



INVESTIGAÇÃO E TDIC NO ENSINO E NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS: RELATO DE UMA OFICINA ACERCA DA RELAÇÃO ENTRE VIDA, PIGMENTOS E DNA DE PLANTAS

Research and TDIC in science teaching and learning: report from a workshop about the relationship between life, pigments and plant DNA

JANAINA Q.B.M¹, OLAVO L.S.F.², MARCELLO FERREIRA², MICHELLE GUITTON COTTA³

¹Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás (Unidade Vasco)

²Instituto de Física, Universidade de Brasília (UnB)

³Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF)

Resumo

O método expositivo é sabidamente prevalente na educação básica no Brasil. Entretanto, há alternativas a essa abordagem, como as tecnologias da educação conhecidas como metodologias ativas, das quais o ensino por investigação é um exemplo. Diante do desafio mundial de distanciamento social consequente da pandemia de Covid-19, tornou-se realidade o ensino remoto ou híbrido, em caráter contingente e emergencial, o que representou dificuldades e oportunidades de refletir, implementar e avaliar o ensino por investigação no contexto da aplicação das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). Este trabalho é um relato de uma oficina assim inspirada, ocorrida no formato remoto, em ambiente Moodle e com o uso de TDIC, com a aplicação do método investigativo para o ensino do tema Vida: DNA e pigmentos, voltada para estudantes dos últimos anos do Ensino Fundamental II e estudantes de Ensino Médio. A oficina se deu no formato de uma Sequência Didática com momentos de exposição de situações problema, realização de experimentos e relato e discussão dos resultados como sistematização. Ao final, observou-se que a metodologia empregada proporcionou aprendizagens efetivas acerca da relação entre vida e DNA, além de melhorias nas habilidades dos estudantes em colher, interpretar, analisar e ressignificar dados em processos instrucionais investigativos.

Palavras-chave: Oficina. Investigação. TDIC. DNA.

Abstract

The expository method is known to be prevalent in basic education in Brazil. However, there are alternatives to this approach, such as educational technologies known as active methodologies, of which teaching by inquiry is an example. Faced with the global challenge of social distancing resulting from the Covid-19 pandemic, remote or hybrid teaching became a reality, on a contingent and emergency basis, which represented difficulties and opportunities to reflect, implement and evaluate research teaching in the context of application of digital information and communication technologies (TDIC). This work is an account of a workshop inspired by this, held in remote format, in a Moodle environment and with the use of TDIC, with the application of the investigative method for teaching the theme Life: DNA and pigments, aimed at students in the last years of the Elementary School II and High School students. The workshop took place in the format of a Didactic Sequence with moments of exposition of problem situations, carrying out experiments and reporting and discussion of results as systematization. In the end, it was observed that the methodology used provided effective learning about the relationship between life and DNA, in addition to improvements in students' abilities to collect, interpret, analyze and reframe data in investigative instructional processes.

Keywords: Workshop. Inquired Based Learning. DNA.

I. INTRODUÇÃO

O ensino predominante na educação básica brasileira constituiu-se após a revolução industrial e estruturou-se em pedagogias expositivas, isto é, aquelas em que se transmite, em narrativa oral e/ou escrita, conteúdos previamente estruturados e sequenciados pelos sistemas ou instituições de ensino, usualmente dispostos num currículo oficial e em materiais didáticos indicados. Pode-se defini-lo como aquele em que o professor desenvolve oralmente um assunto, apresentando todos os tópicos estruturantes de um recorte específico do conhecimento, isto é, a informação de partida, a organização do raciocínio e o resultado da relação cognoscente (FERRO, 1999). Nele, é o professor que domina os conteúdos logicamente organizados e estruturados para serem transmitidos aos estudantes; ênfase, portanto, está no errático pressuposto da transmissão dos conhecimentos (MIZUKAMI, 1986; SAVIANI, 1991).

Essa abordagem, evidenciada inviável por referenciais teóricos cognitivistas e humanistas (MOREIRA, 2011), implica que o estudante assuma, como regra, uma atitude de passividade, além de não ter protagonismo algum na pretensa construção do conhecimento¹. Na escola tradicional, o conhecimento humano possui um caráter cumulativo, que deve ser adquirido pelo indivíduo pela transmissão dos conhecimentos a ser realizada na instituição escolar (MIZUKAMI, 1986). O apriorismo do professor e a receptividade acrítica do seu interlocutor nesse tipo de metodologia instrucional é precisamente o que Freire (1970) concebeu como

¹Veja-se que a ideia de construção é aqui tomada lato sensu, sem referência específica à corrente de pensamento construtivista, da qual, no campo do desenvolvimento, Vygotsky é o representante mais célebre. A perspectiva adotada aqui se associa à ideia de encadeamento produtivo de conhecimentos, com participação ativa dos sujeitos, e não propriamente as derivações havidas de uma relação mais estruturada entre pensamento, linguagem e construção social de conceitos. A esse respeito, ver Vygotsky (1988) e Moreira (2011).

educação bancária, numa referência metonímica a uma relação de aprendizagem por acúmulo e depósito unidirecional².

É sabido que algumas funções são importantes para o processo de aprendizagem, como a atenção, memória e as emoções. De fato,

[...] o trabalho do educador pode ser mais significativo e eficiente quando ele conhece o funcionamento cerebral. Conhecer a organização e as funções do cérebro, os processos receptivos, os mecanismos da linguagem, da atenção e da memória, as relações entre cognição, emoção, motivação e desempenho, as dificuldades de aprendizagem e as intervenções a elas relacionadas contribui para o cotidiano do educador na escola (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 143).

Nesse sentido, o educador contemporâneo, consciente de seu papel como mediador no processo de aprender, deve entender como funcionam funções como consciência, linguagem, emoções, estímulos e aprendizagem (SIMÕES; ECCO; NOGARO, 2015) No campo das ciências da natureza, isso se evidencia de forma ainda mais contundente. Já desde há muito tempo que se reconhece que os seres humanos nascem, em sentido lato, minicientistas, curiosos e sedentos pelo conhecimento de forma nata³, mas, dentre outras razões, é a própria escola⁴, com a adoção predominante do método expositivo e com a precariedade de interlocução epistêmica e intrasujeitos, tendo por base suas próprias formas comunicativas, que produz apatia e desinteresse nos processos de ensino e aprendizagem. Teorias psicológicas cognitivistas, dentre outras, já mostraram sobejamente que o interesse é elemento fundamental para que a aprendizagem se concretize (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011).

O estudante inicia seu percurso na escola com curiosidade e interesse, mas evolui, de modo geral, apático, pouco interessado, com baixa participação e adesão aos processos de ensino e aprendizagem. A razão disso parece ser a tendência, no modelo brasileiro, de migrar de um ensino por descoberta e investigação, multidisciplinar, menos preocupado com o formalismo e mais atento ao fenômeno e suas consequências, para outro, eminentemente expositivo, caracterizado, precisamente, pelo cumprimento de um regime de metas educacionais pautadas em habilidades e conhecimentos disciplinadas não pela natureza das ciências, não pela organização interdisciplinar das áreas do conhecimento, não pela significatividade das problemáticas, mas pela estruturação burocrática do currículo e das

²Em tempos de absoluta digitalização do sistema bancário, bem como de fluidez e virtualização do capital, refletido em investimentos em fundos e bolsas de valores e até mesmo em criptomoedas, a ideia de depósito bancário como a alocação de valores monetários em espécie vai se tornando anacrônica, embora ainda sustente, analogicamente, uma ideia de caixa-forte que protagoniza a crítica sobre sistemas pouco interativos (ou não biunívocos) de ensino e aprendizagem.

³Todos os homens têm, por natureza, o desejo de conhecer (ARISTÓTELES, 1973).

⁴Toma-se, aqui, a ideia de escola não como a instituição escolar, em particular, uma estrutura arquitetônica e local, à qual se atribuiria a responsabilidade total pela qualidade do ensino que ministra, mas como instituição de Estado, objeto do vasto ciclo de políticas públicas educacionais, de fomento, infraestrutura, projeto pedagógico e currículo, além da participação de uma comunidade de professores, funcionários, familiares e estudantes, e, portanto, um espaço complexo e multifacetado, cuja efetividade e qualidade só se podem mensurar em análise social multivariada.

demandas dos exames de aferição que pautam políticas, fomento e, por que não dizer, autopercepções e capacidades de professores, estudantes e sistemas de ensino.

A adoção da metodologia ativa do ensino por investigação pode significar uma importante reação a esse modelo. Uma vez que reposiciona intencionalidades, protagonismos e pretensas evidências, tem a capacidade de suscitar maior envolvimento e adesão dos estudantes ao processo de aprendizagem. Os princípios e as noções pedagógicas acerca do que se convencionou tratar por metodologias ativas não são rigorosamente consensuais entre os especialistas, mas comungam de perspectivas que perpassam: a) a flexibilidade pedagógica, no sentido de adequação dos tempos e espaços escolares ao contexto, a experiências e a interesses dos envolvidos; b) rupturas com lógicas instrucionais pautadas na narrativa e na hierarquização entre professores e estudantes; c) diversificação de objetivos e métodos instrucionais; e, sobretudo, d) estabelecimento de um percurso de desenvolvimento de conhecimentos que envolva uma relação ativa e produtiva dos estudantes com os conhecimentos que objetam. Tais perspectivas subsistem na mediação e direção do professor, com clareza de propósitos, questões, meios, instrumentos e indicadores, com uma ruptura paradigmática em relação ao resultado, que se desloca de uma posição determinística e passa a incorrer no domínio da interpretação e da ressignificação, sempre com referência e coerência ao estatuto da ciência de que se origina (BERGMANN; SAMS, 2014; TALBERT, 2017; OLIVEIRA; SILVA, 2018; OLIVEIRA, 2020).

Entretanto, a questão envolvendo apenas o modo de desenvolvimento dos conteúdos não é o único problema existente nos processos de ensino e aprendizagem. Como pontua Carvalho (2013, p. 1):

Desde meados do século XX a educação sofre câmbios significativos, seguindo bem de perto as modificações ocorridas em nossa sociedade. A escola, com a finalidade de levar os estudantes da geração atual a conhecer o que já foi historicamente produzido pelas gerações anteriores, também foi atingida por tais mudanças sociais. Durante muitos anos esses conhecimentos, pensados como produtos finais, foram transmitidos de maneira direta pela exposição do professor. Transmitiam-se os conceitos, as leis, as fórmulas. Os estudantes replicavam as experiências e decoravam os nomes dos cientistas.

O estudante do século XXI está imerso em uma cultura digital, marcada pela hiperconectividade, pela aprendizagem em redes e coletivamente (LÉVY, 1993; FERREIRA et al., 2020a). Trata-se de uma geração com amplo acesso à internet e a informações de todo o mundo; com familiaridade às tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) e com destreza no manejo de recursos eletrônicos. Foi denominada Geração Z por zapear dispositivos e redes de comunicação simultaneamente (FERREIRA et al., 2020b). Nesse sentido, a escola precisa se modificar para receber e integrar esses novos estudantes que são multitarefa (ABREU; MARAVALHAS, 2015).

Pela internet e por aparelhos eletrônicos, como os smartphones, os estudantes têm acesso a jogos, vídeos e desafios que envolvem cor, som, imagem, movimento, capazes de gerar forte adesão em geral e, em particular, aos processos de ensino e aprendizagem, se

adequadamente utilizados. De fato, para eles não existem fronteiras, os amigos virtuais estão espalhados pelo mundo, através das redes sociais (BORGES; SILVA, 2013, p. 81).

O uso didático-pedagógico das TDIC exerce um papel cada vez mais importante na forma de comunicar, aprender, vivenciar e motivar professores e estudantes para o desenvolvimento de conhecimentos escolares. No ensino, visam integrar espaços e tempos, possibilitando que o ensinar e o aprender aconteçam numa interligação simbiótica de dois mundos, ou espaços, físicos e digitais (SILVA, 2017). Um desafio primário é o de equipar essas tecnologias efetivamente, de forma a atender aos interesses dos aprendizes e da grande comunidade de ensino e aprendizagem, contribuindo para o acesso universal, a equidade e a qualidade educacionais, para o desenvolvimento profissional de professores, bem como para a melhoria da gestão escolar, em articulação a uma clara noção da função social da educação e no bojo de suas respectivas políticas.

Nesse sentido, Martins, Horta e Mata (2004) argumentam que a falta de suporte técnico nos laboratórios de informática, espaço físico inadequado, falta de professores capacitados para utilização destes recursos, problemas de rede, uso indevido dos computadores, dentre outros fatores, inviabilizam a utilização dos espaços de aprendizagem por meio dos recursos tecnológicos. A contingência da demanda de espaços e profissionais especializados para uso pedagógico de TDIC tem se evidenciado outra, a da composição de comunidades investigativas (com referenciamento teórico-metodológico, planejamento e avaliação), uma vez que há inúmeros aplicativos que não dependem de recursos sofisticados, a exemplo de smartphones, e que apresentam baixíssimo uso de dados⁵. Mesmo em um momento histórico de demanda, investimento e uso massivo de tecnologias digitais na educação, assiste-se à manutenção de práticas pedagógicas expositivas e de suas adaptações para, como se queira denominar, modelos a distância, remotos, não-presenciais ou híbridos. Esse dado reforça a demanda por formação, pesquisa e desenvolvimento entre centros de pesquisa, escolas de educação básica e sua comunidade (gestores, professores, estudantes e familiares).

É nesse estado de coisas que se ambienta a investigação relatada neste texto, uma oficina de ensino de ciências da natureza, estruturada numa sequência didática na temática do DNA, ocorrida no mês de maio do ano de 2021 no formato remoto, em ambiente Moodle e com o uso de TDIC, com a aplicação do método investigativo para o ensino do tema Vida (DNA e pigmentos), voltada para estudantes dos últimos anos do Ensino Fundamental II e do Ensino Médio. Ela se baseou na realização de experimentos de baixo custo, desenvolvidos remotamente, pelos estudantes e estudantes. A proposição fundamentada e descrita a seguir considerou objetivos de aprendizagem relacionados à disposição curricular dos temas abordados, priorizando acesso, democracia e inclusão.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O ensino de ciências por investigação visa desenvolver autonomia, relação ativa com o conhecimento, capacidade de crítica e ressignificação de conhecimentos, a partir de uma

⁵Pode-se citar, por exemplo, softwares de medição que usam o celular, como o *Tracker*, aplicativos de mensagens, como o *WhatsApp*, redes sociais, como o *Instagram*, dentre outros, cada qual com sua usabilidade e utilidade específicas.

relação construtiva com os fenômenos científicos e suas implicações sociais, tecnológicas e culturais (PIETROCOLA, 2001; VIIRI; SAVINAINEN, 2008; CARVALHO, 2010; 2013; BELUCCO; CARVALHO, 2014).

O ensino e a aprendizagem por investigação aproximam o estudante ao processo de observação, manipulação de materiais de laboratório e experimentação, envolvendo atividades investigativas que incitam uma maior motivação e estímulo para refletir, discutir, explicar e relatar o objeto de tal investigação (TRIVELATO; TONINDADEL, 2015). Nesse ínterim, [...] é possível a vivência e a aprendizagem de diferentes procedimentos [... quando os discentes são expostos aos] princípios operativos dos equipamentos, aparelhos, sistemas e processos de natureza tecnológica, especialmente aqueles presentes na vida doméstica e social dos estudantes [...] (BRASIL, 1998, p. 79).

Assim, diferentemente do método expositivo, em que os experimentos, quando existentes, são de caráter demonstrativo, na metodologia investigativa há uma valorização da problematização inicial, ou seja, da mobilização de um problema com significado contextual. Trabalhos de Vygotsky sobre as relações entre pensamento, linguagem e formação social dos conceitos e de Piaget sobre períodos de aprendizagem e relações produtivas sobre o que se pode aprender e como esse conhecimento pode ser sistematizado (VYGOTSKY, 1988; PIAGET, 1975) discutem como os conhecimentos são construídos individual e socialmente. De fato, a proposição de um problema para que os estudantes possam resolvê-lo sob direção do professor é um movimento concreto para prover condições autônomas para raciocinar e construir seu conhecimento (CARVALHO et al., 2013).

Procedimentos Metodológicos: concepção, desenvolvimento e avaliação de oficina investigativa acerca da relação entre vida, pigmentos e DNA de plantas O relato aqui desenvolvido é fruto de um conjunto de oficinas realizadas na Universidade de Brasília (UnB), entre os dias 05 e 16 de maio de 2021, no âmbito do curso de pós-graduação lato sensu (especialização) em Ensino de Ciências⁶, que utilizou o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle⁷, tendo como público alvo estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. No total, 17 estudantes participaram da primeira etapa; 11, da segunda; e 8, de ambas. Todos advieram de diversas escolas, de modo geral públicas, de Brasília e de outros estados, sobretudo São Paulo.

Foram, ao todo, disponibilizadas 22 oficinas gratuitas, que contaram com chamada pública e um período de inscrição (on-line) por meio de site específico, em que era necessária a anuência de um responsável, com o preenchimento de CPF e consequente consentimento. A seleção ocorreu sob critério da ordem de inscrição, com limite de 80 participantes.

A oficina da qual este trabalho se origina, intitulada Vida, tinha por objetivo ensinar os temas ácido desoxirribonucleico (DNA) e pigmentos de plantas, com enfoque na extração das moléculas, no sentido de apresentar sua importância e significado no contexto da reação de fotossíntese, a partir do uso do método de ensino por investigação e utilização das TDIC como recurso pedagógico. O ponto mais importante era propiciar condições

⁶Trata-se do curso de Especialização em Ensino de Ciências denominado Ciência é 10, ofertado por uma rede de instituições públicas de ensino superior, sob coordenação e fomento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), no âmbito do Programa Ciência na Escola. Para conhecer mais sobre a iniciativa (projeto pedagógico, instituições ofertantes, referenciais e metodologias), consultar <<https://www.gov.br/capes/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/educacao-a-distancia/uab/mais-sobre-o-sistema-uab/cursos-nacionais-do-sistema-universidade-aberta-do-brasil/ciencia-e-10>>

investigativas para que os estudantes refletissem que esse código genético que está presente em todo ser vivo é algo palpável, observável, alternativamente à abordagem hermética usual nos relativos livros didáticos. Os pigmentos, por sua vez, foram clorofila, xantofila e antocianinas, extraídos pelos estudantes de folhas e flores.

As atividades foram realizadas durante duas semanas, nas quais a professora esteve disponível diariamente, tanto pelo AVA, quanto pelo Direct do seu perfil do Instagram. O uso do AVA se mostrou importante por ser aglutinador das discussões que se desenvolveram ao longo dos trabalhos em um ambiente de caráter mais escolar e com funcionalidade precípua de um Fórum, mecanismo utilizado nessa modalidade. Já o uso do Direct possibilitou um acesso mais direto à professora permitindo a resolução de situações específicas dos estudantes.

Para a concretização da oficina, foi proposta uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), que:

[...] deve ter algumas atividades chaves: na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os estudantes no tópico desejado e dê condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. É preciso, após a resolução do problema, uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos estudantes. Essa sistematização é feita preferivelmente através da leitura de um texto escrito quando os estudantes podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relatado no texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos estudantes, pois nesse momento eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social. Esta atividade também pode ser organizada para o aprofundamento do conhecimento levando, os estudantes a saberem mais sobre o assunto (CARVALHO et al., 2013, p. 7).

A atividade proposta não teve a pretensão de transformar os estudantes em cientistas, mas, de ampliar gradativamente seus conhecimentos acerca do tema e de suas concepções de ciência, além de incorporar elementos de aprendizagem e conscientização científica ou alfabetização científica que é o que acontece quando a pessoa consegue fazer conexões com o conhecimento científico e o mundo ao seu redor, despertando autonomia para a construção de conhecimentos. Para isso, foi criado um ambiente investigativo para que o estudante pudesse gradativamente desenvolver seus conhecimentos. Do ponto de vista curricular dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, a oficina visou acessar as competências 1, 2, 3, 5, 6 e 8 da Base Nacional Comum Curricular BNCC (BRASIL, 2018).

A oficina contou com dois momentos de experimentação distintos. No primeiro, investigou-se o DNA por meio da extração de DNA do morango, enquanto que, no segundo, investigou-se a fotossíntese por meio da extração de pigmentos de plantas. Para tanto, no AVA, foram construídos dois módulos distintos, como mostrado na sequência didática no quadro a seguir.

Módulo	Ações	Justificativa
Introdutório	Mensagem de boas-vindas	Almejava introduzir o estudante na oficina de maneira agradável, de modo a fazê-lo sentir-se à vontade com o restante dos trabalhos. Isso é importante, pois a maioria absoluta desconhecia o AVA Moodle, além de vir de um contexto de aprendizado muito diverso daquele da aprendizagem por investigação.
	Cronograma completo da Oficina	visava apresentar ao estudante todas as etapas dos trabalhos que seriam desenvolvidos, dando a ele uma visão global da oficina. Nas conversas por web conferência com a professora buscou-se dar ao estudante uma melhor compreensão do método de ensino que seria utilizado, preparando-o para uma experiência, de modo geral, nova.
	Pesquisa sobre o perfil do cursista	Visava dar à professora uma noção razoável de características que poderiam afetar o andamento adequado da oficina. Características como gênero, cidade onde mora, se trabalha, se estuda em escola pública ou particular, idade, qual série/ano estuda, se já participou de uma Oficina Remota, qual seu hobby e em qual classe social se identifica. Os dados coletados serão apresentados mais adiante.
	Fórum de apresentação	Visava servir como treinamento para os fóruns interativos que se seguiriam como desdobramento da Oficina. Buscava promover a interação entre os estudantes, criando um ambiente de boa convivência, tratamento respeitoso e de trocas produtivas
	Atividade diagnóstica	Visava levantar os conceitos espontâneos, intuitivos ou cotidianos, que o estudante traz em sua estrutura cognitiva sobre o assunto.
Módulo 1: Experimentação e Levantamento de Hipóteses	Atividade experimental	Extração do DNA de plantas. Visava ações manipulativas realizadas pelos próprios estudantes.
	Lista de materiais	Uso de materiais de baixo custo.
	Orientações para o experimento	Fornecidas por meio de vídeo e texto, tais orientações visavam ajudar os estudantes no processo de construção do experimento.
	Fórum de Debate	Visava dar aos estudantes a oportunidade de criarem hipóteses, discutirem-nas uns dos outros, desenvolverem argumentação consistente e capacidade de autocorreção. Os estudantes foram incentivados a tirar fotos dos experimentos e enviar neste fórum.

Módulo	Ações	Justificativa
Sistematização 1	Textos sobre o assunto referente ao módulo	Visava organizar os processos de aprendizagem desencadeados na etapa anterior, lapidando conceitos, introduzindo explicações e revisitando as hipóteses dos estudantes.
	Fórum final de sistematização	Visava estabelecer uma situação de comparação com o Fórum de Debate, como forma de análise procedural da melhoria do desempenho conceitual e atitudinal dos estudantes.
Módulo 2: Experimentação e Levantamento de Hipóteses	Atividade experimental	Extração do pigmento de plantas
	Lista de materiais	Uso de materiais de baixo custo.
	Orientações para o experimento	Fornecidas por meio de vídeo e texto, tais orientações visavam ajudar os estudantes no processo de construção do experimento.
	Fórum de Debate	Visava dar aos estudantes a oportunidade de criarem hipóteses, discutirem as hipóteses uns dos outros, desenvolverem argumentação consistente e capacidade de autocorreção. Os estudantes foram incentivados a tirar fotos dos experimentos e enviar neste fórum.
Sistematização 2	Textos sobre o assunto referente ao módulo	Visava organizar os processos de aprendizagem desencadeados na etapa anterior, lapidando conceitos, introduzindo explicações e revisitando as hipóteses dos estudantes.
	Fórum final de sistematização	Visava estabelecer uma situação de comparação com o Fórum de Debate, como forma de verificação procedural da melhoria do desempenho conceitual e atitudinal dos estudantes.
Avaliação	Atividade Final	Visava, na perspectiva somativa, analisar a ocorrência e a qualidade das aprendizagens desenvolvidas.

Tabela 1: *Sequência didática da oficina.*

Fonte: elaboração própria (2021).

O fórum de debate pode ser considerado central oficina, pois é nele em que ocorre a interação entre os estudantes, com a supervisão da professora. Nele, os estudantes apresentaram conceitos desenvolvidos durante a fase experimental (manipulativa). Tais conceitos foram recebidos pelos seus pares (e a professora) e estendidos, contestados,

contextualizados ao longo do diálogo que se estabeleceu. Foi também neste fórum que a ação direta da professora se faz mais presente e, de fato, crucial, pois coube a ela mediar interação que garantisse diretividade, interação discursiva, ajustes conceituais e ressignificação.

A atividade final foi uma avaliação somativa, em forma de questionário, que abrangia os principais assuntos que foram desenvolvidos durante a oficina e visava avaliar o resultado final desse ciclo de aprendizagem. O questionário foi elaborado na própria plataforma Moodle e continha cinco questões objetivas sobre DNA e células (relacionadas a: se sabe o que é o DNA, quem tem DNA, onde ele fica, de que ele é formado e quais são os componentes de uma célula).

Nas figuras 1, 2 e 3, apresentamos a parte introdutória da oficina, o seu cronograma e a estrutura de uma das atividades propostas.

OFICINA 13: VIDA

DNA E PIGMENTOS

Boas vindas!

Olá, seja bem vindo(a)!

Para facilitar sua estadia aqui na plataforma, deixo a seguir um cronograma pra você se organizar e também meu Instagram @prof.janaina.bio. Podemos conversar tanto pelos Fóruns como também pelo Instagram. Esse meu perfil é voltado para a Biologia e penso que você gostará do que vai encontrar lá. É muito importante que você participe de todas as etapas dessa Oficina. Espero que seja leve e agradável! Abraço!

Att Janaina Q. B. Matsuo (Bióloga)

Figura 1: Introdução da oficina.
 Fonte: arquivo pessoal dos autores (2021).

PORTUGUÊS - BRASIL (PT_BR)

CRONOGRAMA DA OFICINA

FIQUE ATENTO ÀS DATAS PARA NÃO PERDER NENHUMA ATIVIDADE!

SEGUNDA	QUARTA	SEXTA
05/04/21	07/04/21	09/04/21
PERFIL DO CURSISTA	LEITURA DE TEXTO	LEITURA DE TEXTO
FÓRUM DE APRESENTAÇÃO	FÓRUM DE DEBATE	ATIVIDADE 2
ATIVIDADE DIAGNÓSTICA	EXPERIMENTO: EXTRAÇÃO DE DNA DO MORANGO	
SEGUNDA	QUARTA	SEXTA
12/04/21	14/04/21	16/04/21
FÓRUM DE DEBATE	LEITURA DE TEXTO	LEITURA DE TEXTO
ATIVIDADE DIAGNÓSTICA	EXPERIMENTO: EXTRAÇÃO DE PIGMENTOS	FÓRUM FINAL
		ATIVIDADE FINAL

Figura 2: Cronograma da oficina.
Fonte: arquivo pessoal dos autores (2021).

PORTUGUÊS - BRASIL (PT_BR)

Perfil do Cursista

Restrito Disponível até 8 abril 2021, 23:55

FÓRUM DE APRESENTAÇÃO

Restrito Disponível até 8 abril 2021, 23:55

Primeira Atividade

Atividade Diagnóstica

Restrito Disponível até 8 abril 2021, 23:55

ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Lista de materiais para o experimento

Restrito Disponível até 9 abril 2021, 23:30

Veja aqui a lista de materiais para o experimento.

Extraindo o DNA do morango

Restrito Disponível até 9 abril 2021, 23:55

Clique no link acima para saber como fazer o experimento.

Fórum de debate

Restrito Disponível até 11 abril 2021, 23:55

SISTEMATIZAÇÃO

Reflexões sobre a Vida

Restrito Disponível até 11 abril 2021, 23:55

Abordagem química na extração do DNA do tomate

Fórum de debate sobre a Vida

Restrito Disponível até 11 abril 2021, 23:55

Figura 3: Estrutura da primeira atividade da oficina.
Fonte: arquivo pessoal dos autores (2021).

Na figura 3, é possível observar a estrutura geral das atividades, exemplificada na

estruturação da primeira delas.

III. RESULTADOS E ANÁLISES

Inicialmente, houve 80 estudantes inscritos de forma voluntária, independente e remota, tendo 17 deles efetivamente participado e concluído a oficina. Foi apresentada pesquisa acerca de indicadores socioeconômicos, respondida por 29 estudantes (que, efetivamente, fizeram login no sistema). Havia, naquele momento, 10 dos quais com idade entre 16 e 18 anos e 19 com idades entre 13 e 15 anos. Desse total, 24 se autodeclararam de classe média, 4 de classe baixa e 1 não respondeu ao item. Assim, o público, de modo geral, foi bastante heterogêneo em relação à idade (entre 13 e 18 anos), à faixa de renda (classes baixa e média) e ao nível de escolaridade (anos finais do ensino fundamental e ensino médio).

A despeito desse preenchimento inicial da pesquisa, número menor de estudantes participou da primeira etapa da oficina (17), enquanto apenas 11 participaram da segunda do total, 8 estudantes participaram de ambas as etapas. A grande desistência pode ser justificada por alguns motivos que foram reconhecidos pela organização do evento: foi feita uma live de apresentação das oficinas poucos dias antes de seu início e muitos estudantes relataram problemas de recebimento da confirmação das suas inscrições por e-mail, assim como de seus nomes de usuários e senhas. Também foi possível identificar problemas com a digitação equivocada, por parte dos inscritos, de seus e-mails, o que impossibilitou a comunicação com os mesmos.

Pela experiência nesse tipo de ação, é possível, ainda, aventar a hipótese de dificuldades por falta de conhecimento da tecnologia e da plataforma (a despeito da live realizada), desânimo por dificuldade de conexão, aparelho eletrônico ou espaço de estudo inadequado, distanciamento social há mais de um ano por conta da pandemia do SARS-COV-2, falta de apoio dos adultos responsáveis, dentre outros.

O formato das oficinas foi bastante desafiador para os estudantes, que não estavam acostumados com o método investigativo e estranharam serem de imediato apresentados a uma atividade manipulativa. Esse elemento, por si só, dá uma dimensão da diferença crucial entre o método expositivo em ciências da natureza (em que o experimento vem ao final, quando vem, apenas como ilustrador dos elementos expostos) e o método investigativo, que se mostra bastante aberto quanto aos caminhos a se trilhar e articula elementos manipulativos característicos de um processo que protagoniza o estudante. Isso claramente os impactou, tendo sido importante, nesta etapa, um acompanhamento próximo da professora, para mitigar ansiedades, sentimentos de esvaziamento ou de incompreensão e consequente inatividade.

Os relatos, a empolgação e a gratidão ficaram nítidos nos comentários dos fóruns, o que em parte indica a capacidade atuante, protagonista e autônoma dos estudantes diante de uma descoberta ou de um novo aprendizado.

A seguir, alguns relatos feitos no fórum que dividia a oficina pela metade e começava com a solicitação da professora pela percepção dos estudantes sobre o que havia sido feito até aquela parte:

PROFESSORA: Chegamos à metade da nossa Oficina e gostaria muito de ouvir de você o que você achou dessa primeira parte. Se possível, conte-me o que gostou, o que não gostou, o que achou legal ou não, enfim, me dê sugestões do que poderia ter sido melhor.

ESTUDANTE 1: Estou gostando bastante da oficina e não posso reclamar de nada, pois estou achando muito legal.

ESTUDANTE 2: Até agora estou gostando bastante da oficina, estou achando tudo muito interessante, estou sempre tentando acompanhar.

ESTUDANTE 3: Bom, eu achei o experimento do DNA super interessante e sobre os pigmentos também. Essas foram ótimas formas de aprendizado e compreensão.

ESTUDANTE 4: Estou gostando de como estamos trabalhando nessa oficina, não tenho reclamações. E o experimento foi muito legal de se fazer!

ESTUDANTE 5: Eu gostei bastante dessa primeira parte ainda mais da experiência com os morangos, foi bem divertido e deu pra aprender bastante.

ESTUDANTE 6: Eu gostei muito da oficina até aqui! Estou aprendendo vários conteúdos que sempre quis saber! Sobre o experimento, eu adorei fazer ele, foi muito interessante! Enfim, eu estou gostando muito da oficina!

ESTUDANTE 7: Bom dia! Eu adorei participar desse experimento e poder ver e fazer tudo isso em casa, com materiais extremamente disponíveis, essa foi a parte que mais me chamou atenção, poder realizar experimentos e ter esse tipo de experiência com algo mais simples. Adorei demais!!!

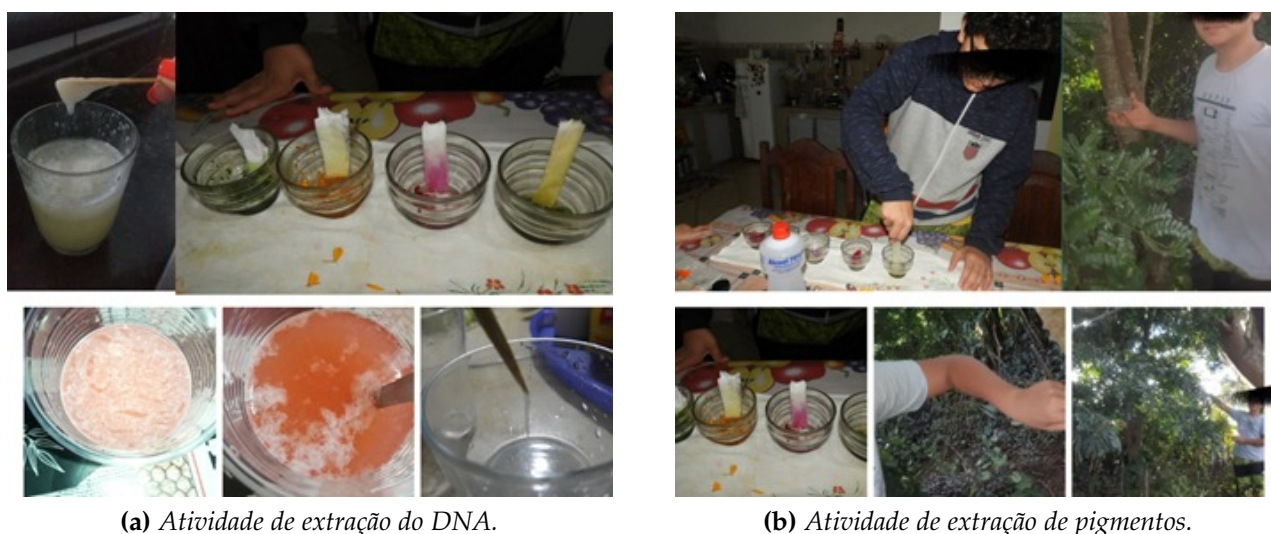
ESTUDANTE 8: Boa noite! Eu me apaixonei no experimento de ciências, eu sempre quis fazer isso, porém minha mãe sempre negava então foi um pretexto para "diminuir minha curiosidade" e a parte que mais gostei foi ter colocado dentro de tubos onde conseguir analisar por algumas horas o DNA da banana, acho que ficou bastante compreensível que eu gostei, não tenho ideia do que pode ser melhorado.

ESTUDANTE 9: Eu gostei muito da oficina, acho que o conteúdo foi muito bem elaborado e aplicado de forma divertida, interessante e simples. Também gostei muito do experimento do DNA pois foi de fácil realização e mesmo assim bem explicativo!!!

Os resultados da atividade diagnóstica foram comparados à atividade final e verificou-se a ocorrência de aprendizagem, crescimento e aprofundamento teórico-científico, de modo geral apresentados no processo de argumentação e questionamento nos fóruns finais de sistematização. Isso também pode ser concluído do fato de as questões da atividade diagnóstica terem exigido pouco conhecimento sobre o assunto e as questões da atividade final, por sua vez, exigirem mais conhecimento, e do fato de os estudantes, em sua grande maioria, conseguirem responder de forma assertiva e bem-sucedida a esta última atividade. De fato, na primeira atividade, diagnóstica, a despeito da grande generalidade das questões, dos oito estudantes que participaram de ambas as etapas, 1 tirou nota 4,0, 4 tiraram nota 4,0 e três tiraram nota 10,0. Já na avaliação final, somativa e mais complexa, já incorporando os conceitos desenvolvidos na oficina, apenas um estudante tirou nota 2,0, sendo que todos os demais tiraram 10,0.

De fato, é importante ressaltar mais uma vez que o uso dos fóruns também permitiu observar a aprendizagem na sua forma processual. De fato, analisando as colocações dos estudantes, a forma como foram se tornando mais claras, e pela realização das atividades, foi possível inferir a ocorrência de a aprendizagem atitudinal, um dos focos do ensino por investigação (CARVALHO, 2013). Isso pode ser visto analisando-se a pontualidade na apresentação das tarefas, o compromisso e o entusiasmo no envio destas, a assiduidade e envolvimento com a oficina.

Na figura 4, são apresentadas imagens enviadas pelos próprios estudantes, mostrando os procedimentos e resultados de seus experimentos. Na figura 4a, a etapa de extração do DNA; já na 4b, a etapa de extração de pigmentos.



(a) Atividade de extração do DNA.

(b) Atividade de extração de pigmentos.

Figura 4: Ações e resultados dos/das estudantes ao longo da oficina.

Fonte: arquivo pessoal dos autores (2021).

Um dos objetivos de aprendizagem da BNCC é o de que o estudante obtenha o conhecimento sobre a célula como unidade da vida, identificando o DNA e suas diversas funções e potencialidades, analisando e utilizando interpretações sobre a dinâmica da vida, considerando o fenômeno da fotossíntese como um dos fenômenos responsáveis pela manutenção da vida na Terra, uma vez que é o único responsável pela síntese de moléculas orgânicas a partir de moléculas inorgânicas. A abordagem investigativa propôs promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos que aprofundasse e ampliasse suas reflexões a respeito dos contextos de produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico. Em vista das participações dos estudantes e da realização da avaliação final, foi possível verificar indícios de que tal aprendizagem ocorreu e que os objetivos mencionados anteriormente foram atingidos.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação relatada neste texto envolve a concepção, o desenvolvimento e a avaliação de uma oficina de ensino de ciências da natureza, estruturada numa sequência didática

na temática do DNA, ocorrida no mês de maio do ano de 2021 no formato remoto, em ambiente Moodle e com o uso de TDIC, com a aplicação do método investigativo para o ensino do tema Vida (DNA e pigmentos), voltada para estudantes dos últimos anos do Ensino Fundamental II e do Ensino Médio. A ação, por sua própria constituição no formato on-line, fez uso extensivo de tecnologias digitais, que forneceram o medium necessário para o estabelecimento dos processos de dialogia precípuos da atividade investigativa. Em particular, a atividade fórum serviu como a espinha dorsal da ação.

A realização da oficina, ademais, mostrou ser viável apresentar atividades fundamentadas no ensino por investigação, sem que, com isso, tenha havido perda de suas principais características, ou tampouco dos elementos motivacionais que caracterizam este ensino. Sua aplicação a estudantes das mais diferentes origens sociais, estágios de desenvolvimento intelectual e até mesmo origem geográfica mostrou, igualmente, que a ação on-line pode mesmo enriquecer esta forma de ensino. Ao envolver estudantes desde os anos finais do Ensino Fundamental até o terceiro ano do Ensino Médio, o modelo rompeu barreiras normalmente impostas pela arquitetura escolar e seus rígidos processos de serialização (FERREIRA et. al., 2020b). Tal feito permitiu que os estudantes mais avançados nos anos escolares apoiassem aqueles em estágios anteriores, enriquecendo o aprendizado de todos.

O impacto da oficina sobre a concepção de ciência dos participantes também deve ser ressaltado. De seu inicial desconforto com a apresentação, logo no início, das atividades investigativas pode-se depreender a força do método expositivo nos atuais processos de ensino. Os processos dialógicos desenvolvidos, a despeito de considerável timidez dos participantes, novamente pelo pouco exercício de tais processos, implicou em um ganho, por parte destes participantes não apenas dos conteúdos envolvidos, mas igualmente no que concerne sua percepção do que a ciência é, e de como é feita. O desconforto inicial, pois, nada mais fez do que apontar para o desvelamento, pela metodologia adotada, de uma dimensão de autonomia normalmente relegada ao segundo plano, se tanto. Desses elementos, decorreu o forte engajamento dos participantes nas atividades, a despeito de todas as dificuldades que o momento de realização da oficina encerrou.

Ficou evidenciado, portanto, que a proposição foi efetiva na mobilização de perspectivas investigativas no ensino de ciências, criando condições objetivas para o desenvolvimento de competências e habilidades de pesquisa (elaboração de hipóteses, desenvolvimento de experiências, geração e análise de dados e discussão de resultados) e aprendizagem de conceitos científicos, além de articulação de TDIC e engajamento dos participantes. Por esse conjunto de coisas, apesar das dificuldades mencionadas e da limitação do contexto de desenvolvimento (escala, ambiente, formação e experiência dos mediadores, tamanho da escala de participantes etc.), avalia-se o modelo como oportuno e potente, abrindo-se campos para desdobramentos e pesquisas complementares.

REFERÊNCIAS

ANDREATA, M. A. Aula expositiva e Paulo Freire. *Ensino Em Re-Vista*, v. 26, n. 3, p.700-724, set.-dez., 2019.

ARISTÓTELES. *Metafísica*. Livro I. São Paulo: Abril Cultural, 1973.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.

BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. Uma proposta e sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, n. 1, p. 30-59, abril, 2014.

BENEVIDES, R. R. T.; JUNIOR P. M. Uma proposta de ensino de química por investigação: potencialidades e desafios. *X Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las ciencias*. Sevilla, set. 2017.

BERGMANN, J.; SAMS, A. Flipped Learning: gateway to student engagement. Eugene, Oregon: *International Society for Technology in Education*, 2014.

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

CARVALHO, A. M. P. et al. *Ensino de Física. Coleção Ideias em Ação*. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CARVALHO, A. M. P. *O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas*. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P., (2018) Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *RBPEC*, v. 18, n. 3, p. 765794, dez., 2018.

DENIG, S. J. Multiple Intelligences and Learning Styles: Two Complementary Dimensions. *Teachers College Record*, n. 106, p. 96111, 2004.

FERREIRA, M.; SILVA FILHO, O. L.; COSTA, M. R. M.; PORTUGAL, K. O.; LIMA, L. M.; PÊRA, G. S.; SILVA ROCHA, J. V.; ALVES, P. L.; MINARE, H. Z.; SACERDOTE, H. C. S. Ensaio sobre as inter-relações entre arquitetura escolar, cibercultura e ensino de Ciências: desafios e propostas para as juventudes da Geração Y. *Revista do Professor de Física*, v. 4, n. 3, p. 129, 2020b.

FERREIRA, M.; SILVA FILHO, O. L.; MOREIRA, M. A.; FRANZ, G. B.; PORTUGAL, K. O.; NOGUEIRA, D. X. P. et al. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 42, e20200057, 2020a.

FRANCO, L. G. (Org.) *Ensinando Biologia por Investigação: Propostas para Inovar a Ciência na Escola*. São Paulo: Na Raiz, 2021.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

LEFRANÇOIS, G. R. *Teorias da aprendizagem*. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência O futuro do pensamento na era da informática*. São Paulo: Editora 34, 1993.

MARAVALHAS, M. R. G.; ABREU, M. L. C. *A formação docente, no contexto da TIC: atuação para inclusão*. ARTEFACTUM - Revista de estudos em Linguagens e Tecnologia, v. 10, n.1, p. 1-11, 2015.

MATOS, H. C. S. *O Uso das TCIs na Formação Continuada em Tempos De Pandemia: um Estudo Reflexivo*. Congresso Internacional de Educação e Tecnologias Encontro de Pesquisadores em Educação à Distância, Brasília, 2020.

MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 2011.

OLIVEIRA, A. A. *Aprendizagem invertida na educação superior: o processo de mediação pedagógica nas humanidades*. Dissertação (Mestrado Interdisciplinar em Educação, Linguagem e Tecnologias) Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2020.

OLIVEIRA, A. A.; SILVA, Y. F. Flipped Learning (Aprendizagem Invertida): conceitos, características e possibilidades. *Revista de Educação, Língua e Literatura da UEG-Inhumas*, v. 10, p. 185-201, 2018.

PIETROCOLA, M. (Org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

SILVA, J. B. O Contributo das Tecnologias Digitais para o Ensino Híbrido: o rompimento das fronteiras espaço-temporais historicamente estabelecidas e suas implicações no ensino. *Revista de estudos em Linguagens e Tecnologia*, v. 15, n. 2, p. 1-11, 2017.

SIMÕES, E.; ECCO, I; NOGARO, A. *Saberes da neurociência cognitiva na formação de educadores*. *Educere*, v. 12, p. 3878-3889, 2015.

TALBERT, R. *Flipped learning: a guide for higher education faculty*. Sterling: Stylus Publishing, 2017.

TEIXEIRA, F. M. Alfabetização Científica: questões para reflexão. *Ciênc. Educ (Bauru)*, v. 19, n. 4, p. 795-809, 2013.

VIIRI, J.; SAVINAINEN, A. *Teaching-learning sequences: a comparison of learning demand analysis and educational reconstruction*. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, v. 2, n. 2, p. 80-86, may

2008.

VYGOTSKI, L. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Martins Fontes, 1988.