



## Ensino & Pesquisa

Ensino & Pesquisa magazine is an interdisciplinary journal of the State University of Paraná (UNESPAR), Center for Humanities and Education. Its objective is to publish scientific articles focused on undergraduate and teacher education. Quadrennial Classification 2013-2016 - Teaching B1. (Preprints Policy-AUTHOREA Platform) ISSN: 2359-4381

<https://doi.org/10.33871/23594381.2020.18.3.150-163>

### **Construção de modelos didáticos em 3D: Um relato de experiência junto a alunos do Ensino Médio**

**Vanina Roncaglio**, Mestranda do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná (UNICENTRO), [profvanina@gmail.com](mailto:profvanina@gmail.com)

**Ana Lucia Crisostimo**, Doutora em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Pós-Doutora pelo Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da UTFPR, Campus Ponta Grossa-PR, Professora Associada da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Docente e coordenadora Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (UNICENTRO), [anacrisostimo@hotmail.com](mailto:anacrisostimo@hotmail.com)

**Carlos Eduardo Bittencourt Stange**, Professor no Curso de Ciências Biológicas, UNICENTRO. Doutorado em Educação: Metodologia de Ensino em Ciências (Universidade de Burgos - UBU, Espanha), Doutor em Educação: Políticas e Gestão (Universidade Estadual de Maringá - UEM), [profstange@gmail.com](mailto:profstange@gmail.com)

**Resumo:** Este artigo visa relatar e analisar uma experiência de ensino vivenciada junto ao Projeto Extracurricular “A construção de modelos didáticos na impressora 3D: uma ferramenta didática para o ensino de Ciências Naturais”, desenvolvido em um colégio da rede estadual de ensino, com alunos do Ensino Médio, em 2019, em Guarapuava, Pr. Na abordagem tradicional, estes conteúdos, como a célula, molécula e átomos, são representados em imagens em 2D, mesmo quando se trata de uma visualização histológica no Microscópio. A possibilidade do aluno visualizar e manusear uma representação atômica, por exemplo, em 3D, gera compreensão maior do conhecimento. Assim o aluno relaciona esses conteúdos com seu conhecimento prévio, produzindo aprendizagem significativa. Esses modelos não se limitam ao ensino de Ciências Naturais, se expandindo para outras disciplinas como matemática e geografia bem como auxiliar na inclusão de alunos com necessidades especiais. Mas para a construção acontecer, os alunos precisam aprender a modelar a estrutura digitalmente, em softwares específicos. Sendo assim foi realizado um projeto com alunos da 1º série do Ensino Médio com o objetivo de construir modelos em três dimensões das estruturas embrionárias por meio de uma impressora 3D e softwares online de modelagem tridimensional e apresentar na I Jornada de Inovação e Múltiplos Conhecimentos – EDUCATECH, promovida pelo Núcleo Regional de Educação de Guarapuava - PR. Com esse projeto os alunos promoveram aprendizagem significativa em embriologia, deram início a alfabetização digital, produzindo materiais didáticos não consumíveis por meio de atividades pedagógicas usando tecnologias educacionais para a modelagem em 3D.

**Palavras-chave:** Modelos didáticos. Impressora 3D. Aprendizagem significativa.

**Abstract:** This article aims to report and analyze a teaching experience lived together with the Extracurricular Project "The construction of didactic models in the 3D printer: a didactic tool for the teaching of Natural Sciences", developed in a school of the state education network, with students of the Teaching Medium, in 2019, in Guarapuava, Pr. In the traditional approach, these contents, such as the cell, molecule and atoms, are represented in 2D images, even when it comes to a histological visualization in the Microscope. The possibility for the student to view and handle an atomic representation, for example, in 3D,

generates a greater understanding of knowledge. Thus, the student relates these contents with his previous knowledge, producing meaningful learning. These models are not limited to the teaching of Natural Sciences, expanding to other disciplines such as mathematics and geography as well as helping to include students with special needs. But for the construction to happen, students need to learn to model the structure digitally, using specific software. Therefore, a project was carried out with students from the 1st grade of High School with the objective of building models in three dimensions of embryonic structures using a 3D printer and online software for three-dimensional modeling and presenting at the I Journey of Innovation and Multiple Knowledge - EDUCATECH, promoted by the Regional Education Center of Guarapuava - PR. With this project, students promoted significant learning in embryology, started digital literacy, producing non-consumable didactic materials through educational activities using educational technologies for 3D modeling.

**Keywords:** Midactis models. 3D printes. Meaningfull learning.

---

**Submissão:** 2020-10-07. **Aprovação:** 2020-11-24. **Publicação:**2020-11-27.

---

## **Introdução**

O ensino de Ciências Naturais, na educação básica, comumente é centrado em aulas teóricas e monológicas (FINKEL, 2008; MOREIRA, 2010), de maneira fragmentada. O conhecimento é “depositado” no aluno de forma memorística, com pouca relação com sua realidade ou conhecimentos prévios (MOREIRA, 2010). Essa abordagem não é o suficiente para despertar o interesse crítico que propicie condições para que os alunos, considerando Bachelard e a Formação do Espírito Científico (1996) e a Racionalidade em Toulmin (1977), formulem perguntas pertinentes e aplicáveis em relação aos conhecimentos na área científica.

Uma das dificuldades que o professor enfrenta para a ancoragem do conhecimento é a dificuldade que os alunos apresentam em formar modelos mentais (JOHNSON-LAIRD, 1983 apud MOREIRA, 2005) funcionais em relação ao conteúdo ministrado. Numa definição bem simples, um modelo mental é um modelo que existe na mente de alguém (BORGES, 1998, p. 09). Os modelos mentais estão relacionados à própria capacidade de compreensão do sujeito. “Nossa habilidade em dar explicações está intimamente relacionada com nossa compreensão daquilo que é explicado, e para compreender qualquer fenômeno ou estado de coisas, precisamos ter um modelo funcional dele” (BORGES, 1998, p. 11).

Particularmente, no ensino de Ciências Naturais existem muitos conceitos que são apresentados aos alunos de forma abstrata como a estrutura de átomos e moléculas, organelas citoplasmáticas, estruturas embrionárias e muitos outros. Os alunos apresentam

dificuldades em compreender esses conceitos e criar mentalmente imagens tridimensionais. Essa dificuldade se acentua devido à predominância de recursos didáticos pouco interativos baseados apenas no livro didático e em ilustrações bidimensionais.

Essa metodologia, nos dias atuais, é defasada. Os alunos se encontram em uma era de tecnologias educacionais farta e promissora. Por essa razão, tentar estimular a curiosidade dos educandos em uma aula expositiva, com figuras e o livro didático não gera muitos interesse e curiosidade no sentido da percepção enquanto função cognitiva de um conceito (GRECA; MOREIRA, 2003, p.5-6) requisitos básicos para o processo ensino-aprendizagem.

Araújo, Santana e Ribeiro (2009, p. 2), destacam que o processo de ensino deve ser considerado um instrumento facilitador garantindo o aprendizado por parte dos alunos. Já o processo de aprendizagem é uma resposta do indivíduo quando estimulado diante de uma situação-problema, considerando-se os conhecimentos prévios do aluno. Para Delizoicov *et al.* (2002) e Stange *et al.* (2015, p 15-23), o aluno é o sujeito de sua aprendizagem. Partindo dessa perspectiva, o papel do professor vai além de ministrar conteúdos, devendo ser um facilitador da aprendizagem, estando apto a superar as diferenças em sala de aula, “[...] o desafio de hoje é o de formar professor atuante para esta sociedade que aí está. A escola e os alunos que temos refletem a comunidade a que ela atende” (VIANNA, 2009, p. 25). Nesse âmbito a intenção é oportunizar uma aprendizagem significativa, onde o aluno é quem realiza a ação dentro da aquisição do seu conhecimento, e não um sujeito passivo, que sofre a ação.

Diante deste cenário surgiu a necessidade de encontrar uma metodologia que estimulasse o aluno do século XXI e assim produzir uma aprendizagem significativa dentro de Ciências Naturais com a efetiva criação de modelos mentais funcionais. As tecnologias virtuais constituem ferramentas didáticas importantes neste contexto sendo a confecção e impressão de modelos em 3D uma alternativa metodológica. Essa técnica, recentemente introduzida em algumas escolas brasileiras, consiste na construção de objetos sólidos, camada por camada, a partir de um arquivo digital com a imagem 3D do objeto. A mesma tem inúmeras aplicações no cotidiano escolar e surge como uma solução para a visualização das estruturas até então abstratas para o aluno.

Para contribuir com as discussões teóricas e empíricas relacionadas à alternativa metodológica mencionada, este artigo tem como objetivo relatar e analisar uma experiência

de ensino vivenciada junto ao Projeto Extracurricular “A construção de modelos didáticos na impressora 3D: uma ferramenta didática para o ensino de Ciências Naturais”, desenvolvido no Colégio Estadual Dom Pedro I, com alunos da 1ª série do Ensino Médio, em 2019, em Guarapuava, Paraná. Esse projeto teve como enfoque buscar alternativas pedagógicas para a compreensão de conceitos abstratos dentro das Ciências Naturais por meio da impressão em 3D, produzindo modelos pedagógicos não consumíveis e estimulando a alfabetização científica e digital do aluno.

### *Importância do ensino de ciências naturais*

Para Martins e Paixão (2011, apud VIECHENESKI; CARLETTO, 2013, p. 214) a sociedade vivencia a presença das tecnologias em seu cotidiano e as modificações da vida pessoal, social, profissional, geradas a partir dos avanços do conhecimento científico e tecnológico. Sendo assim, tornou-se necessário a democratização do acesso aos conhecimentos para que os sujeitos possam compreender melhor o mundo, realizar escolhas conscientes sendo cidadãos responsáveis na dinâmica social crescente vinculada aos avanços científicos e tecnológicos (AULER; DELIZOICOV, 2001, p. 123).

O ensino de ciências assume, assim, um papel muito importante. Desenvolve a cidadania, estimula o interesse na área ampliando a possibilidade de o país contar com profissionais capazes de produzir conhecimentos científicos e tecnológicos, que poderão contribuir para o desenvolvimento econômico e social da nação (UNESCO, 2005, p. 2).

O ensino de ciências contribui não apenas para ampliar o repertório de conhecimentos das crianças, mas auxilia a desenvolverem habilidades e valores que lhes possibilitam continuar aprendendo, atingindo patamares mais elevados de cognição (LIMA; MAUÉS, 2006, p. 190). Sendo assim o ensino de ciências prepara o indivíduo para uma atitude positiva em relação às mudanças e levando-o a refletir e agir a favor da vida, valorizando o ambiente que o cerca. Como afirma Moreira (2000, p.4) o ensino enquanto “uma postura crítica, como estratégia de sobrevivência na sociedade contemporânea”.

### *O uso da impressora 3D como ferramenta didática no ensino de ciências naturais*

A sociedade se encontra na era da informação, a tecnologia representa o modo de vida da sociedade atual. Os conhecimentos tecnológicos, científicos e informacionais deram suporte à vida no meio urbano. A cibernética, automação, engenharia genética, computação eletrônica são alguns dos ícones da sociedade tecnológica que nos envolve diariamente (SILVEIRA; BAZZO, 2009, p. 684).

Segundo Ponte (2000, p. 64), as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) tornaram-se uma força determinante do processo de mudança social na nossa sociedade da informação. Ponte (2000, p. 66), destaca que todas essas mudanças vão implicando na necessidade de formação cada vez mais frequente, obrigando a mudanças na própria atividade profissional. A tecnologia de impressão 3D é emergente e traz mudanças à sociedade em todos os âmbitos, como na medicina para reconstruir partes do corpo humano, na arquitetura para construir maquetes e na prototipagem rápida para a engenharia e *design* de produtos. Essa tecnologia se estende também à educação, porém a bibliografia sobre esse tema não é ampla.

No ensino de Ciências Naturais, o uso de experimentação é pertinente para dar significado ao aprendizado dos conteúdos. Segundo Freitas (2007, apud AGUIAR, 2016, p. 35), nas grades curriculares de vários cursos de licenciatura no Brasil há disciplinas específicas para esse tema, com o objetivo de ensinar futuros professores a desenvolverem a experimentação e instrumentação na escola. A tecnologia de impressão 3D vem ao encontro dessa prática pedagógica, uma vez que possibilita a visualização de conceitos. Os modelos físicos no ensino também possibilitam que estudantes cegos ou com baixa visão adquiram conceitos espaciais por meio da manipulação desses objetos.

Os professores, em geral, concordam que a melhoria do ensino passa pelas atividades práticas, porém raramente elas são realizadas. Borges (2002, p. 294), descreve alguns desses motivos, tais como: não existirem atividades já preparadas para o uso do professor; falta de recursos para materiais; laboratório fechado e sem manutenção. A fim de superar o problema, professores improvisam aulas práticas e demonstrações com materiais do dia a dia. Ainda segundo Lipson (2007, apud SOUTO; SOUZA; GIL, 2019, p. 9), para trabalhar as atividades práticas nas universidades, constantemente são encontrados modelos físicos para o ensino de conteúdo como a cinemática e a dinâmica. No ensino de química os modelos de moléculas usando bolas de isopor e palitos são constantemente utilizados. Entretanto, o autor alega que esses modelos vão ficando velhos e subutilizados,

sendo substituídos pelas simulações virtuais. Os modelos físicos raramente são feitos ou utilizados fora de um instituto educacional devido aos custos envolvidos na produção, manutenção e distribuição.

Por essas dificuldades, esse mesmo autor afirma que a tecnologia de impressão 3D tem potencial para reverter esta tendência e colher os benefícios dos modelos físicos para as atividades práticas enquanto elimina muitas das dificuldades logísticas já citadas. As impressoras 3D possibilitam a fabricação de objetos tridimensionais com detalhes complexos de maneira mais simples e rápida, sem fazer uso de inúmeras ferramentas ou recursos. Por essas características, a impressão 3D possibilita que os educadores facilmente consigam criar e produzir seus modelos físicos.

O uso da impressão 3D na educação vai além da simples construção de objetos para visualização. Kostakis, Niaros e Giotitsas (2014, apud AGUIAR, 2016, p. 45), baseando-se na teoria de ensino-aprendizagem do Construcionismo, desenvolvida por Seymour Papert, analisaram qual poderia ser o papel desempenhado pelo *design* e pela impressão 3D, juntamente as outras tecnologias, no desenvolvimento e implementação de novas ideias educacionais e como podem servir como um meio de aprendizagem e comunicação. A teoria do construcionismo enfatiza que a construção dos artefatos envolve conhecimento para ser realizada, produzindo aprendizagem significativa pois, o conhecimento não é visto como uma mercadoria a ser transmitida, mas sim como uma experiência pessoal que deve ser construída e o estudante deve estar intelectualmente e emocionalmente envolvido, pessoalmente comprometido.

Segundo Aguiar (2016, p. 47), a impressão 3D, usada como ferramenta de aprendizagem, ajuda o aluno a pensar diferente, ver o mundo de outra maneira. Ajuda a formar ambientes que dão o estímulo adequado a estudantes que se apresentam indiferentes na escola, pois possibilita maior autonomia no aprendizado, valorizando seus conhecimentos prévios. Contudo, primeiro é necessário a familiarização dos professores com a impressão 3D e, também, com a construção dos modelos em softwares específicos para esse fim, enquanto necessidades formativas do professor de Ciências (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2000, p.14-61). Os professores devem ter cuidados extras com a explicação de conceitos e princípios, e, a partir desse ponto, os estudantes poderão prosseguir por “conta própria”, construindo seu conhecimento de maneira significativa.

## *Metodologia*

O projeto extracurricular “A construção de modelos didáticos na impressora 3D: uma ferramenta didática para o ensino de Ciências Naturais” nasceu a partir de um convite para participar da I Jornada de Inovação e Múltiplos Conhecimentos – EDUCATECH, promovida pelo Núcleo Regional de Educação de Guarapuava-PR, no ano de 2019. Os dados coletados e ora analisados durante a implementação das atividades desenvolvidas no referido projeto estão vinculados à Pesquisa de mestrado intitulada “A construção de modelos didáticos na impressora 3d: uma abordagem significativa para o ensino de embriologia”, submetido ao comitê de ética e aprovado conforme o parecer 3.455.411, de 15 de julho de 2019.

O projeto foi desenvolvido com os alunos da 1º série C, período noturno, do Ensino Médio de um colégio da rede estadual de ensino, nas aulas de biologia. A metodologia de pesquisa adotada foi a de pesquisa-ação, que consiste em uma forma de pesquisa coletiva auto reflexiva “empreendida por participantes de situações sociais para melhorar a produtividade, racionalidade e justiça das próprias práticas sociais e educativas” (KEMMIS; McTAGGART, 1988, apud MOREIRA; ROSA, 2009, 2016, p. 16).

Inicialmente foi definido o conteúdo da grade de biologia para realizar a construção dos modelos em 3D. Como haviam algumas alunas gestantes na turma os alunos demonstravam curiosidade sobre o desenvolvimento do embrião. E frequentemente perguntavam sobre conhecimentos de senso comum sobre a gestação, como os “desejos” das gestantes, se azia durante a gravidez significa que o feto é “cabeludo” e outras crendices populares. Partindo desta realidade o professor sugeriu aos alunos a construção das estruturas embrionárias em 3D. Dessa maneira os alunos superariam obstáculos epistemológicos acerca do conteúdo de embriologia.

A embriologia animal estuda o desenvolvimento do indivíduo desde a gametogênese até a formação completa do embrião, com ainda estudos até o nascimento. Tendo por base os fundamentos a partir de Mello (1989), Gilbert (2002) e Wolpert (2008) pode-se compreender coerente os conceitos trazidos a nível de livros didáticos de Ensino Médio, em Embriologia, em sentido geral quanto as fases de desenvolvimento embrionário inicial. Assim, conforme Amabis e Martho (2016, p.183), após a fecundação, fertilização e

formação do zigoto inicia-se o processo de desenvolvimento embrionário, chamado embriogênese. O tipo de desenvolvimento varia conforme a espécie do filo cordado, mas todas apresentam segmentação, gastrulação e organogênese. Durante o processo de embriogênese são formadas quatro estruturas embrionárias. A primeira é a mórula, uma estrutura maciça de células proveniente da divisão do zigoto por mitoses. A blástula se forma a partir da mórula, que sofre um acúmulo de líquido formando uma cavidade central (AMABIS; MARTHO, 2016, p. 185). O estágio que sucede a blástula é a gástrula e seu processo de formação é denominado gastrulação. Nessa etapa do desenvolvimento forma-se o intestino primitivo do embrião. Ao final desse estágio inicia-se a formação da nêurula e a organogênese (AMABIS; MARTHO, 2016, p. 186).

Após a delimitação do conteúdo a ser trabalhado, o professor realizou aulas teóricas e expositivas sobre o tema, mostrando imagens bidimensionais das estruturas embrionárias. Então os educandos foram ao laboratório de informática para a criação desses modelos em uma plataforma de designer em 3D. Todos os alunos da turma participaram dessas etapas iniciais do projeto. A plataforma utilizada foi o *Tinkercad* ([www.tinkercad.com](http://www.tinkercad.com)) devido seu fácil acesso e manuseio. Não necessita de computadores com configurações especiais pois é uma plataforma *online* onde os *designers* ficam salvos na “nuvem” do site. O professor pode montar uma sala/ambiente *online* onde os alunos podem entrar sem precisar criar uma conta e os projetos desenhados são compartilhados.

Foram usadas 06 aulas para a modelagem das estruturas embrionárias. Com os desenhos em 3D prontos, o professor e os alunos visitaram ao Núcleo Regional de Educação (NRE) de Guarapuava para imprimir seus modelos na impressora 3D, uma vez que o colégio não possui essa ferramenta. Todos os alunos da turma foram convidados à visita ao NRE, porém muitos não puderam comparecer a visita uma vez que esta foi realizada no contra turno das aulas em razão de esses alunos trabalharem durante o dia e estudarem no período noturno.

Os modelos impressos e os *designers* projetados pelos alunos foram expostos e explicados na I Jornada de Inovação e Múltiplos Conhecimentos – EDUCATECH, no dia 12 de novembro de 2019, em evento promovido pelo NRE por meio da Coordenação Regional de Tecnologia na Educação (CRTE). Esse evento contou com muitos parceiros, dentre os quais instituições de ensino superior local que dispôs de examinadores para avaliar os projetos expostos.

Para expor e explicar o trabalho durante a I Jornada de Inovação e Múltiplos Conhecimentos – EDUCATECH foi permitido somente 04 alunos expositores e 02 professores acompanhantes durante a participação no mesmo. Foi então realizado um levantamento dos alunos que tinham disponibilidade e interesse em permanecer durante o dia, no evento. Dentre esses alunos foram escolhidos quatro, por meio de sorteio realizado pelo diretor do colégio. Acompanhando os alunos foram uma professora e a pedagoga como representante do colégio. Durante o evento os alunos demonstraram a construção do *designer* na plataforma *Tinkercad* e a aplicação dos modelos didáticos impressos na sala de aula.

## **Resultados e discussões**

Os resultados foram coletados a partir da observação da pesquisadora durante a aplicação do projeto e dos relatos orais dos alunos durante a participação da I Jornada de Inovações e Múltiplos Conhecimentos – EDUCATECH.

Inicialmente a turma demonstrou pouco interesse na produção de modelos didáticos em 3D por falta de familiaridade com a plataforma de *designer* em três dimensões. No decorrer das aulas os alunos foram aprendendo a manusear as ferramentas do *Tinkercad* e se empenharam em desenvolver os moldes das estruturas embrionárias em 3D. Os alunos relataram que produzir os desenhos em 3D das estruturas embrionárias foi muito “legal e divertido” e que assim é “mais fácil de aprender”.

Os estudantes externaram muita curiosidade em ver a impressão dos modelos projetados. Durante a visita ao NRE para a impressão os alunos fizeram questionamentos sobre o material usado, o tempo de uma impressão e se poderia imprimir outras coisas. O interesse foi notório.

O relato principal do aluno (A) remete a ideia de que com a impressora 3D podem ser produzidos “[...] vários tipos de objetos para serem usados nas aulas, ajudando quem tem dificuldade em imaginar e entender e até quem tem problema de visão”.

Percebeu-se que esses alunos adquiriram conhecimento acerca do modelo embrionário impresso (a mórula) conseguindo discorrer oralmente sobre o mesmo, explicando sua origem, forma e função.

O resultado mais significativo foi observado durante a exposição na I Jornada de Inovações e Múltiplos Conhecimentos - EDUCATECH. Os alunos expositores souberam explicar a construção do designer do modelo embrionário e sua aplicação na sala de aula. Demonstraram o manuseio da plataforma *online* não se restringindo apenas às estruturas embrionárias, compreendendo as possibilidades de expansão do exercício e aplicação didática em exercício de modelagem como potencial facilitador na construção de modelos mentais.

Dentre as aplicações pedagógicas os alunos expositores exaltaram a vantagem de o modelo não ser consumível e ser uma ferramenta para pessoas com deficiência visual, podendo ser uma tecnologia usada em qualquer disciplina. Cabe aqui ressaltar que os alunos foram questionados por visitantes sobre a estrutura embrionária impressa, de qual repositório *online* o *designer* foi retirado. Os alunos explicaram que a construção desse *designer* foi própria, até porque não foi encontrado nenhum modelo das estruturas embrionárias nesses referidos repositórios de modelos para impressão em 3D.

Foi perceptível a elevação da autoestima dos educandos. Eles perceberam que produziram algo, para o seu *habitus* de estudar, inédito. A aquisição de conhecimento acerca dos modelos didáticos e das estruturas embrionárias foi significativa. Os alunos expositores relataram que aprenderam muito explicando, tanto sobre a modelagem em 3D como sobre a estrutura embrionária. “Esse conteúdo a gente não esquece mais” - foi a fala de um deles.

Cabe ressaltar que o projeto “A construção de modelos didáticos na impressora 3D: uma ferramenta didática para o ensino de Ciências Naturais” foi um dos trabalhos selecionados por uma das instituições de ensino superior presentes no EDUCATECH para expor o trabalho em desenvolvimento no lançamento da Revista Propagare JR, que ocorreu no dia 19 de novembro de 2019 em Guarapuava- PR. Esse fato trouxe confiança e orgulho a toda a turma, afinal o projeto ficou entre os dez melhores avaliados no evento.

### **Considerações Finais**

Durante o processo de aprendizagem, a mente e o desenvolvimento emocional são aprendizagens combinadas, simultâneas. Assim é possível atribuir que despertar a afetividade do educando é uma das condições chave do sucesso para esse processo, pois a

percepção que o mesmo tem sobre a aquisição de suas habilidades fortalece sua autoestima e torna o aluno confiante para questionar e realizar as ações inerentes ao processo de modelagem, compreendendo a relação de pertinência e de aplicabilidade a partir da compreensão conceitual, o que resulta em relações conceituais entre conhecimentos prévios e os novos conhecimentos e habilidades adquiridos.

Para Antunes (2008, p. 22, apud TEIXERIA, *et al.*, 2013, p. 31) o aluno não vai à escola apenas para aprender, mas também para desenvolver suas capacidades, relações interpessoais e autoestima. A baixa autoestima dos estudantes é um fator preponderante para a desmotivação, dificuldade de aprendizagem e receio do novo, trazendo muitos prejuízos no processo ensino-aprendizagem (TEIXEIRA, 2013 p. 31).

A autoestima elevada faz com que o aluno se valorize e descubra sua importância no mundo e na sociedade e assim contribuindo para que o indivíduo tenha uma mente livre e com disposição (NOVAK; GOWIN, 1984) para adquirir conhecimentos e habilidades, tornando o seu desejo pelas descobertas mais aguçado, proporcionado ambiente cognitivo para o desenvolvimento de seu espírito científico (BACHELARD, 1996).

Quanto melhor incentivada a sua autoestima, maior é a sua criatividade. A união entre autoestima e aprendizagem proporciona muito mais do que conhecimento em ambiente cognitivo de integração com a vida contemporânea (MOREIRA, 2014, p. 4), pois propicia habilidades como a criticidade, o respeito, a confiança e a interação social. A educação brasileira tem progredido, valorizando o educando e promovendo sua autoestima através do uso da tecnologia, que possibilita também a inclusão de alunos com necessidades especiais, dando oportunidades a todos. A tecnologia é algo crescente no cotidiano das pessoas e em todas as esferas da vida moderna. É algo que não se pode negar. Inclusive na educação. Essas ferramentas fazem parte da vida dos educandos e devem ser aproveitadas na prática pedagógica, seja ela, preferencialmente, inclusiva ou não. O uso de aplicativos, sala de aula invertida, jogos online, salas de aula virtuais, impressões em 3D, programas para deficientes visuais, auditivos ou físicos, entre outros, não apenas promovem a inclusão como deixam a aula mais atraente para essa geração de estudantes que já nasceram inseridas no mundo digital.

Essas tecnologias promovem a abrangência de todos os alunos, pois uma sala de aula é heterogênea e nem todos assimilam o conteúdo da mesma forma. Existem alunos com *déficit* de concentração, que são favorecidos com essas metodologias. O uso da

impressora 3D torna o processo de aprendizagem mais concreto, pois o aluno pode sentir, ver, construir aquilo que antes ele só imaginava, assim melhor dimensionando os seus modelos mentais. Dentre inúmeras aplicações no contexto escolar, a impressão 3D pode ser utilizada na recriação de atividades experimentais e modelos, como moléculas para o ensino de química e cadeias de DNA para o ensino de biologia, figuras geométricas e gráficos em relevo para o ensino da matemática e muitos outros tantos modelos, potenciais instrumentos didáticos.

## Referências

- AGUIAR, L. de. C. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de Ciências**, 2016. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/.../aguiar\\_ldcd\\_me\\_bauru.pdf](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/.../aguiar_ldcd_me_bauru.pdf)? Acesso em: 20 de ago. 2019.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia Moderna Amabis & Martho - 1 Ensino Médio**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016
- ARAÚJO, A. M. P.; SANTANA, A. L. A.; RIBEIRO, E. M. S. Fatores que afetam o processo de ensino no curso de Ciências Contábeis: um estudo baseado na percepção dos professores. *In*: CONGRESSO ANPCONT – Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, 2009, São Paulo/SP. **Anais do [...]**. São Paulo: III ANPCONT, 2009. CDROM.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v3n2/1983-2117-epec-3-02-00122.pdf>. Acesso em: 10 set. 2020
- BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**: contribuições para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BORGES, A. T. Modelos mentais de eletro-magnetismo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 15, n. 1, p. 7-31, 1998.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n.13, 2002.
- CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências**. Revisão Técnica: Anna Maria Pessoa de Carvalho. Tradução: Sandra Velenzuela. 4ªed. São Paulo: Cortez, 2000.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- FINKEL, D. **Dar classe com la boca cerrada**. Tradução de Óscar Barberá. Valencia: Publicacions de la Universitat de Valencia, 2008.
- GILBERT, S. F. **Biologia do Desenvolvimento**. Ribeirão Preto, São Paulo: FUNPEC-Editora, 2002.
- GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. Conceptos: naturaliza y adquisición. *In*: TEXTOS DE APOIO DO PROGRAMA INTERNACIONAL DE DOUTORADO EM ENSINO

- DE CIÊNCIAS da Universidade de Burgos, Espanha (Convênio UFRGS) v. 5. Porto Alegre: UFRGS, 2003. p. 3-78.
- LIMA, M. E. C. de C.; MAUÉS, E. Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. Ensaio - **Pesquisa em Educação em Ciências**, v.8, n.2, dez. 2006.
- MELLO, R. de A. **Embriologia comparada e humana**. Rio de Janeiro; São Paulo: Livraria Atheneu Editora, 1989. p. 289.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica. *In*: III ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 11 a 15 set. 2000, Peniche, Lisboa. p. 33 – 45. **Atas do [...]**. Lisboa, 2000. Disponível em <http://moreira.if.ufrgs.br/apsigcritport.pdf>. Acesso em 19 abril 2020.
- MOREIRA, M. A. **Representações Mentais, Modelos Mentais e Representações Sociais**. Textos de Apoio Para Pesquisadores em Educação em Ciências. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem significativa? *In*: AULA INAUGURAL DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS, 23 abr 2010. **Instituto de Física**, Cuiabá: UFMG, 2010.
- MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea**. *In*: CILO DE PALESTRAS DOS 50 ANOS DO INSTITUTO DE FÍSICA DA UFRJ, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: [https://www.if.ufrj.br/~pef/aulas\\_seminarios/seminarios/2014\\_Moreira\\_DesafiosEnsi noFisica.pdf](https://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2014_Moreira_DesafiosEnsi noFisica.pdf). Acesso em 27 set. 2020.
- MOREIRA, M. A.; ROSA, P. R. S. **Pesquisa em ensino: Métodos qualitativos e quantitativos**. Subsídios metodológicos para o professor pesquisador em ensino de ciências. 1 ed. Porto Alegre, 2009. Revisado em 2016. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/Subsidios11.pdf>. Acesso em 27 set. 2020.
- NOVAK, J. D; GOWIN, B. D. **Aprender a aprender**. Tradução: Carla Valadares. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 1984. p. 210.
- PONTE, J. P. Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: que desafios? **Revista Iberoamericana de educación**, Madrid, n. 24, p. 63-90, 2000.
- SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, n. 3, p. 681-694, 2009.
- SOUTO, T. V. V.; SOUZA, M. G.; GIL, F. F. **Construção de uma impressora 3D para fins didáticos**. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Universitário Unifacvest, Lages, SC, 2019. Disponível em: [www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos](http://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos). Acesso em 10 set. 2020.
- STANGE, C. E. B; SANTOS, S. A. dos; SANTOS, J. M. T.; CRISOSTIMO, A. L. **Reflexões sobre docência no ensino de Ciências**. Guarapuava: Unicentro, 2015. p. 116.
- TEIXEIRA, A. C. et. al. A importância da autoestima do aluno no processo ensino-aprendizagem. **Revista Interação**, São Paulo, ano VIII, n. 2. p. 27 – 43, 2º semestre 2013. Disponível em: [https://vemprafam.com.br/wp-content/uploads/2019/09/OS\\_0010\\_16\\_fam\\_revista\\_interAtiva\\_n-1\\_0.pdf#page=27](https://vemprafam.com.br/wp-content/uploads/2019/09/OS_0010_16_fam_revista_interAtiva_n-1_0.pdf#page=27). Acesso em: 26 set. 2020.
- TOULMIN, S. E. **Los usos de la argumentación**. Traducción: María Morrás y Victoria Pineda. Barcelona: Ediciones Península, 2007.

- UNESCO BRASIL. **Ensino de Ciências: o futuro em risco**. 2005. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139948por.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.
- VIANNA, D. M. A formação do professor de ciências para o aluno de hoje. In: GOLDBACH, T; FRIEDRICH, M. P; LEITE, S. Q. M. **Ensino de Ciências: saberes escolares e saberes específicos**. Série Cadernos Temáticos: Debates Pedagógicos n.1. Nilópolis: CEFETEQ, 2009.
- VIECHENESKI, M.; CARLETTO, M. Por que e para quê ensinar ciências para crianças. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 6, n. 2, 2013. Disponível em: [periodicos.utfpr.edu.br › rbect › article › download](http://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/download). Acesso em 16 set. 2020.
- WOLPWER, L.; JESSEL, T.; LAWRENCE, P.; MEYEROWITZ, E.; ROBERTSON, E.; SMITH, J. **Princípios de Biologia do Desenvolvimento**. Tradução Casimiro Garcia, Sonia Garcia. 3ªed. Porto Alegre: Artmed, 2008. p. 576.