



# Educação científica inclusiva: Experiências interdisciplinares possíveis para o ensino de Biologia e Ciências Naturais empregando o método STEAM

Hardoim, Edna Lopes<sup>1</sup>, Hardoim, Tatianne Fernanda Lopes<sup>2</sup>, Nakamura, Celi Rocha<sup>3</sup>  
Hardoim, Alexandre Henrique Lopes<sup>4</sup>

## ARTICLE INFO

**Received:** 16 September 2018  
**Accepted:** 31 January 2019  
**Available on-line:** 31 May 2019

### Keywords:

Teaching active method  
STEAM  
Teacher training

### E-mail addresses:

ehardoim@terra.com.br

ISSN 2007-9842

© 2019 Institute of Science Education.  
All rights reserved

## ABSTRACT

O presente artigo traz uma discussão e experiências de professores da Universidade Federal de Mato Grosso na área da Biologia, um campo de prática docente com forte potencial de enculturação científica, pois permite construir conhecimentos junto aos estudantes, e desenvolver habilidades, para que atuem na sociedade com argumentos cientificamente sustentáveis a curto, médio e longo prazo. Há uma busca para superar o desencanto de acadêmicos de cursos de Licenciatura que se reflete em suas atitudes e rendimento, que se refletirão na harmonia da sua futura identidade profissional. Considerando as dificuldades das escolas inclusivas, desde 2010, têm sido desenvolvidas disciplinas de graduação, de instrumentação de atividades facilitadoras da aprendizagem, empregando recursos pedagógicos que estimulem nossos acadêmicos, mestrandos e doutorandos, promovendo aprendizagens significativas de forma crítica, que os desafiam para a autonomia científica, com vistas à aplicação futura em salas de aula inclusivas. Isso os ajude a construir sua identidade docente, e sejam capazes de se perceberem e modificar de forma positiva a realidade da escola inclusiva. Os acadêmicos têm respondido positivamente, por serem protagonistas do seu aprendizado, mas em especial, quando usamos o método STEAM, pois além das Ciências Naturais, este permite empregar e/ou desenvolver outros saberes. Assim, o artigo discute como superar algumas dificuldades relativas à educação científica inclusiva, por meio de métodos ativos de aprendizagem, que além de fornecerem ao aluno segurança e motivação para aprender, os incentiva à percepção e os remete à busca de diferentes caminhos que contribuam com sua futura autonomia para o exercício do ensino de Biologia.

This article brings about a discussion and experiences of teachers from the Universidade Federal de Mato Grosso in the area of biology, a field of teaching practice with a strong potential for scientific culture, as it allows to improve students' knowledge, and to develop skills to act in society with scientifically sustainable arguments in the short, medium and long term. There is a quest that overcomes the disenchantment of academics of undergraduate degrees, which is reflected in their attitudes and income, that are reflected in the harmony of their future professional identity. Considering the difficulties of inclusive schools, since 2010, it has been developed, in an undergraduate course, in instrumentation disciplines, activities aiming to facilitate learning, employing pedagogical resources that stimulate our academics, masters and doctoral students, promoting meaningful learning that challenges them to scientific autonomy. Then, the students can develop a future view of application in inclusive classrooms, which can help them to build their teaching identity, and to be able to perceive and change the reality of the inclusive school in a positive way. The scholars have responded positively, because they are protagonists of their learning, but in particular, when we use the STEAM active method. In addition to the natural sciences, it allows to employ and/or develop other knowledges. Thus, the article discusses how to overcome some difficulties related to scientific education, including, by means, an active learning method. That is, in addition to providing the student a motivation to learn, encourages them to perceive and refers them to the search for different paths that contribute to their future autonomy, for the exercise of teaching Biology

## I. INTRODUCCIÓN

O ensino de Biologia e de Ciências Naturais é um campo de prática docente com forte potencial interdisciplinar de educação científica, pois permite construir conhecimentos com os estudantes, e desenvolver habilidades para que atuem na sociedade com argumentos cientificamente sustentáveis a curto, médio e longo prazos. Há algum tempo temos percebido um acentuado desencanto de acadêmicos de cursos de Licenciatura que se reflete em suas atitudes e rendimento, o que nos preocupa, pois, seu envolvimento no curso se refletirá na harmonia da sua futura identidade profissional. Dentre as causas que levam o licenciando a perder o interesse ou a se desmotivar ao longo do curso, tem sido perceber a desvalorização da profissão docente, principalmente por alguns professores da Educação Básica, quando os mesmos vão para o campo do estágio; outro problema é a falta de infraestrutura para desenvolvimento de algumas atividades do curso em algumas escolas, bem como as dificuldades observadas para alcançar autonomia intelectual que potencialize sua futura ação docente, frustrando suas expectativas. Soma-se à essas questões, a falta de competência para ensinar pessoas com deficiências (PcD), uma nova realidade escolar, cuja inclusão é pressionada pela legislação e pelo reconhecimento social do direito de todas as pessoas ao acesso ao conhecimento, à Educação.

Dessa forma, e considerando as dificuldades reais das escolas inclusivas, desde 2010, duas autoras do presente artigo vêm desenvolvendo, em disciplinas de graduação intituladas: Instrumentação para o Ensino de Microbiologia, Ensino de Biologia II (Microbiologia e Zoologia), Práticas de Educação para a Saúde e LIBRAS, nas do mestrado em Ensino de Ciências Naturais (PPGECN), em parceria com colegas da área, em Tópicos de Biologia e Produção de Material Didático e, ao nível de doutorado (PPGECM/REAMEC), em parceria com outro colega, a disciplina Tendências e Abordagens de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática.

No âmbito das disciplinas são exercitadas atividades facilitadoras da aprendizagem, empregando recursos pedagógicos que estimulem e possibilitem o desenvolvimento de nossos acadêmicos da graduação, mestrados e doutorandos de forma ativa e crítica, promovendo aprendizagens significativas que os desafiam a buscar sua autonomia científica, com vistas à aplicação imediata, ou futura, em salas de aula inclusivas, que os ajude a construir sua identidade docente e sejam capazes de se perceberem com possibilidades de modificar de forma positiva a realidade da escola “chamada de inclusiva”. Embora tenhamos conhecimento de um aumento nos últimos anos na oferta de cursos de extensão na área de inclusão e Ensino de Ciências; esse aumento mais nos parece um modismo do que um conhecimento advindo de pesquisas nesse campo que coloca o estudioso em contato com culturas até então pouco conhecidas.

Os acadêmicos dos três níveis de formação têm respondido positivamente, com protagonismo em seu aprendizado, mas envolvem-se, em especial, quando usamos o método STEAM (acrônimo formado pelas iniciais dos termos em inglês de Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematic), pois além da Biologia e das Ciências Naturais, este permitem empregar e/ou desenvolver outros saberes, de forma interdisciplinar, em uma tentativa de romper com a histórica disciplinaridade no contexto da educação científica.

Assim, este artigo resulta da análise da práxis pedagógica de duas de nós, autoras, e a experiência de dois autores com outros saberes –histórico, artístico e tecnológico–, complementares à aprendizagem no campo das Ciências Naturais e Biologia, e pretende discutir como superar algumas dificuldades relativas à Educação Científica, inclusiva, por meio de método ativo de aprendizagem STEAM. Esse é um método que pode fornecer aos acadêmicos segurança e motivação para aprender e os levar à percepção e instigar à busca de diferentes caminhos que contribuam com sua futura autonomia para o exercício da cidadania e do ensino de Biologia e de Ciências Naturais, considerando que, como afirmam Silva *et al.* (2017, p. 2), “[...] entre o final do século XIX e a atualidade, os objetivos do ensino de ciências se modificaram, buscando contemplar, principalmente, os aspectos políticos, históricos e filosóficos da sociedade de seu tempo”. Vai-se além quando propomos empregar os saberes STEAM, embora não seja necessário que todos eles estejam presentes em cada atividade desenvolvida. Traremos aqui apenas alguns dos muitos exemplos que podem empregar o método STEAM no processo de ensino aprendizagem da área da Biologia.

## II. METODOLOGIAS ATIVAS E A MOTIVAÇÃO PARA A APRENDIZAGEM

Estudantes altamente motivados são facilmente identificáveis: são curiosos, interessados, envolvidos e entusiasmados com suas atividades escolares, principalmente quando os saberes escolares estão ligados aos saberes cotidianos, dando-lhes sentido. Quando movidos por desafios, os estudantes são persistentes até encontrarem soluções.

Estudos no campo da Psicologia da Educação têm apresentado alguns indicadores de que os alunos são motivados a aprender, quando há o estabelecimento de metas, discute-se a quantidade e qualidade do esforço para estudar, a persistência diante de tarefas difíceis. Outros fatores são, também, fortes determinantes da aprendizagem, como o tipo de ambiente escolar, a prática pedagógica do professor, o comportamento dos colegas, os reguladores do mercado de trabalho, entre outros. É fácil perceber entre esses indicadores que alguns consistem em motivações intrínsecas e outras, extrínsecas. E entre essas últimas, também estão aquelas inerentes ao planejamento e às práticas desenvolvidas pelos professores. É nesse contexto que defendemos a aprendizagem por meio de métodos ativos e inclusivos, como o STEAM, por serem estimulantes para ambos, professor e aluno.

Todavia, há que se ter cuidado, pois a construção, ou a implementação, de novos modelos de aprendizagem precisam de estudos prévios, principalmente sobre a ótica dos alunos sobre o rompimento com métodos mais tradicionais, o que pode gerar insegurança, pois exige a reforma do pensamento e, conseqüente, mudança de comportamento, principalmente quando pensamos em inclusão das pessoas diferentes nesse processo. Contudo, é preciso atentar para o que Ball (2002) nos diz sobre a reforma da educação, a qual passa não apenas pela reformulação técnica, metodológica e estrutural dos espaços de aprendizagem, mas também pela “reforma do professor e do que significa ser professor”.

### II.1 Empreender para aprender

Embora a Tecnologia e os métodos de aprendizagem ativa venham ganhando cada vez mais espaço, boa parte das instituições de ensino público ainda se mantêm alheia aos processos de inovação. Para alcançarmos a Educação que desejamos é necessária a adoção de um modelo de formação que ofereça aos alunos a possibilidade de aprenderem de forma efetiva e mais prazerosa. E para tanto, temos acompanhado alguns modelos de disrupção, melhor dizendo, modelos de inovação disruptiva, que nos permitem empreender na aprendizagem de nossos alunos, apresentem esses alguma(s) deficiência(s) física, sensorial ou intelectual, ou não. O acesso à Educação precisa ser dado a todos e todas que desejem aprender, esse é um dos direitos básicos da nossa espécie humana (Hardoim, 2017).

A ousadia e a criatividade devem fazer parte do dia-a-dia do educador e do(a)s aluno(a)s, que terão que promover a ruptura no modelo tradicional de ensinar e aprender ante novos paradigmas educacionais, visando o desenvolvimento de competências e das qualidades individuais necessárias para enfrentar os desafios na sociedade do conhecimento. A qual, aos pouco se vê impelida para a Era da Sabedoria, onde o desenvolvimento de características como a curiosidade, a iniciativa, a capacidade de resolução de problemas, a persistência, a criatividade, a adaptabilidade, o pensamento crítico, a liderança, a comunicação e o relacionamento, e, sobretudo, a forte tendência da cultura Maker, requerem uma nova pedagogia, com metodologias alternativas inovadoras e “baseada em competências cognitivas, pessoais e sociais, que não se adquirem da forma convencional e que exigem proatividade, colaboração, personalização e visão empreendedora” (Morin, 2015).

É bem verdade que o ideal seria auxiliar os alunos a desenvolverem todas as inteligências, que nos traz Gardner (2011), de forma individualizada. Porém, como o próprio autor nos diz, em Teorias das Inteligências Múltiplas, não necessariamente as pessoas possuem todos os tipos de inteligência descritas por ele, e portanto, também o método STEAM não se obriga a trabalhar todos os saberes nele contido.

## II.2 Aprendizagem ativa

Os Métodos de Aprendizagem Ativa têm sido bastante discutidos por diferentes autores (Bordenave e Pereira, 2000; Moran, 2015, entre outros) numa tentativa de trazer propostas que coloquem o aluno de maneira ativa no processo de aprendizagem, seja os desafiando a resolverem problemas reais, impelindo-os para a investigação, ativando suas inteligências, desenvolvendo reflexões críticas por meio de projetos problematizadores. Esse protagonismo do estudante muda o papel de ser pelo professor, que passa a promover e mediar as discussões em grupo, a motivar para as atividades, orientar os estudantes a pensarem e analisarem criticamente sobre os problemas a serem resolvidos. Segura e Kalhil (2015) nos dizem que as estratégias pedagógicas empregadas no cotidiano escolar devem considerar “que os aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais fazem parte do desenvolvimento cognitivo do estudante.”

É importante que o professor conheça seus alunos para ser capaz de estimulá-los e desafia-los. Saber como conduzir as aulas não é uma tarefa fácil; é necessário ter um olhar para o aluno -um ser humano com desejos e limitações, e não somente para o conteúdo. Ensinar é respeitar a condição de cada um, incluir seus alunos empregando estratégias diversas que atendam aos diferentes limites, mas também potenciais, fazer do paradigma da inclusão um ensino ativo numa escola ativa. E nos perguntamos, onde/como fica o professor nesse contexto?

## II.3 Professores ativos na arte de ensinar

O ato de ensinar precisa ser visto como uma arte, que por meio da nossa ação docente, observamos, criamos e recriamos para as diversidades presentes em nossa sala de aula. Seria tão louco em um mundo com bilhões de cabeças raciocinando, querermos que nossos alunos sejam homogêneos e que pensem de um único jeito. Às vezes, é difícil acreditar que ainda haja docentes que não conseguem perceber as diversas estratégias pedagógicas que são possíveis para desenvolver um mesmo conteúdo, mas também que contribua para a formação integral dos alunos.

A aprendizagem ativa corrobora muito no processo de inclusão educacional, pois as diferenças existentes na sala de aula nos impelem a refletir sobre diversas formas de ativarmos as diferentes inteligências presentes nesse espaço. Se trouxermos a Teoria das Inteligências Múltiplas (Gardner, 2011) como embasamento epistemológico-teórico e metodológico, veremos que as pessoas possuem diferentes habilidades; uns são bons em algumas delas, outros apresentam habilidades diversas. Ninguém é perfeito em tudo todo o tempo. E, nesse contexto, nos perguntamos, se o ser humano possui tantos sentidos, por que muitos de nós docentes ainda desenvolvemos atividades pedagógicas que utilizam apenas a visão e a audição dos alunos? Cada um de nós aprende de uma forma diferente dos demais (Deleuze, 2003).

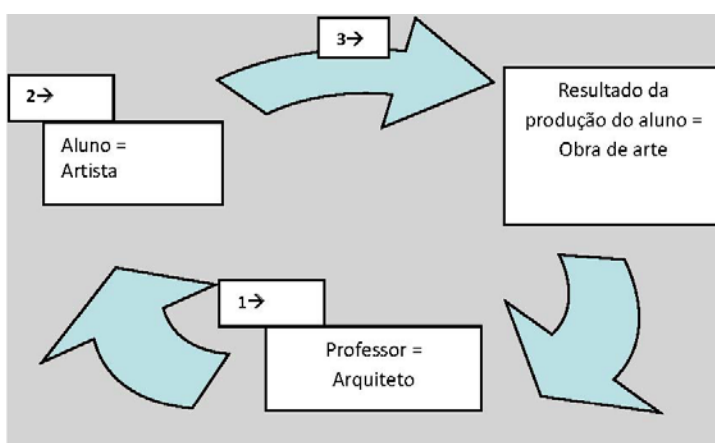
O objetivo da educação, portanto, só pode ser o de desenvolver, juntamente com a singularidade, a consciência social ou reciprocidade do indivíduo. Como resultado das infinitas permutações da hereditariedade, o indivíduo será inevitavelmente o único, essa singularidade por ser algo que ninguém mais possui, será de valor para comunidade. Ela pode ser uma maneira única de ver, pensar, inventar, expressar a mente ou a emoção. E neste caso, a individualidade de um homem pode constituir um incalculável benefício para toda a humanidade. Mas a singularidade não tem nenhum prático quando isolada. Uma das mais acertadas lições da moderna psicologia e das recentes experiências históricas é que a educação deve ser um processo não apenas da individualização, mas também de integração, que é a reconciliação entre a singularidade individual e a unidade social. (Read *et al.*, 1982 p 6).

De acordo com Freire (2008), a inclusão é um movimento educacional, mas também social e político, que defende o direito de todos os indivíduos participarem, de uma forma consciente e responsável, na sociedade de que fazem parte, e de serem aceitos e respeitados naquilo que os diferencia dos outros. A diversidade precisa de professores que os conduzam a criar e resignificar o ensino, dando sentido à função de ser professor. Uma das inteligências propostas por Gardner é a interpessoal, que está relacionada à capacidade de entender as pessoas, como funcionam suas motivações, usam a alteridade, se colocando no lugar do outro.

Para entendermos a concepção de arte, utilizaremos as definições de Read *et al.* (1982), que vem corroborar com as ideias deste artigo.

“A arte é uma daquelas coisas que como o ar ou o solo, está em todo o lado a nossa volta, mas acerca da qual raramente nos detemos a pensar. Porque a arte não é apenas algo que se encontra nos museus ou galerias de arte. A arte como quer que a definamos, está presente em tudo o que fazemos para agradar nossos sentidos. Os nossos órgãos físicos de percepção e quando perguntamos o que é a arte, estamos na realidade a perguntar qual a qualidade ou peculiaridade numa obra de arte que atrai os nossos sentidos” (Read, 1982, p. 28).

A escola precisa ser um espaço libertador, que dê autonomia ao professor para conduzir o ambiente de ensino, onde os alunos possam explorar, desenvolver a sua criatividade, questionar e buscar respostas, propor e resolver problemas. A Figura 1 traz metáforas que retratam um pouco a importância de uma sala de aula onde é possível aproximar a Ciência e as diferentes obras de arte e se reconhece os sujeitos que ali atuam.



**FIGURA 1.** A arte em uma sala de aula.

Fonte: Hardoim, T. (2018).

- O professor = Arquiteto,  
É uma metáfora cujo significado é aquele que idealiza e planeja suas obras/ aulas com o objetivo de reconhecer, e explorar o potencial de seus artistas/alunos, e reconhecer dons que muitos, talvez, ainda não identificaram, e não se dão conta das obras que são capazes de produzir.
- Aluno = Artista,  
Trata-se de uma analogia em que o significado de ser um sujeito autônomo, é daquele que é capaz de criar e mostrar em suas obras de arte/produções, habilidades próprias em se expressar.
- Resultado da produção do aluno = Obra de arte  
Tem significado de algo, grande, no sentido de primoroso, uma questão estética ou comunicativa, mostrando uma linguagem influenciada por uma história e uma cultura deste ser criador, o artista/aluno.
- Sala de aula = Espaço artístico: tem o significado de um local de criação, onde é estimulada a criatividade e autonomia do artista/aluno, permitindo-lhe explorar os seus conhecimentos, sentidos e sentimentos. (Hardoim, 2018).

Ludwig Wittgenstein, 1968, em sua obra *Tractatus*, nos trouxe a filosofia da linguagem, e refere que os limites desta última espelham os limites do nosso próprio mundo, pois ela descreve os fatos, e nos permite compreender sua realidade. É preciso conhecer seu modo específico de percepção, como são construídos os sentidos, como aprimorar o olhar, ouvidos e corpo para sua percepção (Barbosa, 2007). Enfim, a arte, seja na forma que for -de artes visuais, como

a pintura, a poesia, a música, o teatro e a dança, além da criatividade e da estética do conhecimento, traz diversão e bem-estar. A arte faz bem à alma do ser humano.

Diante das justificativas expostas, neste artigo, para fins de reflexão sobre alguns aspectos biológicos que podem ser trabalhados interdisciplinarmente e de forma ativa, consideraremos apenas o método que emprega os saberes STEAM.

### **III. STEAM- SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ART AND MATHEMATIC**

O STEAM pode ser considerado como um paradigma metodológico recente, que faz encontrar/integrar diferentes saberes que contribuem para a Educação Científica. Trata-se de um método cuja característica interdisciplinar vem ganhando destaque nas discussões acadêmicas, uma vez que há uma crescente necessidade de articular os diferentes conhecimentos das disciplinas na formação dos futuros docentes. A busca pelo saber interdisciplinar decorre da necessidade que temos de entender e explicar os fenômenos sociais e naturais do/no mundo. Para tanto, precisamos superar o conhecimento fragmentado, setorizado, oportunizando uma interação mais produtiva entre os especialistas de diferentes campos do saber. Wittgenstein (1968) diz que “os limites de nossa linguagem denotam os limites de nosso mundo”.

#### **III.1 Empregando o STEAM no Ensino de Biologia ou Ciências Naturais**

Esse método de aprendizagem ativa se apresenta como alternativa adequada para o ensino de Biologia e de Ciências Naturais, que têm a compreensão da vida como base de estudo. A Biologia ou Ciências Naturais têm sido consideradas pelos estudantes da Educação Básica como disciplinas difíceis, por serem trabalhadas em sala de aula muito centradas em conceitos e termos técnicos, gerando pouco aprendizado significativo por oportunizarem poucas situações de reflexão sócio-históricas e científicas.

Ao buscarmos métodos mais ativos, problematizadores, possibilitamos aos estudantes uma visão sócio-crítica e motivadora da aprendizagem. Há estudos que relacionam a emoção com a aprendizagem. Assim, quando encantamos os alunos e lhe oportunizamos dar significado ao conhecimento, os resultados mostram que a aprendizagem é favorecida. Para a interpretação da natureza não bastam apenas conceitos biológicos; os fenômenos naturais nos remetem, também, a outras linguagens, como a matemática, inspiram e/ou explicam obras de arte, sendo, algumas vezes, necessário empregar tecnologia para uma melhor compreensão, ou detalhamento, do organismo em estudo, de forma a educar cientificamente nossos alunos.

Muito do conhecimento biológico emerge da contextualização, organização e ressignificação do conhecimento histórico científico. O método STEAM, nesse contexto, pode contribuir para modificar a visão compartimentada como essa Ciência pode ser conduzida. A construção de um conhecimento interdisciplinar, entre outros processos sociais, é de fundamental importância na análise e resolução dos problemas sócio histórico e ambientais, considerando que sua característica básica é dada pela "intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas no interior de um mesmo projeto[...]" (Japiassu, 1976, p.74).

Barbosa (2007) nos chama a atenção para o que limita a nossa visão, pois vemos o que compreendemos, o que tem significado para nós. “O olhar de cada indivíduo está impregnado de experiência e vivências anteriores que lhes são significativas”.

Apesar de ser recente a experiência dos autores deste artigo integrando pedagogicamente os saberes dos campos que compõem o método STEAM para promover a formação inicial e continuada de professores de Ciências e de Biologia, o resultado tem sido positivo, revelado pelo envolvimento da maioria dos acadêmicos nas aulas inovadoras.

Temos empregado o STEAM no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas nos últimos três semestres, durante os quais, acadêmicos que cursaram “Instrumentação para o Ensino de Biologia II”, ao fazerem uso da tecnologia digital e da cultura Maker, produziram modelos icônicos, microcosmos, vídeos, games, QR Codes (Códigos de Barra de Resposta Rápida), que remete o usuário para ambiente virtual com informações sobre as espécies

biológicas observadas, como a fauna de vertebrados do Zoológico e de espécies vegetais encontradas no Jardim Sensorial, ambos do campus de Cuiabá, UFMT. Os acadêmicos mostram interesse pela atividade pelo o método empregado, aceitando um desafio que nos ajudou a de fato nos interessarmos e buscarmos o conhecimento para criarmos um produto educacional de qualidade.

Com o método STEAM os estudantes trabalham de forma integrada, utilizando a interdisciplinaridade para construção do conhecimento de forma ativa, isso pode ser visto no projeto desenvolvido com animais do zoológico da UFMT realizado pelos discentes da já citada disciplina, onde os estudantes tiveram que produzir um QR Code e fichas técnicas das espécies observadas, por meio de um tutorial produzido por especialista da área utilizando conhecimentos biológicos, geográficos e tecnológicos. Isso nos permitiu, docentes e discentes da disciplina, a construção de um saber por meio da investigação, para produzir um produto que poderá ser utilizado por professores que desejem usar espaços extraescolares, como uma aula no zoológico, ou para demais visitantes visando a aquisição de conhecimento sobre as espécies ali encontradas. Esse foi, ao nosso ver um projeto com resultados muito positivos, com troca de saberes.

Corroborando com Vygotsky (2003), “o saber que não vem da experiência não é realmente saber”.

Especialistas nos grupos biológicos contribuem, fazendo a revisão do texto contendo distribuição geográfica, aspectos taxonômicos, tipo de alimentação e reprodução, longevidade e curiosidades. Há uma preocupação dos acadêmicos com a estética final do material por eles produzido, que os remete para estudo da arte final a ser empregada. Arte é importante apoio da aprendizagem e memorização dos conteúdos de outras disciplinas.

A Biologia e a arte compõem dois campos distintos, porém com pontos de contato: o corpo humano, a organicidade, a natureza, a criatividade presente, tanto no campo artístico quanto no campo científico! “Artistas e cientistas percebem o mundo da mesma forma, apenas representam-no com linguagens diferentes” (Reis *et al.*, 2006).

Por meio da arte, é possível desenvolver a criatividade, percepção estética e artística, imaginação, senso crítico, apreensão da realidade.

Conhecimentos matemáticos e de engenharia advêm de discussões sobre os recintos dos animais como, por exemplo, o cálculo do tamanho mínimo do recinto relacionado com o comportamento e requerimentos do animal no ambiente natural (ex. espaço necessário para uma onça se deslocar, caçar, reproduzir, etc), a adequação do espaço para sua proteção e segurança dos visitantes, o controle de ração e água por meio de automação são possibilidade de trabalho interdisciplinar com a Biologia. As Ciências de Engenharia têm contribuído significativamente com tecnologias para a efetivação de projetos de conservação e de necessidades ambientais. É notável o aporte desta área na elaboração de automação de equipamentos que facilitam e dão maior confiabilidade ao sistema artificial. Vale ressaltar o papel da engenharia nesse processo, pois atua como o intitolou, tecido conjuntivo, que conecta as demais estruturas.

No Jardim Sensorial (JS), discute-se a influência da insolação e do sombreamento das/sobre as espécies.

Animais invertebrados encontrados no JS e o seu papel no ambiente natural também têm sido estudados, como o principal efeito dos diplópodes e de formigas naquele ecossistema, que se dá por sua atividade fragmentadora das folhas, que estimula a atividade microbiana e influencia indiretamente o fluxo de nutrientes (Anderson *et al.*, 1988).

Para a discussão sobre a necessidade de adubo do solo dos vasos, sua qualidade e quantidade - um minhocário foi desenvolvido para a produção de húmus, mas também como um recurso pedagógico para o ensino do filo Annelida, subclasse Oligochaeta, que apresenta importância econômica e ecológica e envolve conceitos físicos e químicos (Ferreira e Barbosa, 2015). A construção de um minhocário demanda conhecimentos biológicos e de estrutura material (tipo e volume de solo, constituição e grau de transparência do recipiente, etc). O minhocário, ou terrário, é um recurso pedagógico que possibilita a interdisciplinaridade nas aulas, que integra o ensino de matemática e zoologia de invertebrados por meio da observação da reprodução e do tamanho populacional das espécies dos indivíduos ali observados (Ferreira e Barbosa, 2015).

Contribuindo para o desenvolvimento de um microcosmo de qualidade, é possível controlar e monitorar variáveis ambientais abióticas com o uso de bio-sensores, por meio de placas de prototipagem eletrônica, que têm como objetivo integrar o hardware via software, ou seja, empregando uma linguagem de programação, buscar manter a qualidade ambiental do minhocário, mantendo-a constante ou mutável, de acordo com a definição do usuário.

Outro projeto em desenvolvimento pelos acadêmicos é o estudo de uma composteira. Um guia sensorial está sendo produzido e nele são abordados conceitos microbianos e técnicas para a construção desse sistema de ciclagem da matéria orgânica, com texto em português e braille.

Entre os membros do Projeto de extensão desenvolvido no JS estão três Pessoas com Deficiência (PcD): uma acadêmica surda, um mestrando cego e uma mestranda com problemas de locomoção. Com eles são discutidos aspectos de acessibilidade, produzido e testado material em Língua Brasileira de Sinais e áudio, de forma a garantir o acesso às informações contidas nas fichas cujo link é feito por meio do QR Code, uma ferramenta encontrada em alguns museus e zoológicos para acesso dos visitantes às informações de forma prática e moderna, proporcionando uma educação científica. Segundo Silva *et. al.* (2017), as disciplinas no contexto do STEAM são trabalhadas de forma a permitir ao estudante o desenvolvimento de habilidades e saberes por meio da integralização, para a construção de uma aprendizagem significativa, dando ênfase ao trabalho colaborativo. O método também incentiva o desenvolvimento de um pensamento crítico, e dota os estudantes de uma melhor capacidade para enfrentar a complexidade do mundo.

[...] a educação STEAM tem a ver com envolver os alunos em um contexto de aprendizagem multi e interdisciplinar que valoriza as humanidades e as atividades artísticas, enquanto rompe barreiras que tradicionalmente têm existido entre diferentes aulas e disciplinas (Johnson *et al.*, 2015, p.18).

É necessária uma sincronia entre o processo de ensino-aprendizagem e as tecnologias, pois proporcionam uma integração dos saberes que se complementam, principalmente em um mundo globalizado e interligado, que traz novas informações quase que a cada fração de segundo. A escola atual precisa de educadores que proporcionem o desenvolvimento integral do indivíduo sem preconceitos e exclusão, oferecendo diversas alternativas de atendimento em diferentes ambientes. E com estratégias que incluam todos os presentes na sala de aula.

## REFERENCIAS

Ball, S. J. (2002). Reformar escolas/reformar professores e os terrores da performatividade. *Rev. Portuguesa de Educação*, 15, (2). 3-23.

Barbosa, A. M.. (2007). *Inquietações e mudanças no ensino da arte*. São Paulo: Cortez. Disponível em: <http://profleandrolopes.blogspot.com/2010/03/barbosa-ana-mae-inquietacoes-e-mudancas.html>. Acesso em: 18 outubro 18.

Bordenave, J., Diaz, Pereira, A. (2000). *Estratégia de ensino-aprendizagem*. Petrópolis: Vozes. 21ª ed.

Deleuze, G. (2003). *Proust e os signos*. Rio de Janeiro: Forense Universitária. 2ª ed.

Freire, S. (2008). Um olhar sobre a inclusão. *Revista de Educação*, 5-20.

Gardner. H. (2011). *De las inteligencias múltiples a la educación personalizada*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DUJL1V0ki38>. Acesso em: 12 set. 2018.

Hardoim, E. L., Pedrotti-Mansilla, D. E., Hardoim, T. F. L., Gomes, G. R. das N. S. (2017). Refletindo sobre o ensino de ciências naturais à luz da educação inclusiva. *Lat. Am. J. Sci. Educ.* 4, 22037.

Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., Freeman, A., Moran, J. (2015). Mudando a Educação com Metodologias Ativas. Em: C. A. de Souza e O. E. Torres M. (Orgs.) *Convergências midiáticas, educação e cidadania: Aproximações jovens*. Vol. II. PG: Foca Foto-PROEX/UEPG/Coleção Mídias Contemporâneas.



Morin, E. (2003). *A cabeça bem feita: Repensar a reforma, reformar o pensamento*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 8ª ed.

Morin, E. *Introdução ao pensamento complexo*. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 2007.

Read, H. E., Rabaça, A. Ma., Teixeira, L. F. S. (1982). *A educação pela arte*. Lisboa: Edições 70.

Reis, J. C., Guerra, A., Braga, M. (2006). Ciência e arte: Relações improváveis? *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 13, 71-87.

Segura, E., Kalhil, J. B. (2015) A metodologia ativa como proposta para o ensino de ciências. *Revista REAMEC*, 3, 87-98.

Silva R. (2018). A arte em ensinar: A beleza da docência em sentir e criar. Cuiabá, MT: Inst Linguagem/UFMT-TC Letras/Libras. pp. 8-9.

Silva, W. A. da, Kalhil, J. B. (2017). Nativos, imigrantes e excluídos digitais: A percepção dos professores dos cursos de ciências de uma universidade pública do estado de Roraima/Brasil sobre a utilização das tecnologias digitais no processo ensino-aprendizagem. *Lat. Am. J. Sci. Educ.*, 4, 22008.

Wittgenstein, L. (1968). *Tractatus logico-philosophicus*. São Paulo: Companhia Editor Nacional-Editora da Universidade de São Paulo.