



UNIVERSO EM UMA GOTA D'ÁGUA: PERCURSO DE ENSINO INVESTIGATIVO ACERCA DE ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

A UNIVERSE IN A DROP OF WATER: AN INVESTIGATIVE TEACHING
APPROACH ABOUT AQUATIC ECOSYSTEMS

RAUL LIMA BARBOSA SOUSA¹, MARCELLO FERREIRA², DARLAN BRITO³,
OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO², MARCOS ROGÉRIO MARTINS COSTA²,
KHALIL OLIVEIRA PORTUGAL²

¹Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal

²Instituto de Física, Universidade de Brasília

³Faculdade de Planaltina, Universidade de Brasília

Resumo

Diferentes estratégias de ensino e aprendizagem têm sido adotadas no país para que o ensino de Ciências Naturais ultrapasse a transmissão de conteúdos e se torne, de fato, um meio para o desenvolvimento de habilidades e competências nos estudantes, coerentes com as transformações do século XXI. Este estudo baseia-se construção, aplicação e análise de dados de uma sequência didática de ensino por investigação acerca do papel das algas unicelulares na cadeia alimentar de ecossistemas aquáticos aplicada a estudantes do oitavo ano do ensino fundamental entre agosto e setembro de 2021. A sequência didática possui como fundamento teórico construtivismo o sociointeracionismo. Antes, durante e após o momento investigativo, os estudantes foram desafiados a aplicar os seus conhecimentos prévios e partilhá-los em aula em torno de uma questão-problema. Nesse percurso, verificou-se aumento significativo da compreensão dos estudantes acerca da função das algas unicelulares, evidenciando qualificações em suas capacidades de expressão, argumentação e aplicação dos conceitos desenvolvidos. A comparação das respostas aos formulários de sondagem de conhecimentos prévios e posterior à aplicação da atividade investigativa demonstrou mudanças conceituais significativas nos estudantes acerca da função fotossintetizante das microalgas, bem como seu papel fundamental na cadeia alimentar, contribuindo, assim, para que a sequência didática proposta se constitua como uma estratégia eficiente de ensino e aprendizagem acerca do funcionamento de ecossistemas aquáticos no Ensino Fundamental.

Palavras-chave: Ensino por Investigação. Algas unicelulares. Fotossíntese. Ecossistemas Aquáticos. Ensino Fundamental.

Abstract

Different learning and teaching strategies have been adopted in Brazil so that Science can go beyond the teaching process as well as becomes a source of development and competence to the students; all according to the changes occurred in the 21st century. This research is based on conception, study application and data analysis of a didactic exploratory study concerning the role of unicellular algae in the food chain of aquatic ecosystems. It has been applied to 8th grade students from middle school in their final years, around August and September of 2021. The didactic structure is proceeding from constructivism and social interactionism theories. During the whole investigative studying path, the students were challenged to hold up their previous knowledge on the topics and they could also share them in class on the target subjects. Over the survey procedure, there was a notable growing in terms of the pupils understanding about the function of unicellular algae, thus showing qualifications in their capacity to express, argue and apply the developed concepts. When compared, their prior answers demonstrate meaningful conceptual changes upon the photosynthesizing function of microalgae, such as its fundamental role in the food chain, thus contributing to the proposed didactic sequence as an efficient strategy for teaching and learning about the functioning of aquatic ecosystems in Middle School.

Keywords: *Teaching by Research. Single-celled algae. Photosynthesis. Aquatic Ecosystems. Middle School.*

I. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos têm grande importância ambiental e socioeconômica. Apesar disso, usualmente não têm sido estudados nos diversos níveis da educação básica, dando-se ênfase a ecossistemas terrestres (AGUIAR *et al.*, 2013). Em decorrência disso, tem-se a precarização de conhecimentos acerca da importância das algas unicelulares pela maioria dos estudantes nas etapas mais avançadas de ensino (PECHLIYE *et al.*, 2013).

Os biomas aquáticos apresentam complexa integração entre os fatores bióticos e abióticos que sustentam uma complexa cadeia alimentar, cuja base é composta por uma diversidade de seres microscópicos fotossintetizantes responsáveis pela produção de oxigênio e matéria orgânica (ESTEVES, 1998).

Os currículos de educação básica trazem uma série de conteúdos voltados ao estudo da vida e dos ecossistemas em geral, expressos em competências e habilidades. Na Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018) tem-se asserções diversas na área de ecologia, particularmente acerca da fotossíntese, das cadeias e teias alimentares e de suas relações ecológicas:

Estudam-se características dos ecossistemas destacando-se as interações dos seres vivos com outros seres vivos e com os fatores não vivos do ambiente, com destaque para as interações que os seres humanos estabelecem entre si e com os demais seres vivos e elementos não vivos do ambiente (BRASIL, 2018, p. 3).

Assim, o estudante tem a oportunidade de conhecer o funcionamento e os fatores de desequilíbrio desses ecossistemas, visando subsidiar uma mudança atitudinal dedicada, sobretudo, ações cotidianas mais sustentáveis.

Segundo Machado *et al.* (2019), é imprescindível que haja maior articulação entre os poderes públicos e compromisso com incentivos concretos para a efetivação de uma educação transformadora, o que pode ser fomentado pela previsão curricular.

Em uma análise amostral e operacional do currículo e de livros didáticos do ensino fundamental utilizados na Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF)¹, pode-se observar que a abordagem de temas ecológicos se concentra nos ecossistemas terrestres. Pouco se trata do funcionamento de ecossistemas de água doce terrestres, como rios e lagos, que são de fundamental importância econômica, social e natural na biodiversidade brasileira.

Processos como os da fotossíntese são quase sempre relacionados às plantas e não a seres unicelulares, como algas e bactérias que compõem o fitoplâncton (AGUIAR *et al.*, 2013). Como resultado, são observadas dificuldades de ensino pelos professores e de compreensão pelos estudantes sobre o papel da fotossíntese nas cadeias alimentares (SOUZA; ALMEIDA, 2002).

De acordo com Carvalho *et al.* (2018), o ensino de Ciências Naturais tem passado por uma série de mudanças ao longo dos anos, buscando distanciar-se da caracterização como mero processo de transmissão de conteúdos pelos estudantes e passando a ser uma ferramenta efetiva para a articulação de condições adequadas para o desenvolvimento de suas habilidades como compreensão, análise, aplicação e ressignificação de saberes e tecnologias.

Nessa perspectiva, o conhecimento científico desloca uma preocupação didática originária, de ensino para a memorização e reprodução de soluções típicas em exames de aferição, e passa a requerer aprendizagens efetivas, relacionadas a habilidades de investigação, argumentação, formulação, testagem e análise de hipóteses, produção de conclusões próprias e recontextualizáveis (CARVALHO, 2018).

O ensino por investigação se baseia em construir com os estudantes uma série de habilidades que extrapolam a simples assimilação cognitiva de um conhecimento, promovendo habilidades de natureza científica, como: formular hipóteses, experimentar, argumentar, analisar e tomar decisões, o que tem se mostrado, cada vez mais, como um dos grandes objetivos do ensino de ciências na educação básica e formação de cidadãos críticos, investigativos e atuantes em sua própria realidade (BRASIL, 2018; DISTRITO FEDERAL, 2018).

No Currículo em Movimento do Distrito Federal (DISTRITO FEDERAL, 2018), adotado pela SEEDF, o ensino de ciências deve partir da prática social do estudante, seguida da problematização, da aplicação do conhecimento teórico e da resolução de problemas significativos:

Nesse processo, a mediação docente deve considerar que a prática social é o “tecido de fundo”, a fonte de reflexão e questionamentos. Do diálogo

¹ Como nos livros da coleção Teláris (GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2018) para o Ensino Fundamental – anos finais.

entre os agentes do processo educativo (professor-estudantes e estudantes-estudantes) em torno do mundo, emergem problematizações envolvendo questões e situações para as quais os conhecimentos prévios dos estudantes são limitados ou equivocados em sua interpretação, exigindo que novos conhecimentos sejam adquiridos (DISTRITO FEDERAL, 2018, p. 212).

O primeiro desafio do professor no ensino de Ciências Naturais é orientar os estudantes para a análise qualificada de problemas. Não basta ensinar os termos e processos que a ciência descobriu ao longo de séculos; é preciso ensinar como o pensamento científico se opera, para que a aprendizagem de ciências promova uma formação capaz de compreender, analisar, aplicar, criticar e reelaborar aquilo que se aprende (CARVALHO *et al.*, 2014).

Para AUSUBEL (1968), a aprendizagem é significativa ao estudante quando se considera aquilo que ele anteriormente sabe. Tomando-se em conta a clareza, a quantidade e a organização mental daquilo que já é conhecido. Portanto, a presente sequência didática parte de um diagnóstico inicial com os estudantes.

Uma proposta de ensino significativa, busca fazer com que o estudante adquira a capacidade de formular soluções para problemas diferentes daquele em que o ensino se deu (AUBUSEL, 1968).

Com essa clareza de propósitos, desenvolvemos uma sequência didática, com base em práticas e métodos do ensino por investigação, acerca do papel das microalgas na manutenção da vida em ambientes aquáticos de água doce. Considera-se que este tema e esta abordagem potencializam a aprendizagem efetiva, qualificada e crítica de temas científicos e de suas aplicações sociocientíficas e culturais.

O conjunto de aulas buscou fomentar, a partir de procedimentos investigativos, o reconhecimento das algas unicelulares como seres fotossintetizantes e sua função na base da cadeia alimentar de ecossistemas aquáticos. Complementarmente, objetivou-se prover condições para: identificar fatores bióticos e abióticos necessários à vida em ecossistemas aquáticos; reconhecer a biodiversidade microscópica do ecossistema aquático; descrever a função das algas unicelulares na produção de oxigênio e na sustentação da cadeia alimentar; descrever as relações alimentares entre o fitoplâncton e o zooplâncton; e qualificar habilidades investigativas relacionadas ao levantamento de hipóteses, descoberta, argumentação e aplicação do conhecimento.

O conjunto de atividades que compõem esta sequência investigativa é representado pela Tabela 1.

Embora processos radicais de ensino por investigação sugiram a elaboração coletiva dos temas e dos problemas de interesse de uma comunidade, e sem prejuízos drásticos à concepção, o contexto de investigação (escola, currículo, turma, tempo disponível etc.) limitou essa etapa à indicação prévia de um problema, buscando-se fazê-lo da forma mais amplificada e versátil possível.

Tabela 1: Cronograma descritivo das atividades investigativas desenvolvidas sobre a função das microalgas.

Estratégia	Descrição da Atividade	Objetivos
Questão-problema central (anterior a qualquer observação ou manipulação experimental no sentido de instigá-los à formulação de hipóteses).	<i>“O que um rio ou lago deve possuir para que tenha uma grande quantidade de vida?”</i>	Espera-se que nessa reflexão, individual e coletivamente, os estudantes formulem suas hipóteses e levantem fatores essenciais à vida em ambientes aquáticos, tais como: luz, oxigênio, alimento, água em si, plantas, outros seres vivos.
Observação de uma gota de água em microscopia e identificação das microalgas.	<i>Que seres seriam esses? Por que existem tantos em uma gota d’água? Qual seria a função desses microrganismos nesse ambiente?</i>	Espera-se que os estudantes possam evidenciar elementos que sustentem hipóteses anteriormente levantadas e, possam concluir que são esses seres que produzem oxigênio e alimento, por meio da fotossíntese.
Introdução de uma nova questão-problema, baseada no que foi inicialmente abordado.	<i>O que ocorreria com a vida em ecossistemas aquáticos se essas algas desaparecessem?</i>	Subsidiar a formulação de hipóteses sobre fatores bióticos e abióticos associados à vida aquática, e apontar evidências de seres fotossintetizantes na gota d’água. Espera-se que eles possam revisar, complementar, aperfeiçoar, ou refutar as hipóteses levantadas.

Fonte: Fonte: Elaboração própria (2021).

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A sequência didática se fundamenta na epistemologia genética de Jean Piaget, na qual a inteligência é entendida como uma organização que tem seu desenvolvimento não por acúmulos de informações, mas pelo ganho de novas habilidades por meio de um processo contínuo de desequilíbrio, assimilação e equilíbrio (SANTOS et al., 2014).

Na epistemologia genética, a ordem de sucessão em que as diferentes capacidades cognitivas se constroem ocorre em estágios do desenvolvimento do conhecimento: sensorio-motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal (CAETANO, 2010). A sequência didática parte do conhecimento prévio do estudante e leva em consideração seu atual estágio de desenvolvimento, pois “a formação de capacidade em períodos sucessivos decorre, no caso mais simples, do fato de que competências adquiridas mais tarde pressupõem outras que lhes são anteriores”(KESSELRING, 1993, p. 67).

A atividade investigativa, igualmente parte dos pressupostos do sociointeracionismo de Vygotsky, baseia-se na ideia de que a aprendizagem se dá quando o aluno constrói o que aprende à medida que interage com os conhecimentos, com o professor e com outros estudantes (NEVES, 2006). Baseando-se no conceito da zona de desenvolvimento proximal

de Vygotsky², novos conhecimentos devem partir dos já consolidados pelo estudante e o professor deve partir daquilo que o aluno já conhece.

Ao gerar situações de debate e troca entre os participantes da atividade, busca-se a construção de um conhecimento socialmente mediado. Para Vygotsky (1982), o sujeito é ativo em seu processo de aprendizagem e atua sobre seu meio, sendo primeiro social e depois indivíduo. Justificando assim, a atuação mediadora do professor como fomentador do debate e da interação entre os participantes. Segundo Ausubel et al. (1980), a aprendizagem parte do conhecimento prévio e se consolida quando os processos de ensino e aprendizagem provocam uma mudança nessa estrutura prévia.

Para Ausubel et al. (1980), é possível diferenciar a aprendizagem em dois tipos: a aprendizagem por recepção, na qual o estudante atua como um sujeito passivo do que aprende, e a aprendizagem por descoberta, que traz o aluno como sujeito de seu próprio aprendizado.

A aprendizagem por descoberta pode ocorrer de forma mecânica, baseada na memorização, ou pela aprendizagem por descoberta significativa, que leva a uma mudança real na organização cognitiva das estruturas anteriormente presentes, resultando em uma nova postura e numa maior capacidade de interpretar e solucionar problemas no tema abordado e assimilado (AUSUBEL et al., 1980).

A Ciência ensinada nas escolas, muitas vezes, se mostra como uma transmissão de conteúdo, sem o desenvolvimento das habilidades utilizadas pelo fazer científico. No entanto, deve-se buscar desenvolver nos estudantes as habilidades científicas praticadas fora da escola (MUNFORD; LIMA et al., 2007). Driver et al. (1999, p. 36) defendem que:

Aprender ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes. Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; tornando-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento.

Dessa maneira, o ensino de ciências por investigação deve se basear em desenvolver no aluno uma postura de descoberta sobre aquilo que aprende. Nesse contexto, o professor passa a atuar como mediador da construção ativa do conhecimento do aluno, criando situações e questões-problema que os levem à formulação de hipóteses, experimentação, descoberta, tomada de conclusões e habilidade para divulgar aquilo que aprende, por meio da organização sistemática daquilo que aprendeu (DEBOER, 2006; CARVALHO, 2018).

De acordo com a metodologia de ensino de ciências, o aluno deve atuar como protagonista daquilo que aprende e deve aprender por meio da resolução de questões-problema trazidas pelo professor (CARVALHO, 2018). Tal metodologia contribui significativamente para a formação de um cidadão mais crítico que vê a ciência no seu cotidiano e se utiliza

²A partir de conhecimentos prévios, a zona de desenvolvimento proximal é a base para os conhecimentos seguintes.

das habilidades do pensamento investigativo para enfrentar e resolver problemas (DEBOER, 2006).

A partir da fundamentação teórica e seguindo um modelo de AUSUBEL *et al.* (1980), a avaliação deve se constituir de um processo contínuo que auxilia professores e alunos a identificar se os objetivos educacionais foram alcançados, servindo como controle de qualidade para o ensino.

Para que isso ocorra, recomenda-se que a avaliação seja processual e que sejam buscadas evidências de aprendizagem significativa, por exemplo, quando os estudantes conseguem solucionar diferentes problemas que envolvam os mesmos conceitos em diferentes níveis de dificuldade; e explicam o fenômeno com as próprias palavras, apresentando significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis (AUSUBEL *et al.*, 1980).

AUSUBEL *et al.* (1980) afirmam que os problemas sejam elaborados de forma nova, desconhecida e que exijam dos alunos uma transformação dos conhecimentos existentes. Isso é proposto na sequência didática, a partir da apresentação da seguinte questão-problema (Tabela 1): “O que ocorreria com a vida em ecossistemas aquáticos se essas algas desaparecessem?”

Nesse momento, busca-se identificar a mudança no pensamento dos estudantes, além de proporcionar a aplicação dos conhecimentos que acabaram de ser trabalhados sobre uma questão-problema e as respostas dos alunos poderão ser compartilhadas com a turma, a fim de que todos possam se autoavaliar e, qualitativamente, o professor poderá observar as aprendizagens, conforme os objetivos traçados.

III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

III.1. Caracterização da Pesquisa

A presente pesquisa pode ser considerada do tipo translacional, porque envolve a produção articulada, autorreferente e retroalimentada entre pesquisa e ensino na relação universidade-escola (COLOMBO *et al.*, 2019). Essa tipologia envolve o desenvolvimento de referencial, problemática e método nas epistemes dos centros de pesquisa e das unidades de escola básica, visando ao estudo, planejamento, implantação e avaliação de propostas, metodologias e avaliações que promovam transição entre sujeitos, saberes e o mútuo desenvolvimento institucional (COLOMBO *et al.*, 2019).

A pesquisa se desenvolveu no âmbito do Curso de Especialização no Ensino de Ciências C10 da UnB e foi realizada entre agosto e setembro de 2021, durante as aulas de PD (Parte Diversificada do Currículo)³ com 6 turmas do 8º ano de ensino fundamental no Centro de Ensino fundamental 11 de Ceilândia, Região Administrativa do Distrito Federal

Desde 1981, a unidade escolar atende a uma comunidade socioeconômica e culturalmente bastante heterogênea. Em 2021, 650 estudantes estavam matriculados na unidade escolar, que dispõe estruturalmente de 15 salas de aula, uma biblioteca, uma sala de vídeo, uma quadra poliesportiva, um refeitório, recursos de tecnologias digitais da informação e comunicação; no entanto, não possui laboratório específico para aulas de ciências naturais.

³ A Parte Diversificada do Currículo é um componente curricular da SEEDF, que visa fornecer à unidade escolar possibilidades de adequação curricular conforme suas necessidades e seus interesses.

Devido às adaptações sanitárias decorrentes da Pandemia da COVID-19, e conforme os protocolos e orientações da SEEDF, as atividades foram realizadas na modalidade semipresencial (híbrida) – com momentos presenciais e momentos realizados via plataforma *Google Sala de Aula*. As turmas foram subdivididas em grupos de, em média, 15 estudantes, que foram atendidos de forma semanal intercalada.

Um total de 50 (cinquenta) estudantes participaram de todas as fases da pesquisa, realizada em duas semanas, em atividades presenciais (aula investigativa e expositiva) e atividades remotas na plataforma *Google Sala de Aula*. A pesquisa foi formulada, aplicada e avaliada pelo professor-pesquisador que exercia a função de regente-titular das turmas.

Todos os participantes (estudantes, via responsáveis, e corpo diretivo escolar) assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), Apêndice C, no qual foram apresentados os objetivos e os métodos da pesquisa, bem como a natureza e o caráter das respectivas participações.

III.2. Desenvolvimento da Pesquisa

A sequência didática se estruturou em torno de momentos presenciais e momentos remotos, tendo como etapas: Aplicação do formulário prévio (Apêndice A) e levantamento de hipóteses, observação e descoberta das algas unicelulares, aula expositiva-dialogada a respeito do funcionamento da cadeia alimentar em ambientes de água doce, aplicação do formulário pós-atividade, com a retomada dos conhecimentos e a aplicação do conteúdo recém aprendido em uma nova questão proposta.

III.2.1 Etapa 1: Levantamento de conhecimentos prévios e formulação de hipóteses

O plano de aula se iniciou com a apresentação de um vídeo⁴ de sensibilização sobre a importância dos rios e lagos. O professor elaborou um vídeo coletando uma amostra de água de um local próximo à escola mostrando as algas unicelulares, a partir dos seguintes questionamentos norteadores: "*Que seres seriam esses? Qual a sua função nesse ecossistema?*".

Nessa etapa, já é possível levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema, coletando as hipóteses sobre o assunto. Para isso, foi utilizado *Google Formulários*. As questões do formulário foram analisadas, considerando a capacidade dos estudantes em reconhecer as algas unicelulares e seu papel nos ecossistemas aquáticos, bem como estimular o levantamento das primeiras hipóteses.

A aplicação desse recurso buscou embasar o professor para a realização das etapas posteriores. No encontro presencial, o professor realizou a mediação retomando pontos consolidados, bem como os frágeis, tendo em vista produzir o maior número possível de hipóteses sobre o que um rio ou lago possuem em suas águas, investigando a possível presença de seres microscópicos.

Nesse momento, os estudantes foram estimulados a debater suas respostas, levando em conta que estes estão criando hipóteses sobre os fatores e seres essenciais de um ecossistema aquático. Essa etapa permitiu que o estudante identificasse os fatores primordiais que

⁴ O vídeo foi divulgado nas redes sociais da escola e na sala de aula para provocar nos estudantes a reflexão prévia sobre o tema proposto.

sustentam a vida em ambientes aquáticos, a partir de seus conhecimentos prévios e da intervenção do professor. Os momentos presenciais foram gravados em áudio para posterior análise.

Os dados obtidos da síntese da análise dos questionários, bem como das intervenções orais no encontro presencial, direcionaram a continuidade da atividade investigativa. A possibilidade do não alcance dos objetivos levará a uma aula de revisão sobre os conhecimentos prévios necessários à atividade sobre Fotossíntese, Ciclo do Carbono e Teias Alimentares. Caso eles estejam satisfatoriamente contemplados, o professor poderá seguir com o momento de descoberta dos estudantes.

III.2.2 Etapa 2: Aula presencial: Consolidação da atividade investigativa

A aula presencial (40 minutos) se iniciou com o objetivo de os estudantes observarem uma gota d'água (coletada em lago ou rio próximo)⁵ em nível microscópico (Tabela 1). Para isso, são possíveis ao menos duas estratégias, conforme disponibilidade técnica e tecnológica: (i) utilizar um microscópio monocular simples e apresentar, o que se observa na amostra coletada⁶; ou (ii) utilizar vídeos disponíveis na internet e que apresentam uma análise de água em condições análogas à anteriormente coletada⁷.

Seja qual for a estratégia, a partir da análise microscópica d'água, os estudantes são questionados pelo professor sobre (Quadro 1): *"Qual seria então o papel desses seres? O que eles produzem? Por que eles existem? Seriam esses seres importantes ou não?"*.

O objetivo dessa etapa é que a mediação proporcione um debate entre os estudantes, com levantamento de argumentação e formulação de novas hipóteses. Durante o processo de argumentação acerca da função dos seres microscópicos da água, foi abordada a diversidade em cores e formas do fitoplâncton (Figura 1).

Na sequência, o professor instigou os alunos sobre qual seria a função desses seres e como eles se relacionariam com os fatores necessários a vida de um lago, partindo das respostas obtidas do formulário prévio. Realizou-se uma intervenção expositiva do professor sobre a função ecológica das algas (sua função fotossintética, a produção de oxigênio dissolvido na água e a base da cadeia alimentar aquática). Complementarmente, explorou-se o complexo funcionamento de uma cadeia alimentar aquática.

III.2.3 Etapa 3: Formulário Pós-Atividade

Após o momento de observação, debate, e explanação, os alunos foram convidados a responder às questões anteriores do formulário prévio, com exceção da questão número 1. O formulário pós-Ai visa ao levantamento de dados sobre mudanças de conceitos dos estudantes sobre o tema e possui uma pergunta que leva o aluno a refletir sobre o que aprendeu e aplicar este conhecimento (Tabela 1).

⁵ A coleta pode ser feita em um recipiente domiciliar de vidro e a análise recomenda-se ser realizada no mesmo dia em microscopia óptica, podendo ser filmada e o vídeo demonstrado aos estudantes.

⁶ Exemplo disso pode ser encontrado no vídeo "Experimento com algas microscópicas". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=reW6GdUqQqE>. Acesso em 21 maio. 2021.

⁷ São exemplos os vídeos: "Zooplankton Humedales Bogota (HD) - living under microscope (Rotíferos, protozoos y turbelarios)", disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IfENPUdWp80> ", disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IdyV6SXN3lk> . Ambos acessados em 21 maio. 2021.

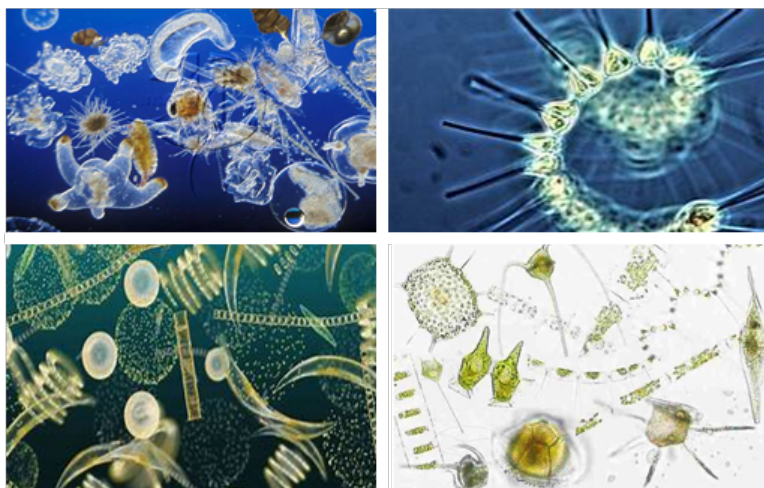


Figura 1: Exemplos de imagens utilizadas para a ilustrar a diversidade de microalgas. Fonte: Google Imagens. Acesso em: 21 maio. 2021.

III.3. Estratégias didáticas

O conjunto de estratégias didáticas que compõem a Ai é representado pela Tabela 2.

III.4. Recursos Avaliativos

A aprendizagem por descoberta significativa, que leva a uma mudança real na organização cognitiva das estruturas anteriormente presentes, resulta em uma nova postura e numa maior capacidade de interpretar e solucionar problemas no tema abordado e assimilado (AUSUBEL *et al.*, 1980).

Nessa perspectiva, a avaliação, enquanto fase do ensino e um dos elementos da educação, é um processo contínuo que auxilia professores e alunos a identificar se os objetivos educacionais foram alcançados, servindo como controle de qualidade para o ensino (BARREIRA *et al.*, 2006).

Para que isso ocorra, recomenda-se que ela seja processual e que sejam buscadas evidências de aprendizagem significativa, por exemplo, quando os estudantes conseguem solucionar diferentes problemas que envolvam os mesmos conceitos em diferentes níveis de dificuldade; e explicam o fenômeno com as próprias palavras, apresentando significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis.

Ausubel *et al.* (1980) afirmam que problemas sejam elaborados de forma nova, desconhecida e que exijam dos alunos uma transformação dos conhecimentos existentes. Isso é proposto na sequência didática com a questão-problema final no formulário pós Ai (Tabela 1).

Nesse momento, buscou-se identificar a mudança no pensamento dos estudantes sobre a função ecológica desses seres vivos, além de proporcionar a aplicação dos conhecimentos que acabaram de ser trabalhados sobre uma questão problema. As respostas dos alunos foram compartilhadas com a turma, a fim de que todos pudessem se autoavaliar e, qualitativamente, o professor poderá observar aprendizagens conforme os objetivos traçados.

Tabela 2: Conjunto de atividades investigativas desenvolvidas sobre a Função das algas unicelulares e o funcionamento de ecossistemas aquáticos.

Conteúdos/habilidades a serem trabalhados	Estratégias
Identificar os fatores primordiais que sustentam a vida em ambientes aquáticos, como a luz, oxigênio e matéria orgânica.	Aula 1: O professor demonstra o vídeo: A cidade e o Rio e instrui os alunos a responder o formulário prévio. Nesse momento, o professor deve reforçar a pergunta: <i>O que um rio deve ter para que tenha uma grande quantidade de vida?</i>
Reconhecer, a partir de procedimentos investigativos, as algas unicelulares como seres fotossintetizantes e, portanto, produtores de oxigênio e sua função na base da cadeia alimentar de ecossistemas aquáticos.	Aula 2: O professor inicia a aula convidando os alunos a observar uma gota em microscopia, levando-os a observar as microalgas. O professor instiga os alunos ao debate e à confirmação de suas hipóteses levantadas, a partir das questões norteadoras: <i>O que seriam esses seres? Por que existem tantos em uma só gota? Qual seria a função deles na água desse rio?</i>
Reconhecer a biodiversidade microscópica do ecossistema aquático. Descrever a função das algas na produção de oxigênio e na sustentação da cadeia alimentar. Descrever as relações alimentares entre o fitoplâncton e o zooplâncton.	Após o registro das conclusões dos alunos, a partir da observação da gota em microscopia, o professor inicia uma explanação sobre algas unicelulares e sobre o funcionamento de ecossistemas aquáticos.

Fonte: Fonte: Elaboração própria (2021).

IV. RESULTADOS

A aplicação da atividade investigativa (Ai) se iniciou com a publicação, nas redes sociais da escola, de um pequeno vídeo do professor coletando amostra de água de um lago e mostrando aos alunos a existência de seres unicelulares verdes presentes na amostra.

Nesse momento, o professor fez as primeiras perguntas de caráter investigativo aos estudantes, de forma a fomentar o interesse acerca do tema que seria trabalhado e a subsidiar o debate antes do momento investigativo (Tabela 1).

Após esse momento fomentador e de divulgação da atividade investigativa, foi aplicado junto aos estudantes o formulário pré- Ai. A pergunta: *“O que um rio deve ter em suas algas para ter grande quantidade de vida?”* levou os estudantes à formulação de hipóteses, como:

- Água, comida, luz, não ter sujeira. (Aluno1)
- Comida, luz, oxigênio. (Aluno 2)
- Luz, vários peixes, comida, plantas nas margens (Aluno 3)

- *Comida, oxigênio, luz, não ter lixo. (Aluno 4)*
- *Deve se ter alimentos tanto para os carnívoros tanto para os herbívoros, deve se ter um ambiente bom para que eles se reproduzam. deve se ter arvores, pois suas raízes impedem a terra/areia de cobrir o rio. (Aluno 5)*
- *É essencial em um rio, água, plantas, bactérias, luz do sol. (Aluno 6)*

Em sala de aula, o professor começou a atividade investigativa trazendo aos estudantes uma situação hipotética, em que dois rios chamados de A e B têm uma diferença em relação à quantidade de peixes e de vida, visando à formulação de hipóteses no momento presencial.

- *Suponhamos que temos dois rios, o rio A e o rio B, no rio A temos muitos peixes e muitos outros seres vivos, já no rio B temos pouca vida, por que vocês acham que isso está acontecendo? (Professor)*
- *O outro tem mais comida. (Aluno 1)*
- *O B está poluído. (Aluno2)*
- *Então, vamos retomar aquela pergunta na atividade da plataforma:- O que um rio deve ter em suas águas para ter grande quantidade de vida? (Professor)*
- *Comida, oxigênio, outros peixes, luz. (Aluno1)*

No momento presencial, pode-se observar o levantamento de hipóteses por parte dos estudantes. Em seguida, foram demonstrados aos estudantes vídeos e imagens de algas unicelulares verdes, por meio de uma apresentação de *slides*, enquanto as imagens eram demonstradas, o professor questionou os estudantes de modo a fomentar o debate:

- *Se um rio precisa de comida, oxigênio e luz, o que será que esses seres realizam? (Professor).*
- *Fotossíntese? (Alunos)*
- *Exatamente! Essas são as algas unicelulares e são elas que vamos estudar mais a fundo hoje. (Professor)*

Nessa etapa da atividade investigativa, os estudantes, munidos de seus conhecimentos prévios, puderam constatar que os seres mostrados nas imagens e vídeos, apresentados pelo professor, deveriam ser os responsáveis pela fotossíntese desse ecossistema, evidenciando a tomada de uma conclusão baseada em suas hipóteses levantadas e em sua observação.

Após esse momento, o professor explicou de forma expositiva e dialogada a cadeia alimentar sustentada pelo fitoplâncton, através do processo fotossintetizante, liberando o oxigênio dissolvido na água e servindo de alimento para o zooplâncton, que, alimenta peixes menores e, por sua vez, é fonte de alimento para peixes maiores (ESTEVES, 1998).

Em seguida, o professor fez a pergunta de aplicação do conhecimento recém adquirido, pergunta que é respondida no formulário pós-Ai (Tabela 1). Dentre as respostas, podem-se destacar:

- Todos iam morrer. (Aluno 1)
- Todos iam morrer por falta de oxigênio e comida. (Aluno 2)
- Colapso da cadeia alimentar por falta de comida e oxigênio. (Aluno 3)

Após essa etapa, o professor propôs a aplicação do conhecimento recém-adquirido com a aula em uma nova situação. A partir da análise qualitativa das respostas dos estudantes, pode-se observar um ganho na capacidade de argumentação e da tomada de decisão sobre as consequências ao ecossistema na situação hipotética, uma vez que os estudantes se mostraram aptos a aplicar o conhecimento recém adquirido em uma nova questão-problema tanto no momento presencial quanto na atividade na plataforma.

Resultados quantitativos também puderam ser observados, ao comparar as respostas prévias e pós-atividade. Antes da realização, 48% dos estudantes responderam conhecer algas unicelulares e 52% relatou desconhecer esses seres vivos. Após, o percentual, dos que assinalaram conhecer tais seres foi de 80%, evidenciando um aumento bastante considerável no conhecimento do tema, conforme ilustra a Figura 2.

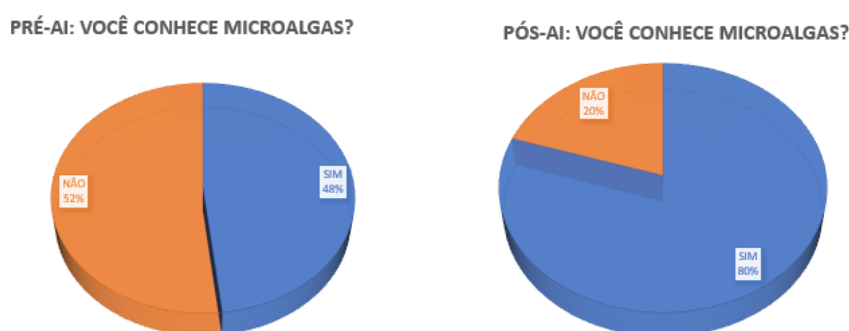


Figura 2: Questão 1 comparativo Pré-AI (formulário prévio) e Pós-AI (formulário após a atividade investigativa). Fonte: Elaboração própria.

Com relação à observação das imagens dos seres que os estudantes acreditavam ser fotossintetizantes, observou-se que 48 das respostas antes da realização da atividade vincularam a atividade fotossintetizante aos seres do reino *plantae*, assinalando em sua grande maioria as plantas e as algas pluricelulares (45 respostas, anteriormente englobadas no referido reino, como seres fotossintetizantes). Já seres pertencentes ao fitoplâncton pouco foram descritos como responsáveis por essa função ecológica, sendo assinalado apenas por 20 respostas dos estudantes, como observado na figura 3:

Após a aplicação da atividade investigativa (Ai), pode-se observar uma significativa mudança no padrão de respostas dos participantes. É importante observar o aumento do número de respostas vinculando o fitoplâncton como um organismo fotossintetizante, 20 no pré-Ai e 30 no pós-Ai e a redução considerável na vinculação de seres do reino animal como o crustáceo, sendo 8 respostas no pré-AI e apenas 2 respostas no pós-AI. A respeito da questão 5, várias mudanças de respostas puderam ser observadas, como demonstra a Figura 4.

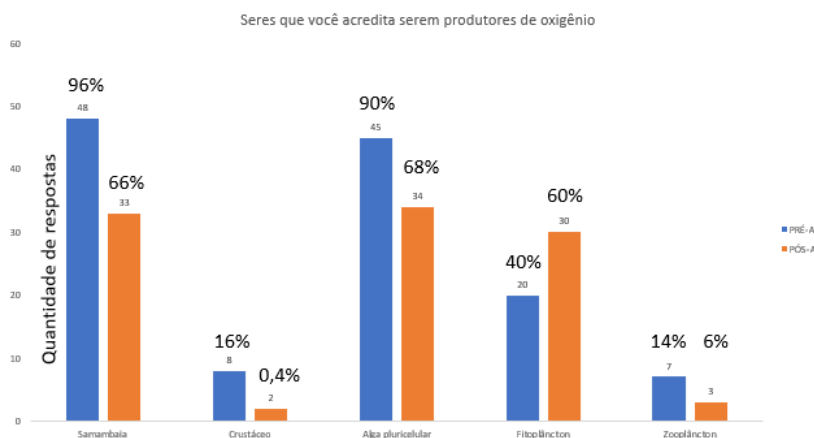


Figura 3: Resultados da questão 3 dos formulários pré-AI e Pós-AI. Fonte: Elaboração própria.

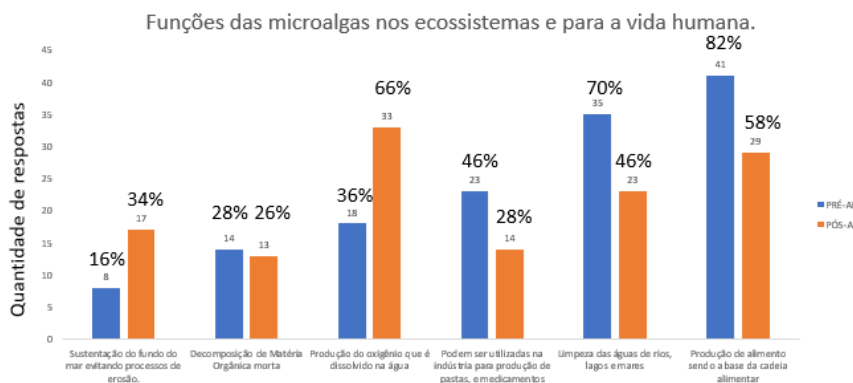


Figura 4: Respostas à questão 5 do Pré-AI e do Pós-AI. Fonte: Elaboração própria.

Antes da aplicação da atividade, apenas 18 respostas dos estudantes vincularam as algas unicelulares como produtoras de oxigênio em ecossistemas aquáticos; após a aplicação, esse número chegou a 33 (um aumento de 83,3%).

Também se pôde observar diminuição do número de respostas que atribuem às algas funções erradas, como: limpeza das águas de rios e mares (que, no Pré-Ai, obteve 35 respostas e, no Pós-Ai, 23); e no seu papel equivocado como decompositores, em que foi observada uma redução de 14 respostas no Pré-Ai para 13 respostas no Pós-Ai.

Para análise das respostas às questões 3 e 5 dos formulários pré-Ai e Pós-Ai, optou-se por trazer também o número absoluto de respostas dos estudantes, uma vez que eles poderiam escolher mais de uma opção de respostas, favorecendo, assim, a compreensão dos dados pelo leitor. Tal análise dos dados não se baseou em uma análise da trajetória cognitiva individual, na perspectiva ausubeliana, mas em uma análise do conjunto das respostas fornecidas pelo grupo de estudantes. Esse tipo de aprendizado é fundamental para o ensino por investigação que, segundo Sasseron e Carvalho (2011), deve se pautar

no desenvolvimento de atividades em sala de aula que possibilitem argumentações entre alunos e professor em momentos de investigação, a levados a formular hipóteses, criar argumentos para defendê-las, alcançando assim uma aprendizagem coletiva.

V. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A *Ai* desenvolvida neste trabalho teve como pressupostos o ensino por investigação, que busca trabalhar nos estudantes capacidades como: formulação de hipóteses, observação e tomada de conclusões, buscando o aperfeiçoamento de competências e habilidades para:

[...] pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas (CARVALHO, 2018, p. 4).

Tais pressupostos foram buscados por meio da sequência didática investigativa, uma vez que os alunos foram levados ao levantamento de hipóteses com uma pergunta investigativa antes da descoberta da existência do fitoplâncton, no formulário prévio que também foi usada pelo professor no momento presencial como forma de fomentar o levantamento de ideias (Quadro 1).

O levantamento de hipóteses por parte dos estudantes foi verificado tanto no momento presencial quanto no formulário prévio, trazendo à sala de aula fatores bióticos e abióticos responsáveis pela manutenção da vida em ecossistemas de água doce. Isso ficou evidenciado nas falas dos estudantes, como ilustrado a seguir:

- *Água, comida, luz, não ter sujeira. (Aluno 1)*
- *Comida, luz, oxigênio. (Aluno 2)*
- *Luz, vários peixes, comida, plantas nas margens. (Aluno 3)*
- *Comida, oxigênio, luz, não ter lixo. (Aluno 4)*
- *Deve se ter alimentos tanto para os carnívoros tanto para os herbívoros, deve se ter um ambiente bom para que eles se reproduzam. deve se ter arvores pois suas raízes impedem a terra/areia de cobrir o rio. (Aluno 5)*
- *É essencial em um rio, água, plantas, bactérias, luz do sol. (Aluno 5)*

Portanto, a questão-problema utilizada pelo professor se mostrou eficaz em despertar nos estudantes a elaboração de hipóteses, apresentando características de uma questão-problema relacionada com os conceitos espontâneos dos alunos, oportunizando relacionarem o que aprenderam com o mundo em que vivem, sendo essa uma importante função desse recurso didático (DRIVER *et al.*, 1999).

Na proposta de ensino, o professor levou os alunos à descoberta da existência das microalgas verdes e fomentou novamente o debate e o surgimento de ideias com falas como: “*Se então um rio precisa de comida, oxigênio e luz, o que será que esses seres realizam?*”

A partir da observação das imagens e da pergunta formulada pelo docente, o processo fotossintetizante foi retomado pelos estudantes, baseado nos fatores por eles levantados como primordiais à vida em ecossistemas aquáticos, e mostrando que a estratégia didática foi eficaz ao oferecer subsídios aos estudantes em tomar suas conclusões a respeito do que observavam e analisavam.

A sequência didática investigativa seguiu o modelo de ensino por descoberta significativa descrita por Ausubel *et al.* (1980) em que o estudante descobre aquilo que aprende, e assim tem uma mudança em sua estrutura prévia de aprendizagem, tal mudança pode ser observada, caso o discente aplique o conhecimento adquirido em uma nova situação proposta, tal fato foi buscado pelo professor na pergunta do formulário Pós-Ai (Apêndice B) e também oralmente no momento presencial da atividade investigativa por meio da pergunta (Quadro 1).

A observação das respostas, tanto escritas como orais, corroboram a mudança no padrão anterior de conhecimento, bem como ganhos de argumentação e elaboração da resposta, como:

- *Colapso da cadeia alimentar devido a falta de oxigênio e de alimento. (Aluno 1)*
- *Colapso do ecossistema, falta de ar oxigênio e alimento. (Aluno 2)*
- *Faltaria oxigênio e comida para os peixes e com isso eles iriam morrer. (Aluno3)*
- *A vida acabaria neste Lago porque as algas é que produzem ar (oxigênio) dentro dos lagos e os peixes e outros seres vivos que vivem dentro desse Lago comem as algas então a vida desse Lago acabaria. (Aluno 4)*

Essas respostas demonstram o ganho pedagógico dos estudantes em reconhecer as algas como seres fotossintetizantes e como base da cadeia alimentar de um rio ou lago.

A respeito do conhecimento prévio dos estudantes acerca da existência das microalgas, antes da realização da atividade, metade deles respondeu já conhecer algas unicelulares, evidenciando uma difusão desse conhecimento em parte dos estudantes, adquirido via meios formais ou informais. Após a aplicação, o percentual de estudantes que relataram conhecer tais seres foi de 83%, evidenciando um aumento no conhecimento acerca do tema entre os participantes e contribuindo como uma estratégia de ensino para o reconhecimento da existência das algas unicelulares. Esses resultados favoreceram melhor compreensão do funcionamento dos ecossistemas aquáticos.

Outro importante dado relevante é que, antes da atividade investigativa, apenas 20 respostas assinalaram o fitoplâncton como um ser fotossintetizante. Após a Ai, esse número chegou a 30, um aumento de 50%. Dessa forma, a atividade investigativa se mostrou eficaz em aumentar a percepção dos estudantes dos seres unicelulares como fotossintetizantes.

Esse é um grande desafio didático para o ensino de ciências, uma vez que processos como os da fotossíntese são quase sempre relacionados às plantas e não a seres unicelulares, como algas e bactérias que compõem o fitoplâncton (AGUIAR *et al.*, 2013).

Antes da aplicação da Ai, em 18 respostas os estudantes marcaram as algas como produtoras de oxigênio em ecossistemas aquáticos; após, 33 deles o fizeram. Além de relacionar a fotossíntese às algas observadas, os estudantes relacionaram que a produção

do oxigênio dissolvido na água é fundamental para a vida desse ecossistema quando das respostas sobre a hipotética inexistência desses seres.

Uma vez que o oxigênio dissolvido na água é resultado do processo fotossintético, o dado aponta que os estudantes obtiveram um considerável aumento na percepção das algas unicelulares como responsáveis pelo referido processo. Além disso, a sequência didática contribuiu com o aprendizado da fotossíntese, tema de difícil compreensão dos estudantes de ensino fundamental (SOUZA; ALMEIDA, 2002). Observou-se que o número de respostas atribuindo as algas unicelulares o papel de produtores de alimento após a Ai sofreu uma redução. No momento presencial essa função foi percebida e relatada pelos estudantes, porém não registrada no formulário, mostrando que o aluno pode compreender processos e não conseguir aplicar em questões de múltipla escolha, reforçando o papel de questões abertas em tais práticas de ensino.

Desse modo, a atividade demonstrou resultados positivos significativos como estratégia didática para o desenvolvimento de habilidades investigativas dos estudantes, mostrando-se como uma importante estratégia de ensino acerca do funcionamento dos ecossistemas aquáticos, particularmente o papel das microalgas na manutenção da cadeia alimentar.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado com os estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental de Anos Finais baseou-se na construção, aplicação e análise de dados de uma sequência didática de ensino por investigação visando desenvolver de habilidades investigativas (descoberta, formulação de hipóteses, inferência, tomada de conclusões) em torno do papel das algas unicelulares na cadeia alimentar de ecossistemas aquáticos de água doce.

Na sequência didática desenvolvida (aulas práticas expositivas e dialogadas), os estudantes foram desafiados a mobilizar os conhecimentos adquiridos para se engajar em uma nova questão-problema proposta, se expressando tanto oralmente (discussão) como de forma escrita (formulário pós-Ai), e demonstraram ganhos qualitativos em sua capacidade de expressão, argumentação e aplicação dos conceitos abordados. Em geral, os temas sobre a diversidade de algas e a fotossíntese são conteúdos que requerem a assimilação de muitas terminologias. No entanto, ao articular esses conteúdos na proposta investigativa, a atividade permitiu que essas terminologias fossem aplicadas como instrumentos de suporte às hipóteses e argumentos às questões levantadas.

As participações dos estudantes nos momentos presenciais e a análise comparativa das respostas do formulário prévio (pré-Ai) e após atividade investigativa (pós-Ai) demonstraram mudanças conceituais significativas no grupo dos estudantes, a respeito da importância das algas unicelulares na cadeia alimentar.

A sequência didática atingiu, assim, os seus objetivos satisfatoriamente ao oportunizar a formulação de hipóteses, a descoberta e a tomada de conclusões pelos estudantes com a aplicação do conhecimento recém adquirido em um novo contexto.

Estudos complementares, preferencialmente com públicos mais diversos e em escalas maiores, poderão refletir e problematizar aspectos não alcançados neste, como, por exemplo, a análise da trajetória cognitiva individual dos estudantes, as suas relações com concepções alternativas e a aplicação ressignificada dos conhecimentos científicos e das habilidades

investigativas desenvolvidas. De todo modo, a atividade relatada contribui como uma estratégia de ensino investigativo eficiente para o ensino de microalgas e fotossíntese e se propõe como mais uma alternativa viável de qualificação do ensino de ciências no ensino fundamental, com base em referencial teórico-metodológico investigativo e pautado em aprendizagens significativas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. C. C.; BIANCHI, C. S.; FERREIRA, Y. C. S.; SILVA, M. M.; THIMÓTEO, Rachell Ramalho Correia. Concepções sobre algas na educação básica como ponto de partida pra reflexões no ensino de Ciências e Biologia. **E-mosaico**, v. 2, n. 4, p. 1-16, dez., 2013.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BARREIRA, C.; BOAVIDA, J.; ARAÚJO, N. Avaliação formativa: novas formas de ensinar e aprender. **Revista portuguesa de pedagogia**, v. 2, n. 40 p. 95-133, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. **Currículo em Movimento do Distrito Federal: Ensino Fundamental anos iniciais - anos finais**, 2018.

CAETANO, L. M. A epistemologia genética de Jean Piaget. **ComCiência**, n. 120, v. 1, n. 120, p. 130-136, 2010.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **RBPEC**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

COLOMBO, I. M.; ANJOS, D. A. S.; ANTUNES, J. R. PESQUISA TRANSLACIONAL EM ENSINO: UMA APROXIMAÇÃO. **Educação Profissional e Tecnológica em Revista**, v. 3, n. 1, p. 51-70 2019.

DEBOER, G. E. Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In: FLICK, L. D.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). **Scientific Inquiry and Nature of Science**. Netherland, NED, Springer, p. 17-35, 2006.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. **Constructing scientific knowledge in the classroom**. Educational Researcher, n. 7, p. 5-12, 1994. Tradução de MORTIMER, E. Construindo conhecimento científico em sala de aula. Química Nova na

Escola, n. 9, p. 31-40, 1999

ESTEVEES, F. A. Fundamentos de limnologia. **Interciência**, Rio de Janeiro: 1998.

GEWANDSZNAJDER, F. Teláris Ciências, Ensino Fundamental Anos Finais/ Fernando Gewandsznajder, Helena Pacca. 3. Ed.- São Paulo; Ática, 2018.

KESSELRING, T. **Jean Piaget**. Petrópolis: Vozes, 1993.

MACHADO, A. L. S.; ZANETI, I C. B. B.; HIGUCHI, M. I. G. A degradação dos cursos hídricos urbanos, uma abordagem sobre gestão e educação ambiental. **RIAEE – Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 14, n. 3, p. 1124-1138, jul./set., 2019.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

PECHLIYE, M.; BANDEIRA, C. M. S; JORDÃO, R. S. Por que as algas e bactérias não são amplamente reconhecidas como seres fotossintetizantes? **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, [en línea], n. extra, p. 2265-9, 2013.

SANTOS, A. O.; OLIVEIRA, G. S.; JUNQUEIRA, A. M. R. Relações entre aprendizagem e desenvolvimento em Piaget e Vygotsky: o construtivismo em questão. **Itinerarius Reflectio-nis**, v. 10, n. 2, p. 1-31, 2014.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão Bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SOUZA, S. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. A fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 8, n. 1, p. 97-111, 2002.

VYGOTSKY, L. S. **Obras Escogidas**: problemas de psicologia geral. Madri: Gráficas Rogar, Fuenlabrada, 1982.