

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA DE ENSINO BASEADA NA APRENDIZAGEM ATIVA COM USO DE IMPRESSÃO TRIDIMENSIONAL

Bárbara Martins Florez ¹; Guilherme Wolf Lebrão ²

¹ Aluno de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT);

² Professor da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).

Resumo. *O presente artigo se propõe a abordar a utilização de um dos diversos materiais disponíveis para o auxílio do desenvolvimento do processo de ensino de aprendizagem: a impressão tridimensional, sendo essa utilizada como método de ensino na aprendizagem ativa. Analisou-se a impressão tridimensional como um mecanismo de apoio na aprendizagem e como pode ser aplicada; sendo ela como material complementar, implementando modelos impressos nas aulas ou como no desenvolvimento de modelagem e pensamento crítico, a partir da criação direta dos alunos. Observou-se o seu impacto no ambiente de sala de aula, no ponto de vista dos professores e dos alunos e obteve-se um resultado positivo na compreensão, visualização de modelos e principalmente na aprendizagem.*

Introdução

Cada pessoa tem sua linha de pensamento e modo de ver as coisas, sendo assim, o processo de aprendizagem de cada aluno é diferente, alguns tendo mais dificuldade do que outros. E é objetivo de toda instituição promover as condições para a aquisição do conhecimento da melhor forma possível.

Educar é uma mudança permanente na vida de quem ensina e de quem aprende; é auxiliar a formação de caráter, as escolhas profissionais e pessoais, o desenvolvimento de um cidadão. E será possível avançar mais ainda na educação se os métodos de ensino se adaptarem às necessidades dos alunos, tornando a sala de aula um ambiente próximo a vida real, transformando a mesma em uma comunidade de investigação. (MORAN, 2000)

Algumas disciplinas como física, mecânica geral e materiais de construção (no curso de engenharia), possuem conteúdos que, devido a sua complexidade podem ser difíceis de serem compreendidos no primeiro contato, apesar de excelentes explicações. Essas disciplinas apresentam dificuldade, pois representam situações da realidade, ou seja, trabalham com ambientação tridimensional, o que pode ser mais difícil de ser compreendido apenas com palavras e/ou esboços bidimensionais. Sendo assim, busca-se por recursos e técnicas que representem melhor esses fenômenos e situações de forma realística, simplificando os conceitos e a interpretação do aluno; como a impressão 3D.

“A tecnologia chamada hoje de impressão 3D é a técnica de construir sólidos tridimensionais, camada por camada, umas sobre as outras, até formar o objeto. Essa técnica também é chamada de manufatura aditiva, pois a matéria-prima vai sendo adicionada gradualmente até concluir a construção de um objeto”. (AGUIAR, 2016)

Associada com a aprendizagem ativa, a ferramenta de impressão 3D consegue trazer para a realidade materiais didáticos que representem formas, mecanismos ou exemplos físicos que buscam explicações; permitem demonstrar resultados, deformações, vetores, polias, infinitas possibilidades. Possibilitando trazer para as mãos do aluno os elementos da teoria estudada em aula.

Atualmente a representação de objetos 3D não é privilégio, por muito tempo educadores veem reinventando a forma de representar modelos tridimensionais de diversas formas, como objetos dobrados feitos de papel, plástico, entre outros. (LEMKE, *et al* 2016)

A aprendizagem ativa com impressão tridimensional não se limita apenas ao contato dos alunos com os modelos já impressos, mas também ao desenvolvimento do pensamento crítico. A aprendizagem ativa desafia o aluno a procurar soluções para seu problema em questão de forma independente, desde a visualização de um modelo passando por sua criação, falhas, aperfeiçoamento e sucesso; desenvolve habilidades como criatividade e visualização ao modelar e perspectiva de falha entre protótipo e modelo.

Testar um projeto e coloca-lo em prática é ter a oportunidade de identificar problemas, falhas, encaixes, funcionalidades que não se completam, em mãos. E embora na cultura de ensino atual seja natural excluir o erro no processo de aprendizagem, Cardoso *et al* (2010), defendem que no ambiente de aprendizagem, de desenvolvimento escolar e de pesquisa, errar é essencial. O erro é o mecanismo que proporciona o avanço nos projetos, elimina perspectivas imperfeitas e induz o pensamento crítico, ocasionando em que cada decisão equivocada, o aluno é direcionado a fazer escolhas mais sofisticadas.

A impressão tridimensional promete modernizar e revolucionar a educação tradicional tornando-a mais dinâmica e interessante para o aluno. De acordo com Judy Willis (2009), existem três elementos essenciais que controlam as informações recebidas e que são absorvidas pelo nosso cérebro: o sistema de ativação reticular (RAS), o sistema límbico e o transmissor de dopamina. Todas as informações que estão no cérebro “pensante” devem passar pelo RAS, ou seja, o aluno aprenderá com mais sucesso se manter o filtro RAS aberto ao fluxo de informações que deseja inserir no seu cérebro. Sendo assim, se o aluno está disposto a receber informação e está focado no assunto que lhe está sendo passado, as informações essenciais vão ser recebidas pelo cérebro “pensante” ou “ativo”; porém, se o aluno se sente entediado ou sobrecarregado, o cérebro reativo toma controle, onde a experiência e o foco do aluno já não é mais de seu controle.

Essa situação se aplica ao ensino com os modelos tridimensionais, ao relacionar o conteúdo que está recebendo através dos professores com o material que se tem em mãos, o aluno se torna mais disposto e interessado a analisar o que lhe está sendo apresentado. Torna a aula dinâmica e intrigante, afastando o aluno do tédio e aproximando-o de uma melhor compreensão, absorção e aprendizagem como visto no experimento realizado.

Material e Métodos

Ao decorrer do desenvolvimento do projeto notou-se dois possíveis caminhos a serem tomados para utilização da impressão tridimensional no meio didático, sendo eles: a utilização de material já impresso para auxiliar conteúdos didáticos prontos, como material complementar; e a utilização da impressão como próprio material didático, sendo ele produzido e estruturado majoritariamente por alunos com apenas supervisão de professores.

1.1 Material didático complementar

A proposta do material didático complementar como seu nome sugere seria a introdução de um material auxiliar, no caso a impressão tridimensional, projetado a partir do conteúdo escolhido em questão para apenas o complementar, auxiliando a visualização ou exemplificação, sendo a utilização a critério do professor. Sendo assim, foi estabelecido que

seriam colocados para experimento esses modelos prontos para alguns conteúdos no curso de engenharia. E seriam observados melhoria ou não, em alguns aspectos na didática e no desenvolvimento.

Com o auxílio de professores da Escola de Engenharia Mauá do Instituto Mauá de Tecnologia, alguns temas que eles acreditavam que poderiam ser aprimorados pela utilização de modelos foram escolhidos para serem colocados em teste.

Foram realizadas duas aulas experimentais sendo elas com os temas: “Reticulados cristalinos” aplicada na segunda série do curso de Engenharia, e “Estereoisomeria” na segunda série do curso de Engenharia Química.

Esta proposta tem a ideia de determinar se há efetivamente uma contribuição relevante dos modelos impressos, no processo de aprendizagem. Desta forma o método foi utilizado como melhoria em aulas que já eram aplicadas aos alunos em anos anteriores sem o recurso didático dos modelos.

Participantes

Os participantes do estudo foram alunos regulares do curso de engenharia que tiveram seu primeiro contato com os modelos na aula experimental. Eram em média 30 alunos por turma sendo que a idade variou de 19 a 25 anos.

Coleta de dados

A coleta de dados para interpretação de resultados foi feita a partir de um questionário, “Uso de Impressão 3D no Ensino”, entregue para aos professores solicitando que fossem respondidos após a aula lecionada com os modelos tridimensionais. O mesmo continha perguntas referentes ao modelo, a didática, a visão do professor e dos alunos.

1.2 Impressão 3D como prototipagem

A proposta pedagógica da utilização de impressão tridimensional como parte do processo de prototipagem é desenvolver a criatividade através da materialização de uma ideia; incentivar o pensamento crítico a partir do reconhecimento e aperfeiçoamento das falhas, instigar a aproximação do modelo com a realidade.

Participantes

Os participantes do estudo foram alunos de diversos anos do curso de engenharia e design que poderiam ter ou não conhecimento prévio em modelagem. Eram em média 05 alunos por turma sendo que a idade variou de 17 a 24 anos.

Coleta de dados

A coleta de dados para interpretação de resultados foi feita a partir do acompanhamento de uma aula de projetos direcionada para impressão tridimensional com o auxílio do programa SolidWorks. Permitiu-se no decorrer das aulas a produção de um projeto sendo o mesmo de autoria dos alunos.

Resultados e Discussão

2.1 Material didático complementar

A partir do questionário (“Uso de Impressão 3D no Ensino”) respondido pelos professores do Instituto Mauá de Tecnologia, que lecionaram aulas com os temas “Reticulados cristalinos” e “Estereoisomeria”, foi possível elaborar uma tabela (tabela 1) referente às suas perspectivas sobre o uso do material 3D em suas aulas como material complementar.

Tabela 1- Respostas referentes ao questionário "Uso de Impressão 3D no Ensino"

Perguntas	“Reticulados cristalinos”	“Estereoisomeria”
O material foi produzido ou utilizou-se modelos prontos?	Modelos prontos.	Modelos prontos. Apenas mudança de escala.
Que tipo de material didático foi produzido com a impressão 3D?	Reticulados cristalinos: cúbico de corpo centrado, cúbico de face centrada e cúbico simples.	Modelos de átomos/ moléculas isométricas.
Como o material foi utilizado em aula?	Em grupos os alunos verificavam a distribuição atômica de cada tipo de reticulado caracterizando número de átomos no interior do reticulado, número de coordenação (átomos vizinhos) e fizeram o cálculo do volume de cada reticulado e o fator de empacotamento atômico.	Construção de uma molécula e de sua suposta reflexão, rotação das ligações para mostrar a existência ou não de isomeria óptica ou de constituição.
Os objetivos foram atingidos? Como isso foi verificado?	Os objetivos foram atingidos, pois os alunos que possuíam grande dificuldade em visualização espacial conseguiram, com facilidade, terminar o exercício.	Parcialmente, os alunos utilizaram kits de construção de modelos comerciais e compararam em diversos momentos com as propostas feitas na impressão 3D.
Foi necessária alguma adaptação nos modelos?	Colagem de átomos que se soltaram.	Algumas moléculas requereram um maior número de átomos de um mesmo tipo, como não havia o suficiente, foram trocados por átomos de geometria semelhante.
Qual a opinião do experimento?	Excelente.	Bastante satisfatório, porém é necessário um maior número de modelos para uma condução mais fluida.
Qual a opinião dos alunos sobre a atividade?	Todos gostaram muito e principalmente os com dificuldade de visualização.	Gostaram muito.

Já havia aplicado esta aula de outra forma? Qual?	Apenas com o auxílio de um software que projetava o reticulado e o mesmo era girado, porém diversos alunos não conseguiam visualizar mesmo assim. Com o modelo nas mãos do aluno foi bem mais eficiente.	Utilizando kits comerciais apenas, de tamanho reduzido e visualização mais difícil na frente da sala.
---	--	---

Como observado acima o resultado foi positivo pois alcançou de forma significativa a melhor e mais fácil compreensão dos conteúdos aplicados nos primeiros contatos. É também clara a percepção do aperfeiçoamento da dinâmica da aula, tornando-a mais interessante. Resultando em um melhor aproveitamento.

Outro aspecto essencial a ser observado é que, como mencionado pela por um dos professores no questionário acima, existem diversos softwares sofisticados e capazes de representar inúmeros modelos em apenas segundos, porém, como também mencionado anteriormente e observado no experimento, o processo de compreensão de cada aluno é diferente, ocasionando que softwares nem sempre atenderão a necessidade do mesmo; o que nos leva a possibilidade da materialização do modelo, possibilitando o contato direto e simplificando a visualização da geometria.

Pode-se observar também o desenvolvimento da relação aluno professor em contato com recursos didáticos inovadores como a impressão tridimensional. Os professores são facilitadores, transferem conhecimento e procuram cada vez mais avançar no processo de aprendizagem de seus alunos, (MORAN, 200). E claramente a ferramenta da impressão 3D é um facilitador da educação, porém é imprescindível reconhecer que, os professores são essenciais mediadores desse processo. Professores estão em constante crescimento e pode-se observar pelo experimento que, estão também em constante processo de aprendizagem em conjunto com seus alunos e estão dispostos a adesão de novos métodos.

2.2 Impressão 3D como prototipagem

Nesta etapa avaliou-se o desempenho da impressão como forma de materializar os projetos concebidos pelos alunos. Foi proposta um curso de impressão 3D para ensinar como imprimir as criações dos alunos, mostrando dicas e soluções.

E novamente a partir do questionário (“Uso de Impressão 3D no Ensino”) respondido pelos professores do Instituto Mauá de Tecnologia, que lecionaram as aulas do curso foi possível elaborar uma tabela (tabela 2) referente às suas perspectivas sobre o curso.

Tabela 2- Respostas referentes ao questionário "Uso de Impressão 3D no Ensino"

Perguntas	Perspectiva do professor
O material foi produzido ou utilizou-se modelos prontos?	Todas as peças foram projetadas pelos alunos.
Que tipo de material didático foi produzido com a impressão 3D?	Num primeiro momento todos fizeram a mesma peça em um segundo cada um fez a sua.

Como o material foi utilizado em aula?	O objetivo do curso foi o projeto individual e modelagem de uma peça, sob apenas orientação dos professores.
Os objetivos foram atingidos? Como isso foi verificado?	Sim percebeu-se uma grande evolução na técnica (criatividade, visualização, pensamento crítico e percepção de falha) e na capacidade dos alunos do curso. Todos apresentaram seus projetos.
Foi necessária alguma adaptação nos modelos?	Sim, foram simplificados e de tamanho reduzido para facilitar a impressão.
Qual a opinião do experimento?	Muito bom, pois os alunos conseguiram melhorar sua percepção entre a projeto e a peça real (percepção de falha entre protótipo e realidade).
Qual a opinião dos alunos sobre a atividade?	Gostaram muito. Pediram um modulo 2.
Já havia aplicado esta aula de outra forma? Qual?	Sim com esboço em papel e modelagem em CAD.

Durante o desenvolvimento deste curso foi claro o envolvimento e empenho dos alunos em sala de aula no desenvolvimento de seus projetos. Os alunos apresentaram grande progresso no processo de criação, aprendizagem com os erros, perspectiva de falha e percepção de modelo real e protótipo.

Ao desenvolver um modelo, no primeiro contato pode parecer algo extremamente simples, porém ao imprimi-lo e analisa-lo em mãos nota-se que não é bem assim. O modelo pode não encaixar bem, não ter o formato correto, não ser o que tinha em mente; esse choque inicial entre protótipo e realidade é essencial para o processo de criação proposto pelo curso, ele induz o aluno a analisar seu modelo previamente com maior cuidado e tomar decisões mais refinadas. Essa característica foi muito observada e incentivada durante o desenvolvimento do curso.

Outro aspecto que foi incentivado e é um dos principais objetivos foi desenvolver a criatividade. Parece uma tarefa muito complexa sendo que a criatividade é algo tão pessoal de cada indivíduo, porém durante o curso ao deixar o processo livre, sem cobranças e induzindo o caminho através da própria criação única de cada aluno, essa tarefa se tornou simples e de sucesso. E incentiva cada vez mais o aluno a procurar soluções únicas e inovadoras para seus problemas.

Conclusões

É impossível negar que métodos inovadores estão cada vez mais presentes no nosso dia a dia e na educação. Com a modelagem tridimensional alunos potencializam a sua aprendizagem e vivência em sala de aula. É imprescindível dizer que a ferramenta da impressão 3D está quebrando barreiras na educação tradicional.

A impressão tridimensional proporciona um aumento na iniciativa dos alunos na criação de soluções inovadoras. O coloca em contato direto com uma tecnologia que está extremamente ligada a solução de problemas e criatividade. Induz assimilação, faz com que o aluno desenvolva uma capacidade de raciocínio dinâmico, de visualizar ligações, padrões e respostas.

Esse método além de facilitar a fixação de conhecimento, a visualização, o desenvolvimento de criatividade e pensamento lógico, deve ser utilizado para instigar e estimular o aluno a buscar novos conhecimentos, a se renovar e aprender infinitamente.

É inevitável acrescentar que a impressão 3D não é ainda uma solução completa, ela é uma técnica de material complementar a partir de um devido planejamento. Apresenta diversas falhas como mesmo mencionada pelos professores no experimento, porém é uma tecnologia que continua evoluindo e devem aparecer novos equipamentos e novos processos nos próximos anos. Permitindo cada vez mais a evolução e inovação na educação.

Referências Bibliográficas

AGUIAR, Leonardo De Conti Dias. Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências. Faculdade de ciências – Campus de Bauru, *Programa de pós graduação em educação para a ciência*. Bauru, 2016.

CARDOSO, A.V.; ALMEIDA, A.C.; MATOS, L.V.S; COSTA, C.R.; NASCIMENTO, F.P.; RIERA, H.R.E.; MAGALHÃES, L.S.; SILVA, L.I.; PENA, J.C.C.; MENESES, T. (2010) Aprendizagem científica e tecnológica no ensino médio: uma experiência de design de material didático em 3D. - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia – PPGECT.

LEMKE, R.; SIPLE, I.Z.; FIGUEIREDO, E.B.; OAs para o ensino de Cálculo: potencialidades de tecnologias 3D. CINTED-UFRGS Novas Tecnologias na Educação, 2016.

MORAN, José. (2000); Mudar a forma de ensinar e aprender: Transformar as aulas em pesquisa e comunicação presencial-virtual *São Paulo vol. V, p.57-72*.

WILLIS, J. What You Should Know About Your Brain. (2009) - “How to Teach Students About the Brain,” Copyright © 2009 ASCD.