
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE CLONAGEM E FERMENTAÇÃO: UMA PROPOSTA DE INVESTIGAÇÃO-FORMAÇÃO-AÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

DIDACTIC SEQUENCE CLONING AND FERMENTATION: A PROPOSAL FOR ACTION-TRAINING-RESEARCH IN SCIENCE TEACHING

Daniele Bremm¹
Roque Ismael da Costa Güllich²

Resumo

O presente artigo apresenta uma proposta de Sequência Didática (SD) sobre as temáticas: Clonagem e Fermentação, para o ensino de conceitos ligados à Teoria Celular, ao primeiro ano do Ensino Médio (EM), de forma a facilitar o ensino desses conceitos e desmistificar concepções equivocadas. O desenvolvimento deste produto educacional ocorreu durante o mestrado acadêmico em Ensino de Ciências. As apostas para a produção dessa SD apresentam o diálogo entre a utilização de Textos de Divulgação Científica (TDC), do processo de Experimentação Investigativa e da Investigação-Formação-Ação em Ensino de Ciências (IFAEC), que possui como princípios: os movimentos reflexivos e aprofundamentos investigativos. Para além disso, a SD segue o referencial de Zabala, permitindo a realização do processo de ensino de forma a atingir as dimensões: conceitual, procedimental e atitudinal em relação ao conteúdo. Nossa análise aponta para a importância da IFAEC como mecanismo para desencadear a construção de conhecimentos, valorizando as vivências dos alunos, seus argumentos e instigando a reflexões críticas durante todo o processo de ensino.

Palavras-chave: Prática de Ensino; Textos de Divulgação Científica; Experimentação Investigativa.

Abstract

This article presents a proposal for a Didactic Sequence (SD) on the themes: Cloning and Fermentation, for the teaching of concepts related to Cell Theory, in the first year of High School, in order to facilitate the teaching of these concepts and demystify misconceptions. The development of this educational product took place during the academic master's degree in science education. The stakes for the production of this SD present the dialogue between the use of Scientific Dissemination Texts (TDC), the

¹ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Bolsista Institucional da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). Graduada em Ciências Biológicas - Licenciatura pela Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Cerro Largo.

² Doutorado em Educação nas Ciências - UNIJUÍ (2012). Atualmente é professor da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, Campus de Cerro Largo-RS.

Investigative Experimentation process and the Action-Training-Research in Science Teaching (IFAEC) which has as principles: reflexive movements and investigative deepening. In addition, SD follows Zabala's framework, allowing the teaching process to be carried out in order to reach the following dimensions: conceptual, procedural and attitudinal in relation to content. Our analysis points to the importance of IFAEC as a mechanism to trigger the construction of knowledge, valuing students' experiences, their arguments and instigating critical reflections throughout the teaching process

Keywords: Teaching Practice; Scientific Dissemination Texts; Investigative Experimentation.

Introdução. Contextualização inicial: intenções e objetivos

A introdução de reformas curriculares que visam orientar o desenvolvimento de habilidades e competências para o espaço escolar (BRASIL, 1998; 2019), faz com que as discussões que orientam reflexões para o desenvolvimento profissional docente (IMBERNÓN, 2001) ganhem espaço nas últimas décadas. Isso decorre tendo em vista que o professor está entrelaçado ao desafio de mediar os conhecimentos científicos de forma significada.

A própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC) recomenda o trabalho visando o desenvolvimento de competências e habilidades, ao salientar que “aprender Ciências não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuar no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania” (BRASIL, 2019, p. 321). Portanto, a ação docente não deve se remeter somente ao domínio de conteúdos, faz-se necessário articular a esses conhecimentos os das experiências de vida e da prática profissional (FONSECA; COSTA; NASCIMENTO, 2017).

Em relação a isso, a utilização de Sequências Didáticas (SD) tem se mostrado uma metodologia recorrente para trabalhar o Ensino de Ciências, permitindo melhores possibilidades de organização e sistematização de conhecimentos e, assim, proporcionar o ensino de conceitos científicos de forma colaborativa e contextualizada, ao passo que os alunos e professores encaram o desafio de aprender e, também, de ensinar (ZABALA, 2007).

Quando tratamos da utilização de SD, Zabala (2007) se apresenta como um dos maiores referenciais para esta metodologia, pois trata dos desafios do professor frente à questão, ao passo que explicita as dimensões que envolvem a organização das atividades segundo essa metodologia.

Desenvolver as habilidades e competências dos alunos, como a BNCC propõe (BRASIL, 2019), perpassa por um ensino que atinja as esferas culturais, sociais e históricas, fazendo com que o aluno consiga relacionar o ensino com o seu contexto social interagindo e refletindo criticamente sobre ele, promovendo mudanças que possam melhorar esse contexto (ZABALA, 2007), o que pode ser atingido por meio do trabalho com SD.

A utilização da SD permite ao professor desenvolver a sua autonomia, escolhendo conteúdos/temas e atividades pertinentes ao ensino, condizentes com a realidade e as necessidades de aprendizado dos alunos (ZABALA, 2007). Podem surgir inquietudes em relação ao porquê ensinar determinada temática em detrimento de outra. Neste sentido, Zabala (2007) nos traz seu olhar para os conteúdos da aprendizagem, trabalhando com três dimensões dos conteúdos: conceitual, procedimental e atitudinal.

Essas dimensões estão alinhadas com a metodologia do ensino por investigação, pois a aprendizagem de conceitos científicos só ocorre mediante mudanças e superações em relação à metodologia da superficialidade, o que exige mudanças atitudinais por parte dos alunos.

“Para superar a metodologia da superficialidade, os alunos devem realizar as atividades de modo que se aproximem cada vez mais do ‘fazer Ciência’” (CAMPOS; NIGRO, 2009, p. 24). A situação problema deve ser apresentada aos alunos, que deverão propor hipóteses explicativas para ela. Em seguida, são realizados estudos a fim de verificar essas hipóteses e construir conhecimentos para alcançar os objetivos de aprendizagem. Por fim, o problema e as possíveis hipóteses são rediscutidas em grupo, reorganizando-se as ideias/defesas a partir dos novos conhecimentos produzidos/sistematizados (GÜLLICH, 2019).

Na dimensão conceitual, temos os conceitos, que são temas abstratos que requerem a compreensão em nível de significados, sendo, portanto, um processo complexo e de elaboração pessoal que se situa “fundamentalmente dentro das capacidades cognitivas” (ZABALA, 2007, p. 207). Portanto, a aprendizagem acontece em meio à interação entre o professor e aluno e entre o aluno e seus colegas, sendo a aprendizagem um processo colaborativo que parte das experiências iniciais/cotidianos dos alunos.

A dimensão procedimental, como o próprio nome já indica, está relacionada aos processos, “[...] os conteúdos procedimentais, implicam, saber, fazer, e o

conhecimento sobre o domínio desse saber fazer, só pode ser verificado em situações de aplicações desses conteúdos” (ZABALA, 2007, p. 207). Portanto, o como ensinar está relacionado aos procedimentos de ensino, aos quais o professor pode optar durante suas aulas, podendo este, ao longo da SD, propor diversas ações de ensino, embasadas em mais de um recurso metodológico.

Esses procedimentos devem atender para as necessidades dos alunos e, também, às diversas formas pelas quais eles aprendem, pois cada aluno possui a sua peculiaridade, cabendo ao professor criar/optar por mecanismos que aproximem as necessidades de seus alunos (ZABALA, 2007).

A terceira dimensão, dos conteúdos atitudinais, está voltada para os resultados, a qual busca despertar a atitude dos alunos por meio da prática em relação ao que se aprendeu, fazendo-o relacionar as aprendizagens com as suas vivências, desencadeando a autonomia, a criticidade e, até mesmo, o desenvolvimento de valores dos alunos (ZABALA, 2007).

O professor que ensina por meio de monólogos/aula expositiva não favorece o desenvolvimento da aprendizagem, pois o aluno não se sente importante e parte integrante desse processo. Contrariamente a isso, é preciso que ocorra a interação para que o sujeito aprenda e se torne corresponsável pelo seu processo de aprendizagem, desenvolvendo a autonomia dos sujeitos na busca pelo conhecimento (CARVALHO, 2007).

Para além disso, no que diz respeito à organização dos conteúdos, o aluno precisa compreendê-los de forma ampliada/contextualizada. Para isso, a organização dos conteúdos, sempre que possível, deve ocorrer de forma interdisciplinar, o que pode garantir a aprendizagem ampliada e globalizada dos conceitos (ZABALA, 2007).

Deste modo, consideramos a importância de que as atividades de ensino sejam desenvolvidas de forma organizada e sistematizada, utilizando diversas metodologias de ensino e considerando as três dimensões na abordagem dos conteúdos. Desse modo, defendemos que se utilizem-se estratégias interdisciplinares considerando aspectos socioculturais dos alunos, sendo eles os principais protagonistas do processo de ensino e aprendizagem e considerando o professor como um mediador, refletindo sobre a sua própria prática em movimentos de Investigação-Formação-Ação (IFA) (GÜLLICH, 2013), a fim de que possam compor um repertório de conhecimentos metodológico-pedagógicos na busca por melhorar e transformar cada vez mais os processos de ensino.

Portanto, a abordagem da IFA pode ser estendida da formação do professor ao Ensino de Ciências: Investigação-Formação-Ação no Ensino de Ciências (IFAEC) (BERVIAN; PANSERA-DE-ARAÚJO, 2020), compreendida aqui como sendo: “a IFA como modelo de formação de professores e a investigação como princípio formativo e educativo” (p. 96). Neste sentido, a SD em questão está articulada ao referencial da IFA e ao movimento de IFAEC e será desenvolvida por meio de uma espiral autorreflexiva, centrada nas etapas de: observação, problematização, planejamento, ação e avaliação todas permeadas pela reflexão (BREMME; GÜLLICH, 2020; RADETZKE; GÜLLICH; EMMEL, 2020).

Com este propósito, tal perspectiva pode ser assumida como metodologia para a promoção de discussão e intervenções por meio da produção de escritas dos alunos. Dessa forma, o professor investiga além da aprendizagem deles, mas também seu processo de formação e atuação/prática docente. Ao nos voltarmos para a utilização da IFAEC como metodologia norteadora para a SD, nossas intenções estão mais voltadas para um tipo de ensino: o ensino por investigação.

É neste sentido que desenvolvemos esta escrita, com a intenção de apresentar a proposta de uma SD sobre as temáticas: Clonagem e Fermentação para o ensino de conceitos ligados à Teoria Celular, ao primeiro ano do Ensino Médio (EM). Sendo a SD compreendida por nós, a partir dos pressupostos de Zabala (2007, p. 60), como um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais”.

As apostas para o desenvolvimento desta atividade apresentam o diálogo entre a utilização de Textos de Divulgação Científica (TDC) (FERREIRA; QUEIROZ, 2012, 2015; CUNHA; GIORDAN, 2015), do processo de Experimentação Investigativa para o Ensino de Ciências (CARVALHO, 2007; FAGUNDES, 2007; ROSITO, 2008; MOTTA et al., 2013) e da IFAEC (BERVIAN, 2019; BERVIAN; PANSERA-DE-ARAÚJO, 2020; RADETZKE; GÜLLICH; EMMEL, 2020) que possui como princípios: os movimentos reflexivos e aprofundamentos investigativos.

Na perspectiva do modelo da IFAEC, os professores, durante o desenvolvimento e implementação da atividade de intervenção, fazem uso da reflexão e inserem instrumentos cognitivos, como por exemplo, nesta SD, o TDC e a Experimentação Investigativa para que se constitua o princípio investigativo durante o processo de Ensino de Ciências.

Contexto e detalhamento da sequência didática

Ao apresentarmos uma SD, é importante considerar para quem será direcionada, bem como o contexto (viabilidade) e as orientações curriculares. No caso, a SD foi planejada para o EM podendo ser trabalhada de forma interdisciplinar entre as disciplinas de Química e Biologia no primeiro ano do EM.

A organização das atividades da SD contempla um total de oito horas-aula e tem por objetivo identificar os conhecimentos iniciais/cotidianos dos alunos sobre conceitos relacionadas à Clonagem (Teoria Celular; reprodução assexuada; divisão celular) e à Fermentação, e, a partir destes, mediar a aprendizagem conceitual por meio de diferentes metodologias de ensino, intencionando o diálogo e a interação na busca por promover avanços na compreensão conceitual dos conhecimentos científicos dos alunos.

Em relação à viabilidade da SD, a atividade demanda leituras, pesquisas e materiais para o experimento que são de fácil acesso/custo. Quanto ao currículo, conforme a BNCC (BRASIL, 2019, p. 470) no E.M., a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT): “propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente”.

Tanto na Biologia como na Química, tal aspecto abarca orientações em torno de três competências e, no caso dessa proposta, estamos direcionando entendimentos para a competência específica:

analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2019, p. 553).

Quanto às habilidades contempladas nesta proposta, sobre a Clonagem e a Fermentação, partindo da leitura problematizada de um TDC e da elaboração de um experimento investigativo, destacamos as seguintes:

(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; (EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações (BRASIL, 2019, p. 545).

Justificando as temáticas escolhidas, a Clonagem tem relação direta com a Teoria Celular. Sendo a célula um conceito chave dentro da Biologia e na área de CNT por ser essa a unidade que caracteriza a vida, sendo este o conceito que representa e unifica todos os seres vivos, portanto, é um conceito estrutural (NASCIMENTO JÚNIOR; SOUZA, 2016). Os conceitos estruturantes são “capazes de organizar teoricamente os distintos conceitos e modelos presentes no currículo. Neste sentido, trata-se dos eixos direcionadores da organização sintática e curricular de uma área específica de conhecimento” (NASCIMENTO JÚNIOR; SOUZA, 2016, p. 59).

Sendo a Clonagem um desdobramento do conceito de célula, as discussões sobre Clonagem envolvem muitos conceitos da Teoria Celular e da teoria da herança genética (NASCIMENTO JÚNIOR; SOUZA, 2016). “Metodologias e concepções que se contrapõem ao modelo tradicional de ensino emergem para possibilitar a formação integral dos educandos e, dentre elas pode-se citar a abordagem de Aspectos Sociocientíficos” (STADLER; HUSSEIN; MARQUES, 2021, p. 60), como a Clonagem.

Já a Fermentação é um processo de respiração anaeróbica, por meio do qual as células obtêm energia química para as atividades normais do seu metabolismo. O ser humano se utiliza desses mecanismos para a preparação de produtos bastante consumidos como o iogurte, por exemplo, que pode ser realizado de forma caseira, com a inserção da colônia de Kefir (colônia de fungos e bactérias) no leite, os quais se reproduzem de forma assexuada por meio de múltiplas mitoses celulares (CARNEIRO et al., 2012), que também podem ser chamados de clones.

Para aliamos a organização e o planejamento da SD a IFAEC, destacamos também esta associação na presente proposição. Portanto, em nossa espiral autorreflexiva, partimos da observação de que a Clonagem se apresenta como um tema bastante abstrato aos alunos, por estar diretamente ligada com conceitos da Teoria Celular. Sendo também um tema sociocientífico, que muitas vezes é

apresentado de forma polêmica por meio dos filmes e novelas, que só levam em conta aspectos da Clonagem animal em detrimento da Clonagem vegetal, que muitas vezes acaba sendo esquecida, pois as plantas não são associadas ao termo. O que nos faz problematizar: Como trabalhar os conceitos de Clonagem e Fermentação de forma que eles se tornem menos abstratos, complexos e polêmicos por meio de uma IFAEC?

Diante destas considerações, e seguindo com o movimento de nossa espiral autorreflexiva, passamos a planejar uma proposta de SD na busca por avanços na compreensão do ensino e da aprendizagem conceitual sobre Clonagem e Fermentação. No Quadro 1, a seguir, são descritas cada uma das ações da SD, bem como seus objetivos, justificativas e avaliações.

Quadro 1: Estrutura Geral das Ações da Sequência Didática e Avaliações

Ações/Atividades	Objetivo (s) da atividade	Avaliação das Ações
<p>Ação 1 (1 aula)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Questionário inicial para levantar os conhecimentos iniciais dos alunos Apêndice (A). • Contextualização sobre a temática Clonagem e os principais conceitos que incorporam essa temática, por meio de trabalho com TDC e perguntas norteadoras (Anexo A). • Desenvolvimento de escrita sobre a aula pelos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar um levantamento dos conhecimentos iniciais dos alunos sobre conceitos relacionados à temática Clonagem por intermédio de um questionário. • Apresentar aos alunos e problematizar a temática Clonagem a partir de leitura de TDC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os alunos serão avaliados pela participação nas discussões bem como pela entrega do questionário com as suas concepções iniciais. Estas serão analisadas pela professora como forma de mediar a construção de conceitos científicos ao longo das demais ações da SD. • Também será avaliada a escrita dos alunos sobre a aula.
<p>Ação 2 (1 aula)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realização de Experimentação Investigativa, com a produção de clones a ser realizada pelos alunos em grupos. (Apêndice B). • Desenvolvimento de escrita sobre a aula pelos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender conceitos científicos ligados ao processo de Clonagem e Fermentação. Proporcionar o desenvolvimento de princípios investigativos, a construção de hipóteses, a observação, a reflexão e a argumentação entre os alunos. • Refletir sobre a relação do experimento realizado com as informações contidas no TDC. • Propiciar o desenvolvimento da autonomia dos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os alunos serão avaliados pela participação e empenho na realização da atividade de Experimentação Investigativa. Bem como pela entrega da ficha com as suas hipóteses iniciais e observações feitas em relação à primeira observação do experimento. As hipóteses iniciais com relação ao experimento serão analisadas pela professora como forma de mediar a construção de conceitos científicos ao longo das demais ações da SD. • Também será avaliada a escrita dos alunos sobre a aula.

<p>Ação 3 (2 aulas)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formação de grupos de estudo para a leitura de textos científicos fornecidos pelo professor sobre os diferentes processos de Clonagem: animal e vegetal. Reflexão e sistematização dos resultados encontrados na forma de roda de conversa (Anexo B). • Segunda observação e anotação sobre as amostras do experimento, realização da manutenção do experimento e diálogo sobre as observações. (Apêndice B). • Desenvolvimento de escrita sobre a aula pelos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar os principais processos de produção de Clones identificando diferenças (animal e vegetal) e socializar com a turma todas as compreensões que surgiram na leitura e no debate com o grupo formado. • Refletir sobre a relação do experimento realizado com as informações contidas nos textos científicos. • Fotografar o experimento e comparar as fotografias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os alunos serão avaliados pela interação nas atividades propostas. Bem como pela entrega da ficha com as suas observações feitas em relação à segunda observação do experimento. • Também será avaliada a escrita dos alunos sobre a aula.
<p>Ação 4 (2 aulas)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva e dialogada sobre as temáticas de Clonagem e Fermentação (Apêndice C). • Terceira observação e anotação sobre as amostras do experimento, realização da manutenção do experimento e diálogo sobre as observações. (Apêndice B). • Desenvolvimento de escrita sobre a aula pelos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar os resultados encontrados pelos alunos em suas leituras e observações do experimento com a Teoria Celular; mitose celular; reprodução assexuada; Clonagem e Fermentação (momento em que ocorre a interdisciplinaridade com a disciplina de Química). • Fotografar o experimento e comparar as fotografias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os alunos serão avaliados pela interação nas atividades propostas. Bem como pela entrega da ficha com as suas observações feitas em relação à terceira observação do experimento e comparações com as amostras dos outros grupos. • Também será avaliada a escrita dos alunos sobre a aula.
<p>Ação 5 (2 aulas)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observação final do experimento. Elaboração de relatórios individuais, a partir da ficha de observações e das fotografias, com escrita sobre a aula pelos alunos. (Apêndice B). • Roda de conversa com a sistematização dos argumentos finais dos alunos em seus relatórios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comparar hipóteses iniciais e resultados observados. • Explicar os resultados observados no experimento por meio de conceitos científicos, relacionando com as aprendizagens advindas das demais atividades realizadas. • Desenvolver a escrita da linguagem de relatórios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os alunos serão avaliados pela interação nas atividades propostas. Bem como pela entrega do relatório final e sistematização de seus argumentos com os colegas. • Também será avaliada a escrita dos alunos sobre a aula.

Fonte: Autores, 2021

Análise, discussão e avaliação da sequência didática

Buscando melhor compreender e analisar esta proposta de SD na perspectiva da IFAEC, passamos a destacar a importância das cinco ações da SD, como forma de avaliá-las para propor modificações às aulas de Ciências: metodologias/atividades, conteúdos. Na primeira ação, faz-se relevante analisar os conhecimentos iniciais dos

alunos nas aulas de Biologia e Química sobre Clonagem e Fermentação, por meio de perguntas e provocações pedagógicas.

A diversidade cultural, a qual nos defrontamos em sala de aula, pode se tornar um excelente instrumento para promover o diálogo entre os conhecimentos científicos e os conhecimentos advindos das experiências cotidianas dos alunos, favorecendo o processo de compreensão dos conteúdos científicos, na medida em que seja possível a construção de relações por semelhanças e/ou disparidades entre estes diferentes conhecimentos. O desenvolvimento da escrita pelos alunos, já na primeira aula sobre a temática, permite que o professor, durante a leitura destas, busque por indícios das compreensões conceituais dos alunos, que poderão ser colocadas como guias para o avanço da compreensão dos conceitos científicos.

Nesta primeira ação, bem como na terceira ação, optamos por trabalhar os conhecimentos iniciais dos alunos a partir dos TDC e artigos científicos. Pois, o TDC contribui para a aproximação de “aspectos da linguagem específica da Ciência com o cotidiano do estudante tornando os conteúdos escolares com mais significado, possibilitando as necessárias generalizações que são requeridas no processo de significação conceitual” (COLPO; WENZEL, 2021, p. 4). Cabe salientar, no entanto, que, ao utilizarmos o TDC em sala de aula, precisamos considerar que esses textos são textos midiáticos, portanto não foram elaborados com finalidades didáticas e a mediação do professor em relação a eles é fundamental (CUNHA; GIORDAN, 2015).

Considerando a temática escolhida, Clonagem e Fermentação, entendemos que ao levar um TDC para sala de aula abordando essas temáticas, ele pode contribuir para a problematização e diálogo entre professor e alunos a respeito dos conceitos científicos que o texto aborda, bem como a exposição de ideias frente à temática.

Na segunda ação, propomos uma atividade de Experimentação Investigativa sobre Clonagem e Fermentação que não ocorre de forma isolada, mas perpassa toda a SD, entremeando a prática experimental com a construção do conteúdo teórico da SD. Destacamos esta atividade, pois a criação de desafios e situações-problema durante o processo de aprendizagem permite uma melhor internalização de conceitos (CARVALHO, 2007). A criação de intervenções experimentais (situações de aprendizagem/situações-problema) permitem compreender o movimento de apropriação de conceitos científicos pelos alunos nas aulas de Ciências (SILVA, 2013). Desse modo, a vivência de experiências, por meio da Experimentação Investigativa, permite aos alunos investigar, problematizar, levantar hipóteses,

construir argumentos e refletir, vivenciar a relação entre teoria e a prática de forma intensa (ROSITO, 2008). Como professores, é importante termos em mente que:

[...] a organização da Experimentação Investigativa na escola envolve trabalhar a partir de perguntas dos alunos e professor sobre os fenômenos da natureza em estudo. Essas perguntas oportunizam a construção de objetos aperfeiçoáveis, que trazem neles modelos de funcionamento desses objetos, o que possibilita questionamentos e argumentos que podem levar a melhor compreender o fenômeno e, com isso, aperfeiçoar este objeto produzido (MOTTA et al., 2013, p. 2).

Frente a isso, surge a necessidade de o professor estar aberto ao diálogo e à comunicação, colocando-se em sala de aula como um mediador do processo de ensino e aprendizagem. A mediação durante a Experimentação Investigativa pode ser desafiadora, mas é necessária, para que consigamos atingir dimensões mais significativas, até mesmo em relação às discussões sobre o que é Ciência (MOTTA et al., 2013).

A experimentação é importante no Ensino de Ciências, pois permite a interação entre professor e aluno, proporcionando um planejamento conjunto e o uso de técnicas de ensino que levam a uma melhor compreensão dos conceitos científicos (ROSITO, 2008). Nesses contextos, a aprendizagem em sala de aula é gerada pelos questionamentos que são construídos e abordados durante o processo experimental (FAGUNDES, 2007), bem como, pela escrita que perpassa todas as atividades da SD. A escrita e a investigação que são desenvolvidas propõem na IFAEC a reflexão crítica e o desenvolvimento da aprendizagem conceitual. O processo de escrita permite aos alunos o estabelecimento de novos ciclos de aprendizagem, que, acompanhados da reflexão, potencializam esse processo.

Neste sentido, na terceira ação, optamos por aliar o uso de TDC com a Experimentação Investigativa em sala de aula, partindo da compreensão que ambas as atividades envolvem o planejamento e a mediação do professor, e o envolvimento efetivo dos alunos, estamos buscando nesta SD facilitar o processo de apropriação e significação de conceitos científicos.

Outra estratégia proposta pela SD é a formação de grupos, que perpassa quase todas as ações da SD, visto que ele é um método relevante para a observação do professor em relação aos alunos, identificando seus processos de aprendizagem conceitual, por meio da interação com outros alunos. Neste sentido, cabe salientar

que, na formação dos grupos, o professor precisa atentar para alguns critérios, em que um deles é voltado para a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que diz respeito ao processo dos grupos que permitem tanto o professor como os colegas atuarem nos problemas que o aluno ainda não soluciona sozinho, mas consegue mediante a ajuda de outro colega, com conhecimento/compreensão mais avançado(a) (VIGOTSKI, 1998). O professor deve formar grupos entre alunos que apresentam um avanço conceitual maior e aqueles que estão em fase de avançar, o que pode ser determinado por meio da solução de perguntas/desafios/problemas ao longo do desenvolvimento do processo de ensino.

Na quarta ação, intencionamos trabalhar o conteúdo de forma interdisciplinar e por meio de aula expositiva dialogada com a utilização de slides. A aula expositiva dialogada, diferentemente das aulas monológicas, leva em conta as interjeições dos alunos, oportunizando momentos para o debate, para o fortalecimento de diálogos e reflexões sobre a temática em estudo, permitindo um novo movimento para identificação das potencialidades e limitações dos alunos (ANASTASIOU; ALVES, 2009). A utilização de slides permite a introdução de figuras ilustrativas que facilitarão a compreensão dos conceitos da Clonagem ligados à Teoria Celular, como por exemplo: mitose, meiose e reprodução assexuada, bem como da Fermentação. Visto que muitos desses conceitos são de difícil compreensão em função de somente serem visíveis a nível microscópico, aparato que muitas escolas não possuem à disposição, assim, tornam-se facilmente abstratos para esses alunos.

Atividades que envolvem a escrita são propostas ao longo de toda a SD, com maior enfoque na quinta ação, na qual propomos a escrita de um relatório final sobre todas as atividades da SD com foco na Experimentação Investigativa desenvolvida. Apostamos nesta atividade visto que a escrita possibilita o exercício de estímulo das funções mentais superiores (VIGOTSKI, 1998). Muitos estudantes não conseguem se expressar de forma verbalizada, mas no exercício da escrita passam a organizar seus pensamentos que são expressos de forma escrita, pois o discurso escrito exige maior organização e reflexão por parte dos alunos.

Ao longo das atividades da SD, os alunos são convidados a analisarem as suas compreensões, por meio da socialização de seus entendimentos com a turma. Esse processo de socialização permite o movimento de reescrita dos conceitos, uma vez que a socialização permite movimentos de discussão e intervenção por parte do professor(a), seja por meio de questionamentos ou afirmações em relação ao

conteúdo. Esse movimento de reescrita permite aos alunos dialogar com todas as ações desenvolvidas, revisitar suas concepções e colocar à prova as suas compreensões.

Consideramos a importância de que o processo avaliativo da SD seja realizado de forma contínua, ao longo do seu desenvolvimento e levando em conta o andamento das atividades e não somente os produtos finais. O processo avaliativo deve levar em conta a realidade e a individualidade dos alunos, mostrando a eles que todos são capazes de realizar e compreender o que está sendo proposto, evitando sentimentos de incapacidade que surgem das atividades avaliativas elaboradas como forma de selecionar ou categorizar os alunos pelo seu desempenho (ZABALA, 2007). Portanto, propomos a avaliação individual, progressiva e apostamos no movimento de escrita por parte dos alunos para isso, pois permite verificar as particularidades do aluno, seu contexto social e indícios de suas compreensões conceituais.

Diante disso, podemos inferir que os professores deveriam assumir as suas salas de aula como espaços/tempos para as suas investigações, tendo em vista as particularidades únicas de cada docente e aluno, já que investigar a ação docente é o principal mecanismo de reflexão do professor sobre sua prática. Movimento esse que pode ser realizado pela escrita de narrativas reflexivas em Diários de Formação, que permitem por meio da reflexão uma avaliação retrospectiva e prospectiva da sua prática, constituindo-se em autoformação pela investigação da própria prática, partes eminentes da IFA do professor.

Neste sentido, salientamos a importância de que o processo de avaliação vá para além da aprendizagem do aluno e se estenda ao movimento de ensino desenvolvido entre professor, aluno e colegas. Defendemos que ocorram processos de avaliação também com relação ao planejamento e a ação, compreendidos como momentos de investigar a ação docente. Processo esse que pode ser realizado por meio de movimentos cíclicos por parte do professor e que perpassa pelas etapas de observação, problematização, planejamento, ação e avaliação, todas permeadas pela reflexão, que ao ser utilizada como categoria formativa, tendo em vista o desenvolvimento profissional, permite a IFA do professor e, com vistas ao desenvolvimento da aprendizagem em Ciências, permite o movimento da IFAEC. (GÜLLICH, 2013; BERVIAN, 2019; BERVIAN; PANSERA-DE-ARAÚJO, 2020; RADETZKE; GÜLLICH; EMMEL, 2020; BREMM; GÜLLICH, 2020).

Como estamos voltados para a perspectiva de Zabala (2007), salientamos que a avaliação na SD deve levar em conta a dimensão dos conteúdos que são tratados. Deste modo, na dimensão Conceitual, as avaliações são realizadas por critérios de escuta e escrita; na dimensão Procedimental, é avaliado o saber fazer e as interações dos alunos; e, na dimensão Atitudinal, a avaliação ocorre pela observação dos alunos ao longo das situações propostas pela SD, sempre se voltando para como cada dimensão contribuiu para o desenvolvimento da significação conceitual.

Neste sentido, ao analisarmos a proposta de SD, no que tange ao desenvolvimento de conceitos segundo Zabala (2007), podemos perceber que ela possibilita o aprendizado tanto de elementos conceituais (célula; Clonagem; Fermentação; mitose; meiose; reprodução sexuada) quanto procedimentais (realizar um experimento, construir hipóteses, argumentos; desenvolver a escrita) e atitudinais (respeito; organização; em relação aos conceitos trabalhados, a produção de iogurtes naturais em vez de industrializados) de maneira mais participativa.

Considerações finais

Apresentamos esta proposta de SD como forma de contribuir para a melhoria do processo de ensino em relação às temáticas de Clonagem e Fermentação e sua relação com a humanidade e a natureza, por meio de atividades experimentais investigativas e TDC, permitindo o trabalho interdisciplinar entre Biologia e Química no primeiro ano do EM por meio de uma IFAEC. A SD em questão pode ser realizada com materiais de fácil acesso e sem a necessidade de laboratórios de Ciências, em que todas as atividades propostas podem ser adaptadas ou modificadas conforme o contexto e as necessidades dos alunos e do professor.

A SD, quando vinculada ao processo de IFAEC, dispõe de metodologias que permitem o protagonismo do aluno, formando alunos conscientes do seu processo de aprendizagem e do seu papel em sociedade. A IFAEC busca desencadear a construção de conhecimentos, valorizando as vivências dos alunos, seus argumentos e instigando a reflexões críticas durante todo o processo de ensino, bem como sugere o processo acompanhado da formação dos sujeitos envolvidos: professores e alunos.

Referências

- ANASTASIOU, L. das G. C.; ALVES, L. P. **Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. 8. ed. Joinville: UNIVILLE, 2009.
- BERVIAN, P. V. **Processo de Investigação-Formação-Ação docente: uma perspectiva de constituição do conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo**. Orientadora: Maria Cristina Pansera de Araújo. 2019. 223 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação nas Ciências, Unijuí, Ijuí, 2019.
- BERVIAN, P. V.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. Processo de Investigação-Formação-Ação Docente: uma Perspectiva de Constituição do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo. **Revista de Educación en Biología**, v. 23, n. 1, p. 90–96, 2020. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/28071> Acesso em: 28, jul. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretária do Ensino Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília/DF, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit_e.pdf. Acesso em: 06 jun. 2020.
- BREMM, D.; GÜLLICH, R. I. C. Sistematização de experiências: conceito e referências para formação de professores de Ciências. **Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 8, n. 3, p. 553-573, 2020.
- CAMPOS, M. C. da C.; NIGRO, R. G. **Teoria e Prática em Ciências na Escola: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 2009.
- CARNEIRO, C.S. et al. Leites fermentados: histórico, composição, características físico-químicas, tecnologia de processamento e defeitos. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 27, 2012. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/uploads/c13748843820239654f9d6caafc4bd37.pdf> Acesso em: 5, maio 2021.
- CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 2007.
- COLPO, C. C.; WENZEL, J. S. Uma revisão acerca do uso de textos de divulgação científica no Ensino de Ciências: inferências e possibilidades. **Alexandria**, v. 14, p. 3-23, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2021.e67344> Acesso em: 20, jul. 2021.
- CUNHA, M. B; GIORDAN, M. A divulgação científica na sala de aula: implicações de um gênero. In: CUNHA, M. B., GIORDAN, M. (Orgs). **Divulgação Científica na sala de aula: Perspectivas e Possibilidades**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2015, 360p.

FAGUNDES, S. M. K. Experimentação nas aulas de Ciências: um meio para a formação da autonomia? *In: GALIAZZI, Maria do Carmo et al. **Construtivismo curricular em rede na educação em ciências**: uma aposta de pesquisa na sala de aula.* Ijuí: Unijuí, 2007. p. 317-336.

FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Textos de Divulgação Científica no Ensino de Ciências: uma revisão. *Alexandria*, v. 5, n. 1, p. 3-31, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37695> Acesso em: 02, jun. 2021.

FONSECA, C. M. F da.; COSTA, A. M. F da.; NASCIMENTO, J. M do. Formação e saberes docentes na educação profissional: Um relato de experiência. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, v. 3, n. 7, p. 78-84, 2017. Disponível em: <http://natal.uern.br/periodicos/index.php/RECEI/article/view/927> Acesso em: 4, jun. 2021

GUARDA, N. G.; LUZ, T. N.; RODRIGUES, T.; BELTRAME, L. M. A roda de conversa como metodologia educativa: o diálogo e o brincar oportunizando o protagonismo infantil na sala de aula. *Educere*, 2017. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/26991_13947.pdf Acesso em: 4 jun. 2020.

GÜLLICH, R. I. C. **Investigação-formação-ação em Ciências**: um caminho para reconstruir a relação entre livro didático, o professor e o ensino. 1ª. ed. Curitiba - PR: Prismas, 2013. v. 1. 320p.

GÜLLICH, R. I. C. O que tem a nos ensinar o processo de germinação do Feijão? *Revista Insignare Scientia*, v. 2, p. 240-254, 2019.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e Profissional**: Formar-se para a mudança e a incerteza. São Paulo: Cortez, 2001.

MOTTA, C. S. et al. Experimentação Investigativa: indagação dialógica do objeto aperfeiçoável. *In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC), Anais [...]*, 2013. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1187-1.pdf> Acesso em: 12, fev. 2019.

NASCIMENTO JÚNIOR, A. F.; SOUZA, D. C. A busca das ideias estruturantes da biologia na história do estudo dos seres vivos no século XIX. *Theoria - Revista Eletrônica de Filosofia*, v. 8, n. 19, p. 58-88 2016. Disponível em: <https://www.theoria.com.br/edicao19/04012016RT.pdf> Acesso em: 20 abr. 2021.

RADETZKE, F. S.; GÜLLICH, R.I.C.; EMMEL, R. A constituição docente e as espirais autorreflexivas: investigação-formação-ação em ciências. *Vitruvian Cogitationes*, Maringá, v. 1, n. 1, p. 65-83, 2020. Disponível em: https://rvc.inovando.online/uploads/artigos/65-83-artigo-uffs_arquivo17_1611079720.pdf Acesso em: 22 fev. 2021

ROSITO, B. A. O Ensino de Ciências e a experimentação. In Moraes, R. (Org.). **Construtivismo e Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas**. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008. p. 195-208.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246/172> Acesso em: 13 maio 2021.

SILVA, L. H. A. A perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano: ideias para estudo e investigação do desenvolvimento dos processos cognitivos em ciências. In: Roque Ismael da Costa Güllich. (Org.). **Didática das Ciências**. Curitiba/PR: Prismas, v. 1, 2013, p. 11-32.

STADLER, J. P.; HUSSEIN, F. R. G. S.; MARQUES, C. A. Proposta de intervenção didática para a discussão de aspectos sociocientíficos a partir do ENEM: possibilidades para a formação cidadã nas aulas de química. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino**, v. 5, n. 1, p. 59-78, 2021. Disponível em: <http://seer.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/view/2025> Acesso em: 13, jul. 2021.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

ZABALA, A. **A prática educativa**. Porto Alegre: ARTMED, 2007.

Apêndices

Apêndice A – Questionário conhecimentos iniciais dos alunos. E questões norteadoras para a discussão pós leitura do TDC. Disponível em: <https://docs.google.com/document/d/1CX62bW4Bo07gPqAb2o14EzQdZ8xu9XuOm-ha4B0zC74/edit?usp=sharing>

Apêndice B – Roteiro de atividade Experimental Investigativa sobre Clonagem e Fermentação. Disponível em: <https://docs.google.com/document/d/1ekNEU4H5UWWKVk7YDwkOI2b86T5o8cnU--wXt78wucc/edit?usp=sharing>

Apêndice C – Slides aula Expositiva Dialogada. Disponível em: <https://docs.google.com/presentation/d/1o-Hd3znr9s8ucgRT9xCUH8ZJMnDsxAg1Hk6E6wM45kM/edit?usp=sharing>

Anexos

Anexo A – Texto de divulgação científica da revista Super Interessante sobre a Clonagem da Dolly. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1m7UqBKAXyjtPUt8LGQvr3rB8jgyRSx3Z/view?usp=sharing>

Anexo B – Artigos disponibilizados para a Roda de Conversa. Clonagem Vegetal
Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1at8OGAFfV_DvU-Pqp6reGqP4y2ZSEehc/view?usp=sharing
<https://drive.google.com/file/d/18bnSRkHs0T-il3MUHrqKVm1CD8kowlHy/view?usp=sharing>

Anexo C – Artigos disponibilizados para a Roda de Conversa. Clonagem Animal
Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1AOJDDydPfO89bHrjI7-e0FaCnOuorhTI/view?usp=sharing>
<https://drive.google.com/file/d/1OAFNjqytkGcgjLybRvojFgeKqW7KYTS/view?usp=sharing>

Anexo D – Artigos disponibilizados para a Roda de Conversa. Clonagem no Brasil, preceitos éticos. Disponível em:
https://drive.google.com/file/d/1I_slz363J207D3wdEepRwrmxB0qdWdjg/view?usp=sharing

Recebido em: 13/08/2021

Aprovado em: 11/10/2022