogeneizar a solução. Etapa 3: Colocar os balões em cada tubo de ensaio e aguardar em torno de 10 min para observar e anotar o resultado. Etapa 4: Discuta os resultados com os estudantes, indagando-os sobre os possíveis acontecimentos. Etapa 5: Aplique os conhecimentos científicos relacionando com o cotidiano. Referências: MICROBIO. Roteiro da fermentação - Estufando o balão. Disponível em: http://microbioelis.blogspot.com/2015/01/experimento-2-roteiro-da-fermentacao.html Acesso em: 6 jun. 2023.
Atividade 2 (70 min)
Aplicação do conhecimento: Leveduras na biotecnologia Ingredientes: 1 xícara de chá de leite morno 1 ovo 15g de fermento biológico seco (<i>S. cerevisiae</i>) 1 colher de sopa de óleo 1 colher de chá de açúcar ½ colher de sopa de sal 2 xícaras de chá de farinha de trigo Preparo:

Etapa 1: Reúna os ingredientes e misture no liquidificador

Etapa 2: Adicione farinha até formar uma massa mole

Etapa 3: Transfira para uma forma que caiba na *Airfryer*

Etapa 4: Deixe a massa descansar até dobrar de volume

Etapa 5: Ligue a *Airfryer* e deixe por 15 minutos a 180 °C

Ao final da receita, sirva os alunos e faça uma roda de conversa para discutir as etapas da produção de pão relacionando com os processos fermentativos que a levedura realiza.

Referências:

RECEITERIA. Pão de forma fácil na *AIRFRYER*. Disponível em: <https://www.receiteria.com.br/receita/pao-de-forma-facil-na-airfryer/>. Acesso em 6 jun. 2023.