

Impressão 3D no processo de ensino aprendizagem de pessoas com deficiência visual

3D printing in the teaching and learning process for visually impaired individuals

La impresión 3D en el proceso de enseñanza-aprendizaje para personas con discapacidad visual

DOI: 10.54033/cadpedv21n13-401

Originals received: 11/22/2024

Acceptance for publication: 12/13/2024

Flamarion Gonçalves Moreira

Mestre em Ensino de Ciências

Instituição: Universidade Estadual de Goiás (PPEC – UEG)

Endereço: Anápolis, Goiás, Brasil

E-mail: flamarionmoreiragyn@gmail.com

Clodoaldo Valverde

Pós-Doutor pela Universidade de Brasília (UnB)

Instituição: Universidade Estadual de Goiás e Universidade Paulista (UNIP)

Endereço: Anápolis, Goiás, Brasil

E-mail: valverde@ueg.br

RESUMO

As chamadas tecnologias emergentes já são uma realidade na educação brasileira, por isso, é importante que professores e alunos possam ter acesso a diversos recursos didáticos e pedagógicos, pois estes de alguma forma, são meios de enriquecer as relações entre o ensino e a aprendizagem no ambiente escolar, bem como aumentando a interação e a interatividade entre os atores sociais envolvidos em todo o processo educativo. Desta maneira, nesse capítulo, busca-se desenvolver um estudo sobre o processo de ensino e aprendizagem das pessoas com deficiência visual a partir da utilização de um recurso tecnológico bem específico e direcionado, que é a impressão em tecnologia 3D. Para atingir esse objetivo, trabalha-se inicialmente a definição e as características desse tipo de impressão e como esta pode trazer contribuições significativas para a ampliação das formas de acesso ao conhecimento por parte dos alunos que tem limitações visuais. Após essa definição inicial, tem-se como proposta, perceber como as impressões em 3D tem sido utilizadas pelos alunos com deficiência visual, pois a partir do toque em uma imagem impressa a partir dessa tecnologia, o estudante vai ter condições de perceber, sentir e racionalizar ideias e pensamentos sobre determinada atividade que está sendo orientada.

Por último, propõe-se uma sequência didática para se trabalhar o estudo de gráficos com estudantes visuais, a partir da impressão dos gráficos em 3D, possibilitando o acesso a conhecimentos variados aos portadores de deficiência visual, principalmente na hora de realizar provas, exames e demais avaliações.

Palavras-chave: Impressão 3D. ENEM. Gráficos 3D. Deficiência Visual.

ABSTRACT

The so-called emerging technologies are already a reality in Brazilian education, which is why it is important for teachers and students to have access to a variety of teaching and pedagogical resources, as these in some way enrich the relationship between teaching and learning in the school environment, as well as increasing interaction and interactivity between the social actors involved in the entire educational process. In this way, this chapter seeks to develop a study on the teaching and learning process of visually impaired people using a very specific and targeted technological resource, which is 3D printing. In order to achieve this goal, the definition and characteristics of this type of printing and how it can make significant contributions to broadening access to knowledge for students with visual impairments are first discussed. After this initial definition, the proposal is to understand how 3D printing has been used by visually impaired students, because by touching an image printed using this technology, the student will be able to perceive, feel and rationalize ideas and thoughts about a particular activity that is being guided. Finally, a didactic sequence is proposed for working on the study of graphs with visually impaired students, using 3D printing of graphs, enabling visually impaired people to access a variety of knowledge, especially when taking tests, exams and other assessments.

Keywords: Printing Technology. 3D Printing. Graphics.

RESUMEN

Las llamadas tecnologías emergentes ya son una realidad en la educación brasileña, por eso es importante que profesores y alumnos tengan acceso a diversos recursos didácticos y pedagógicos, ya que de alguna manera enriquecen la relación entre la enseñanza y el aprendizaje en el ambiente escolar, además de aumentar la interacción y la interactividad entre los actores sociales involucrados en todo el proceso educativo. De esta forma, este capítulo pretende desarrollar un estudio del proceso de enseñanza y aprendizaje de las personas con discapacidad visual utilizando un recurso tecnológico muy específico y dirigido, como es la impresión 3D. Para alcanzar este objetivo, se analiza inicialmente la definición y características de este tipo de impresión y cómo puede contribuir de forma significativa a ampliar el acceso al conocimiento de los alumnos con discapacidad visual. Después de esta definición inicial, se propone comprender cómo la impresión 3D ha sido utilizada por alumnos con deficiencia visual, ya que al tocar una imagen impresa con esta tecnología, el alumno podrá percibir, sentir y racionalizar ideas y pensamientos sobre una determinada actividad que está siendo guiada. Por último, se propone una secuencia didáctica para trabajar el estudio de gráficos con alumnos deficientes visuales, utilizando la impresión 3D de gráficos, facilitando a las personas

deficientes visuales el acceso a diversos conocimientos, especialmente a la hora de realizar pruebas, exámenes y otras evaluaciones.

Palabras clave: Impresión 3D. ENEM. Gráficos 3D. Discapacidad Visual.

1 INTRODUÇÃO

A utilização da impressão 3D tem despertado um interesse crescente na área da educação, especialmente no que diz respeito ao apoio ao aprendizado de estudantes com deficiência visual. A impressão 3D, uma tecnologia que permite a fabricação de objetos tridimensionais a partir de modelos digitais, oferece inúmeras possibilidades no contexto educacional, proporcionando uma experiência tátil e interativa que pode enriquecer significativamente o processo de ensino-aprendizagem.

Nesta perspectiva, este artigo se propõe a explorar o potencial da impressão 3D nos processos de ensino e aprendizagem, com foco especial no seu uso para alunos com deficiência visual. Inicialmente, será apresentada uma definição da impressão 3D e suas características principais, contextualizando sua relevância no âmbito educacional.

Em seguida, serão discutidos os benefícios e desafios da integração da impressão 3D nos processos de ensino-aprendizagem, destacando seu papel na promoção da acessibilidade e na diversificação das estratégias pedagógicas.

Posteriormente, serão apresentadas algumas experiências e práticas que demonstram como a impressão 3D tem sido utilizada de forma eficaz para apoiar a aprendizagem de estudantes com deficiência visual em diferentes áreas do conhecimento.

Por fim, será apresentado um produto educacional desenvolvido a partir da impressão 3D denominado: Gráficos do ENEM em 3D: uma imersão tátil na Matemática e na Realidade por meio da impressão 3D, cujo objetivo é de possibilitar a leitura, interpretação e a resolução de problemas envolvendo gráficos, com focos e alunos com deficiência visual. Serão discutidos os benefícios dessa abordagem e suas implicações para a promoção da inclusão e

da igualdade de oportunidades na educação. Ao explorar esses aspectos, este artigo visa contribuir para uma maior compreensão e valorização do potencial da impressão 3D no contexto educacional, especialmente no que se refere à aprendizagem de estudantes com deficiência visual e principalmente propõe-se a ser uma ferramenta que impulse professores do Ensino Fundamental e também do Ensino Médio a inserir essa tecnologia para potencializar o aprendizado dos seus alunos. Não deixa de ser também a ponta do iceberg para a discussão da inserção de outros recursos nas avaliações e exames oficiais.

2 DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DE IMPRESSÃO 3D

As formas de tecnologia têm avançado consideravelmente em vários segmentos da sociedade, com crescente utilização por grande parte das pessoas. Recursos digitais, tecnológicos, informacionais e de comunicação são amplamente aplicados por instituições públicas e empresas privadas. Assim, é essencial compreender como esses conhecimentos têm gerado descobertas e inovações, especialmente no campo científico, como a impressão 3D. O uso cotidiano de tecnologias digitais, informacionais e de comunicação está presente em lares, empresas e outros ambientes. Além do uso social, escolas, faculdades e universidades têm investido nessas ferramentas, promovendo o desenvolvimento intelectual e escolar, bem como uma educação tecnológica, essencial em uma sociedade exigente.

A impressão 3D surgiu e se desenvolveu em uma sociedade que utiliza tecnologias para solucionar problemas de empresas, instituições e da população em geral, promovendo novos conhecimentos e saberes. É importante definir e compreender como essa tecnologia funciona e é aplicada no cotidiano, destacando seus objetivos e impacto. Moura e Souza (2023) apontam que a impressão 3D, embora exista há mais de duas décadas, popularizou-se nos últimos anos. Nos anos 90, seu uso doméstico era inviável devido ao alto custo e à complexidade dos equipamentos. Com o tempo, esses recursos foram adaptados para diferentes espaços, tornando-se mais acessíveis.

Conforme Moura e Souza (2023), essa tecnologia tornou-se uma aliada na criação de projetos úteis e na promoção da acessibilidade e qualidade de vida, especialmente para pessoas com deficiência. A impressão 3D é aplicada em diversos setores, como saúde, educação, produção de próteses e soluções para o cotidiano, evidenciando sua importância social e científica. Exemplificando as propostas dos autores, em fevereiro de 2024, em Goiânia, ocorreu uma situação que evidenciou como a tecnologia pode ser um aliado crucial na resolução de problemas do cotidiano, promovendo acessibilidade e qualidade de vida.

A equipe de cirurgia do Hospital Estadual de Urgências Governador Otávio Lage de Siqueira (Hugol), liderada pela médica Mayra Barreto, enfrentou um desafio ao tratar um recém-nascido com uma rara cardiopatia. Sem compreender totalmente o problema, buscaram auxílio no Laboratório de Ideias, Prototipagem e Empreendedorismo da Universidade Federal de Goiás (Ipe-Lab/UFG). Com as imagens disponíveis, imprimiram o coração da criança em 3D, oferecendo uma nova perspectiva ao caso.

Essa tecnologia permitiu à equipe médica identificar a Síndrome de Hipoplasia do Coração Esquerdo, que ocorre em 1 a cada 11 mil nascimentos, agravada pela presença de dois arcos aórticos e uma má-formação cardíaca. A precisão no diagnóstico foi possível graças à impressão 3D, evitando cirurgias arriscadas para o recém-nascido. Dessa forma, observa-se o crescente uso da tecnologia em diversos espaços, como centros de saúde, instituições de ensino e na criação de próteses e itens cotidianos. A impressão 3D tem se destacado em atividades tecnológicas, auxiliando pessoas e empresas na resolução de problemas sociais, educacionais e de serviços. Sendo assim, podemos apontar alguns elementos que:

A impressão 3D é uma tecnologia capaz de conceber objetos físicos, tendo por base as dimensões de altura, largura e profundidade de um modelo digital fornecido por um aplicativo de computador. De maneira mais técnica, a impressão tridimensional pode ser descrita como um sistema de impressão por manufatura aditiva, já que a matéria-prima usada no processo é adicionada gradualmente em várias camadas, até completar o formato do objeto final. As impressoras 3D estão revolucionando a indústria justamente pela rápida capacidade de prototipagem, já que antes, para obter um protótipo, era necessário

modelar peças manuais e somente depois produzir uma matriz de produção (Del Vechio, Morandini, 2020, p. 68).

A impressão 3D é um recurso tecnológico que transforma radicalmente a maneira como pessoas e empresas realizam impressões, agilizando o tempo, aprimorando a qualidade e aperfeiçoando tecnologias para resolver problemas diversos. Sua aplicação depende dos objetos e do contexto em que o conhecimento é utilizado. Essa tecnologia resulta de décadas de desenvolvimento histórico, social e científico, com experimentos e ideias que evoluíram para criar inovações que ajudam a resolver problemas e impulsionam a sociedade. Conforme Del Vechio e Morandini (2020), o uso da impressão 3D é cada vez mais recorrente na indústria, ciência e uso pessoal, apresentando potencial revolucionário para a vida humana e destacando a importância de estudos aprofundados sobre o tema.

A impressão 3D exige pesquisas para avaliar sua utilidade e funcionamento nos espaços onde é aplicada, abrangendo comércio, indústrias, hospitais e empresas que buscam avanços tecnológicos. Instituições de ensino e pesquisa devem acompanhar essas mudanças, percebendo como a ciência impacta a organização social e o cotidiano das pessoas. Del Vechio e Morandini (2020) destacam que a impressão 3D oferece amplas possibilidades à ciência e ao mercado, fabricando diversos objetos com processos facilitados. Desde os anos 1980, os custos vêm diminuindo e a precisão dos modelos aumentando, ampliando o acesso a produtos e serviços de qualidade. Esse avanço foi possível graças a estudos que tornaram a tecnologia mais acessível a pessoas, empresas e organizações sociais, com preços mais baixos e maior facilidade de uso.

Mello (2017) afirma que a aplicação da impressão 3D é vasta, abrangendo áreas como educação, setor automotivo e aeroespacial, além da saúde, onde revoluciona diagnósticos e cirurgias. A tecnologia, ao reproduzir designs simples ou complexos, tem causado mudanças significativas, ampliando ferramentas didáticas e pedagógicas no ensino. Del Vechio e Morandini (2020) destacam a impressão 3D como um campo de pesquisa promissor, com usos que vão de protótipos simples à possibilidade de criar órgãos humanos. Explorar seu potencial pode beneficiar pesquisadores e profissionais em diversas áreas. No

entanto, alertam para os riscos de uso inadequado por pessoas mal-intencionadas, destacando a necessidade de responsabilidade na aplicação dessa tecnologia.

A impressão 3D tem contribuído para a sociedade de forma inteligente, solucionando questões variadas e promovendo desenvolvimento científico e social. Contudo, é essencial que cientistas e pesquisadores coíbam usos inadequados, como fraudes ou falsificações, garantindo que a tecnologia seja usada de maneira ética. Braviano, Gomes e Medeiros (2016) explicam que, embora a impressão 3D exista há quatro décadas, seu acesso tornou-se viável recentemente, demonstrando o crescente interesse da sociedade. Essa acessibilidade tem possibilitado sua aplicação em atividades cotidianas, comprovando que tecnologias úteis são rapidamente incorporadas pela sociedade. O avanço tecnológico do século XXI tem estimulado a produção de conhecimentos científicos com objetivos claros e aplicabilidade social. A impressão 3D exemplifica esse processo, ao resolver problemas e permitir que instituições e organizações operem com mais eficiência. Essa tecnologia tem se mostrado essencial para o desenvolvimento da ciência e da sociedade, promovendo uma educação tecnológica necessária em um mundo cada vez mais voltado para a informação e inovação.

3 IMPRESSÃO 3D NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

As novas tecnologias têm sido amplamente aplicadas no processo educativo, especialmente no ambiente escolar, onde professores e alunos utilizam ferramentas digitais, informacionais e de comunicação para experiências pedagógicas inovadoras. Esse uso ainda é recente na educação brasileira, com a integração de computadores, tablets, celulares e plataformas digitais ao ensino e aprendizagem. Essas tecnologias emergentes têm contribuído significativamente para o aprendizado, auxiliando na formação tecnológica de professores e alunos. Embora não substituam o docente, tornam as aulas mais dinâmicas e atraentes, despertando um novo olhar dos estudantes para a sala de aula e incentivando a autonomia intelectual.

A ampliação das ferramentas tecnológicas na educação tem promovido novas interações entre ensino e aprendizagem. Contudo, é crucial escolher ferramentas adequadas para cada nível de ensino, garantindo um aprendizado significativo. Essas tecnologias também estimulam os estudantes a explorar elementos digitais e informacionais como aliados na construção do conhecimento. A tecnologia 3D, já utilizada em salas de aula, desperta curiosidade e promove interação entre estudantes. Esse recurso estimula os educandos a observar e construir saberes essenciais para sua formação escolar. Ela torna as aulas mais atraentes e lúdicas, promovendo maior envolvimento dos alunos, que podem desenvolver pesquisas e atividades de forma mais autônoma.

De acordo com Albuquerque, Loubet e Neto (2019), a implementação da impressão 3D em sala de aula requer acesso aos materiais necessários, permitindo a criação de recursos didáticos para aulas práticas e experimentais. Essa tecnologia desperta o interesse dos estudantes por áreas como ciências exatas, biológicas e humanidades, sendo responsabilidade do docente organizar o processo, com os alunos participando ativamente da construção de conhecimentos. É necessário propor mudanças significativas no processo educativo tradicional, frequentemente marcado pela resistência às novas tecnologias, especialmente por parte de docentes que temem que máquinas e inteligência artificial substituam suas funções. Contudo, essas tecnologias, como a impressão 3D, enriquecem o ambiente escolar com novos recursos didáticos, ampliando as possibilidades de ensino e aprendizagem.

A utilização da tecnologia 3D no processo educativo tem despertado interesse entre professores e alunos, contribuindo para tornar a educação mais atrativa e socialmente relevante. Conforme Albuquerque, Loubet e Neto (2019), a inovação educacional com tecnologias digitais, incluindo impressoras 3D, exige considerar as particularidades dos discentes e representa uma ação pedagógica essencial na reformulação do processo de ensino-aprendizagem. Essa reformulação implica mudanças radicais no ensino, que historicamente deve evoluir para avançar o processo pedagógico e proporcionar uma formação escolar de qualidade. A introdução de tecnologias como a impressão 3D permite

a manipulação de objetos, construção de maquetes e mapas, estimulando novas formas de inteligência, integração social e desenvolvimento educacional.

As novas tecnologias oferecem possibilidades educativas dinâmicas e atrativas, especialmente para crianças e jovens. É fundamental que as instituições de ensino invistam em recursos que viabilizem o uso dessas ferramentas, permitindo que professores e alunos desenvolvam atividades significativas no ambiente escolar. Segundo Albuquerque, Loubet e Neto (2019), o modelo de ensino tradicional, centrado na memorização, necessita de reestruturação para fomentar atividades práticas e construir conhecimento de forma integrada. A impressão 3D surge como uma proposta de intervenção que une teoria e prática, transformando o aluno em participante ativo na construção do saber, tornando o aprendizado mais relevante e conectado às demandas contemporâneas.

Neste sentido, um dos pontos importantes no uso das novas tecnologias aplicadas em educação, como a impressão em 3D, são as diversas possibilidades para a construção do conhecimento, de interações e formas de interatividades novas e principalmente a comunicação entre os estudantes que vai sendo melhorada. Desta maneira, percebe-se que com as tecnologias digitais, informacionais e da comunicação em sala de aula, tem condições da produção coletiva do conhecimento e não mais somente do professor como uma autoridade do conhecimento, pois agora, este passa a ser coletivo ou colaborativo em termos de sua produção. Tudo isso vai gerar uma mudança de mentalidade dos estudantes, uma nova consciência e despertar para uma autonomia intelectual. A busca por novas formas de investigação e a capacidade de pensar e projetar coisas também vão ser melhoradas ao longo dessas atividades.

Diante dessa realidade de transformações, é que os professores e demais integrantes de uma instituição de ensino irão perceber como essas tecnologias, como a impressão 3D, sendo bem aplicadas no processo educativo, terão um retorno satisfatório e produtivo em termos de aprendizado. Ainda assim, segundo De Jesus e Peres (2021), a impressora 3D é um recurso com potencial para integrar o conjunto dos equipamentos necessários. No entanto, para que

efetivamente ocorra seu uso, é preciso capacitação de professores e desenvolver a cultura, no meio educacional, de que a tecnologia é uma ferramenta facilitadora no aprendizado.

E na realidade esses são necessários para ampliar o processo de ensino e aprendizagem, onde as novas tecnologias estão presentes para poder facilitar a vida das pessoas, e na educação, essas possibilidades são amplas e por isso, devem ser utilizadas das melhores formas possíveis, pois vem auxiliar no desenvolvimento escolar e intelectual dos estudantes. Estamos diante de um contexto que apresenta mudanças constantes nos diversos segmentos da sociedade e a escola deve ser uma instituição que possa dar conta de ser inserida nesse conjunto de mudanças no sentido de buscar dar uma boa formação escolar para crianças e jovens, sendo que neste caso, as novas tecnologias ao serem aplicadas no processo educativo são ótimas fontes de conhecimento, como é a impressora em 3D.

Para De Jesus e Peres (2021), as facilidades atuais de acesso à impressora 3D são um dos elementos necessários para a inserção da tecnologia nas escolas. O uso de metodologias inovadoras no ensino requer recursos tecnológicos e tempo para capacitação de professores e acultramento do meio educacional. Assim, é preciso pensar em novas formas de abordagem dos conteúdos, novas estratégias didáticas e pedagógicas, pois de fato, todo o processo de ensino e aprendizagem historicamente deve passar por mudanças e muitas vezes as escolas resistiam em transformar o seu método tradicional, principalmente pelo medo da mudança, mas agora, é notório que algumas dessas mudanças tem trazido para a escola presencial novas formas de ensinar e aprender, algo que faz do processo educativo algo bem mais atrativo e interessante para que os estudantes possam se sentir seguros e estimulados para dar continuidade em sua formação escolar.

Então, investir em uma tecnologia como a impressão 3D requer também por parte dos responsáveis, que os docentes possam ter uma formação tecnológica para poder utilizar essa ferramenta em sala de aula com seus alunos. Desse modo, a escola tem que obrigatoriamente investir em formação continuada de professores e assim, dar as devidas condições para que estes

consigam não somente entender, mas saber construir didaticamente materiais para serem usados em sala de aula e fazer avançar o processo e a relação entre o ensino e a aprendizagem.

Trata-se de ações que envolvem um conjunto de coisas, objetos, mas principalmente as novas tecnologias que vem sendo aplicadas de forma sistemática no âmbito da sociedade, e a escola deve estar atualizada para poder desenvolver suas atividades a partir dessas ferramentas, pois como já foi percebido, estas trazem de fato, muitas possibilidades e formas de ampliar a visão sobre a realidade do aluno e, ao mesmo tempo, suas concepções sobre os fenômenos sociais, históricos, políticos e culturais. Neste sentido, podemos perceber as novas tecnologias como aliadas de todo o processo educativo, pois de alguma forma vêm facilitar o diálogo para um bom aprendizado em sala de aula, por isso, a preocupação destas se fazerem presentes no ambiente da instituição escolar e na sala de aula.

Podemos perceber ainda, a partir da concepção de Castillo e Junior (2017), que estes afirmam que, em relação ao uso da impressão 3D, torna-se interessante notar o entusiasmo dos alunos, mesmo depois do deslumbramento típico dos primeiros contatos, ao ver seus projetos sendo materializados. Eles ficam espantados e admirados ao ver seus arquivos digitais ganhando forma física, seguido de uma grande empolgação em poder manuseá-los, logo após concluídos. Tudo isso é fruto de questões que trazem, de fato, inovações e novas invenções descobertas para a sala de aula, fazendo de todo o processo educativo ações mais autônomas.

Por outro lado, não se trata somente de uma simples empolgação, mas sim, de todo um conjunto de coisas que trazem as tecnologias para a educação, onde os estudantes começam a ter um novo olhar e despertar para o conhecimento, para o respeito com os seus colegas, pois ao usar uma tecnologia em sala de aula, o professor vai colocá-los em igualdade de condições para que todos possam de forma sistemática se desenvolverem em termos de conhecimentos e com maior liberdade para criar seus objetos.

A partir dessa realidade em que se insere a impressão 3D no processo educativo, os professores e alunos, ampliam as formas de produzir

conhecimentos, de compreensão da realidade, ao mesmo tempo, em que fazem avançar as relações didáticas para um aprendizado mais significativo e que possa fazer sentido no âmbito da realidade em que esses alunos se inserem. Por isso, é preciso compreender a necessidade da utilização dessas novas ferramentas, pois estas surgem no âmbito de empresas de tecnologia de informática, mas que depois passa a ser inserida em outros espaços da sociedade assim, as escolas podem sem dúvidas ter essas ferramentas inseridas no seu ambiente, mas com um cunho pedagógico.

Ainda em relação ao processo de ensino e aprendizagem escolar sobre a tecnologia de impressão 3D, Evangelista e De Oliveira (2021) apontam que ocorre a necessidade de instrumentalizar as salas de aula, em conjunto às novas práticas, trazendo a oportunidade de os alunos experimentarem em seu cotidiano acadêmico (escolar) essas tecnologias, aproximando sua realidade acadêmica ao máximo da prática. Para isso, o ambiente pedagógico é reforçado quando o estudante é envolvido pela tecnologia e sua aplicabilidade rotineira, tornando-o mais confiante, seguro e preparado.

A junção entre teoria e prática é fundamental para a aprendizagem de crianças e jovens, permitindo que compreendam temáticas associadas a experiências concretas. A tecnologia de impressão 3D destaca-se ao oferecer caminhos para essa integração, exigindo uma escolha criteriosa de atividades para alcançar objetivos educacionais em sala de aula. Essas atividades preparam intelectualmente os alunos, permitindo-lhes combinar conhecimento teórico com a prática, por meio da manipulação e produção de objetos que podem ser aprimorados ao longo do processo educativo.

Quando bem aplicada, a impressão 3D na relação ensino-aprendizagem traz resultados produtivos. O aluno desenvolve curiosidade, participa ativamente das aulas, formula perguntas, discute e manipula objetos, ampliando sua compreensão geral sobre a realidade investigada. Assim, escolas e profissionais devem adotar esse recurso tecnológico, proporcionando aos estudantes novas experiências e horizontes até então desconhecidos.

Ao trabalhar com a tecnologia 3D, professores e alunos constroem recursos didáticos inovadores e metodologias ativas, promovendo a participação

coletiva. Cada estudante contribui tanto para o desenvolvimento teórico quanto prático do tema, enriquecendo o processo de aprendizado com colaboração e troca de ideias.

A próxima etapa concentra-se na aplicação da tecnologia 3D para estudantes com limitações visuais. Após reflexões teóricas e conceituais sobre o tema e sua relação com o ensino, o foco passa a ser identificar metodologias e caminhos eficazes para integrar alunos com deficiência visual no processo escolar. Esses estudantes devem ter igualdade de condições para participar, sendo inseridos plenamente nas relações educacionais, em consonância com a exigência de formação escolar inclusiva em nossa sociedade.

4 IMPRESSÃO 3D NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DOS DEFICIENTES VISUAIS

A tecnologia de impressão 3D tem demonstrado grande potencial para transformar a educação, permitindo que estudantes de diferentes níveis e modalidades desenvolvam conhecimentos por meio de metodologias ativas e recursos pedagógicos inovadores. Mais recentemente, pesquisas indicam que essa tecnologia pode beneficiar alunos com deficiência visual, promovendo aprendizado e avanços essenciais para sua inserção na escola e na sociedade. De acordo com De Pinho (2020), a presença de estudantes com deficiência visual em escolas regulares tem crescido, mas muitas instituições e profissionais ainda se sentem despreparados para atender a essa demanda. Para orientar atividades voltadas a esses alunos, é necessário que as escolas estejam organizadas e equipadas com tecnologias adequadas, como sistemas em braile, tablets adaptados e impressoras 3D, que podem contribuir significativamente para a formação escolar e cognitiva desses estudantes.

A impressão 3D, segundo De Pinho (2020), está relacionada à aprendizagem ativa, oferecendo materiais didáticos com formas táteis que permitem aos alunos tocar e explorar conteúdos expostos teoricamente em sala de aula. Essa abordagem promove igualdade de condições para que todos os estudantes, incluindo aqueles com deficiência visual, possam participar do

processo educativo e se desenvolver intelectualmente. Ao manipular objetos impressos em 3D, alunos com deficiência visual podem fazer perguntas e desenvolver curiosidade, ampliando seu aprendizado. Essa tecnologia enriquece aulas em disciplinas como Biologia, Física, Matemática e Química, transformando o ambiente escolar em um espaço de descobertas. O contato tátil com os materiais permite que esses estudantes compreendam melhor os conteúdos e se interessem mais por determinadas áreas de conhecimento.

De Pinho (2020) destaca a importância de discutir e divulgar os benefícios da impressão 3D para a educação de estudantes com deficiência visual. A confecção de modelos táteis por impressoras 3D, quando organizada de forma didática, beneficia tanto alunos com deficiência visual quanto seus colegas videntes, promovendo inclusão e melhor compreensão dos conteúdos. Essa tecnologia também auxilia na superação de limitações, permitindo que alunos com baixa visão ou cegueira aprendam por meio de modelos didáticos, enquanto seus colegas exploram novas perspectivas de aprendizado. De Pinho (2020) enfatiza que a adoção dessa ferramenta pode expandir a área educacional e contribuir para a construção de uma sociedade mais inclusiva e focada na produção de conhecimento significativo.

Aqui temos a compreensão de que essa tecnologia tem que estar cada vez mais presente nos espaços de aprendizado, tanto de alunos com deficiência visual ou não, pois sua relevância vem sendo comprovada a cada estudo. Os estudantes com limitações visuais em qualquer grau ao ter acesso a aulas de Matemática ou Física em que tenham disponíveis esse tipo de tecnologia, estes podem muito bem adiantar todo um processo de ensino e com qualidade, que é isso que a escola e educação devem oferecer para cumprir com suas funções sociais. Diante dessa realidade, é preciso que todos que estão vivendo as relações educacionais, possam trazer suas contribuições, como as famílias que deverão estar juntos com seus filhos e filhas, a sociedade civil cobrar das instituições como o Estado, pelos recursos e investimentos para que essas crianças e jovens possam ter o acesso garantido e, ao mesmo tempo, ter mais de uma tecnologia acessível para terem uma formação escolar plena e de qualidade.

Outros autores que trazem contribuições importantes sobre a tecnologia em 3D são Da Silva, Dos Santos e Junior (2020), que refletem sobre essa temática de forma sistemática e pontual. Sendo assim, a utilização de impressoras 3D mostra-se benéfica em diversas áreas do conhecimento, como a educação matemática. Seu uso aplicado na educação, especificamente na produção de materiais didáticos, pode trazer soluções de baixo custo e eficientes para melhorar o ensino em sala de aula, principalmente nos níveis fundamentais, os quais objetos táteis atraem mais atenção e curiosidade no aprendizado, podendo ser usados até mesmo como *“brinquedos educativos”*. Esses caminhos aqui apontados são interessantes, pois demonstra muito bem como um professor de Matemática ou outra disciplina pode construir objetos e demais materiais a partir da tecnologia em 3D e possibilitar ao seu aluno uma atividade em que este vai poder manipular um objeto, tocá-lo e manipulá-lo de forma que perceba como a partir daí, este pode se desenvolver e entender muito bem o sentido que foi dado aquela atividade.

Um ponto importante que podemos destacar quando o assunto é a tecnologia em 3D é a questão do lúdico, que pode ser inserido na atividade, pois em vários momentos o estudante pode achar que está brincando, mas não é, este está, sim, produzindo alguns tipos de conhecimento. Esse é um caminho que também pode ser seguido quando a tecnologia 3D estiver presente em uma atividade. Por isso, quando o professor está em sala de aula e organiza a sua atividade a partir de um modelo de impressão de objetos em 3D este vai estimular mais os seus educandos a participar mais do processo, onde tudo isso, vai gerar certa curiosidade e assim, este vai se empenhar em conhecer mais coisas sobre um assunto.

A partir da concepção de Da Silva, Dos Santos e Junior (2020), a tecnologia 3D pode revolucionar a maneira como ensinamos em sala de aula, tornando-a um ambiente mais inclusivo para os alunos, já que podemos utilizar materiais didáticos impressos em 3D, facilitando a aprendizagem quando trabalhamos com deficientes visuais. Podendo ampliar o contato entre os alunos, facilitar o trabalho dos professores e otimizar o entendimento dos estudantes, a tecnologia 3D aplicada em ambiente acadêmico se mostra um promissor objeto

de estudo, e que esperançosamente um dia se tornará parte de todas as instituições de ensino.

A palavra ou termo adequado para se referir a um recurso tecnológico, como as formas de impressão em 3D, é de fato inclusão, pois em um processo como esse, os docentes irão possibilitar uma educação inclusiva, onde todos podem ter acesso e de forma igual. Por outro lado, ao ter um objeto a partir dessa tecnologia em sala de aula, um aluno com deficiência visual vai ganhar em confiança e segurança para dar continuidade na sua formação, pois sabe que, com essas ferramentas, o seu desenvolvimento intelectual será produtivo.

De modo geral, é preciso que se possa avançar para a popularização das diversas tecnologias que podem ter aplicadas em educação, como a impressão em 3D, pois esta facilita o aprendizado, aproxima as pessoas, neste caso, professores e alunos, bem como desenvolver novas práticas didáticas e pedagógicas no ambiente escolar. Essa é uma tecnologia que desde o período em que foi gestada e desenvolvida na década de 1980, tem se aperfeiçoado bastante e seu preço tem se tornado acessível, então, todas as instituições de ensino como escolas, faculdades, universidades e demais institutos de pesquisa, podem sem dúvidas realizar investimentos para construir laboratórios tecnológicos que possam ampliar o acesso dos estudantes, pois assim, melhora também a qualidade do ensino e da aprendizagem.

Souza (2022) destaca como a tecnologia de manufatura aditiva, conhecida como impressão 3D, pode auxiliar educadores na transmissão de conhecimento para estudantes com deficiência visual. Essa tecnologia torna a sala de aula mais interativa, facilitando o ensino inclusivo por meio de objetos palpáveis, que tornam o aprendizado mais simples e intuitivo. A interação é essencial para esses alunos, permitindo-lhes explorar objetos como números e formas geométricas, enquanto os professores utilizam esses recursos para facilitar o processo educativo e estimular o aprendizado intuitivo.

Além disso, Souza (2022) aponta que a inclusão de tecnologias como a impressão 3D, ainda que em processo gradual, agrega valor ao ensino para todos os estudantes, independentemente de possuírem ou não deficiência. A transmissão de ensino mais interativa aumenta a participação dos alunos,

promovendo resultados mais significativos. O uso dessa tecnologia pode transformar a sala de aula em um ambiente mais acolhedor, engajando alunos em disciplinas como Matemática, que muitas vezes enfrentam resistência. Aplicada de forma adequada, a tecnologia tem o potencial de mudar comportamentos e melhorar o aprendizado.

Nakasone (2018) analisa as limitações dos métodos tradicionais para alunos com deficiência visual, como instrumentos adaptados de forma artesanal, que, embora úteis, enfrentam desafios como falta de padronização, dificuldade de armazenamento e transporte, além da dependência de habilidades artísticas dos criadores. No entanto, as novas tecnologias, como a impressão 3D, oferecem soluções mais práticas e acessíveis, transformando o processo educativo e a experiência dos alunos com deficiência visual.

Esses recursos tecnológicos já estão disponíveis a preços acessíveis, e algumas instituições e docentes no Brasil já dominam seu uso. Contudo, para ampliar seu impacto, é necessário que governos e escolas invistam na formação de professores e na disponibilização desses recursos. Assim, tecnologias como a impressão 3D podem contribuir para mudanças significativas no processo educativo, promovendo inclusão e avanços no aprendizado de estudantes com deficiência visual.

A tecnologia 3D facilita o trabalho de professores e alunos ao eliminar a necessidade de preparação manual de objetos e recursos didáticos, tornando-se um importante aliado na educação de estudantes com deficiência visual. Com base na inteligência artificial, essa tecnologia permite que os materiais sejam projetados previamente em um sistema de computador, otimizando o tempo de preparo e aumentando a eficiência das atividades em sala de aula. Além disso, investimentos em formação docente e em tecnologias comprovadamente eficazes podem transformar a realidade educacional dessas crianças e jovens.

Nakasone (2018) destaca a manufatura aditiva, ou impressão 3D, como uma tecnologia que contribui significativamente para a inclusão. Esse processo de fabricação, baseado em modelos computacionais, reduz custos e tempo em comparação aos métodos manuais, proporcionando materiais prontos e

organizados para atividades escolares. Essa eficiência libera mais tempo para o professor orientar os alunos e promove maior engajamento em sala de aula.

A utilização da impressão 3D também desenvolve nos alunos habilidades de iniciativa e autonomia. Com o tempo, os estudantes podem propor novos materiais e, em diálogo com colegas e professores, aprofundar seus conhecimentos. Essa interação favorece a construção de saberes que impactam diretamente sua mentalidade e comportamento.

Nakasone (2018) ressalta ainda a criação de maquetes táteis, que permitem a deficientes visuais explorar detalhes de locais específicos, desenvolvendo conceitos de orientação e mobilidade. Essas ferramentas ampliam a percepção espacial e promovem a autonomia dos alunos. A escola e os docentes, ao utilizarem a tecnologia 3D, podem criar condições para que esses estudantes desenvolvam atividades de forma positiva e recebam uma formação escolar de qualidade.

Cavalcanti, Everting e Sobral (2020) enfatizam que a comunicação e a educação são estruturadas por códigos compartilhados, construídos a partir dos sentidos. Os instrumentos sensoriais desempenham papel central no contato com a realidade e na sobrevivência, destacando a importância de recursos didáticos adaptados para incluir estudantes com deficiência visual. Nesse sentido, a impressão 3D representa uma abordagem coerente com uma proposta inclusiva de educação, oferecendo ferramentas adequadas para atingir os objetivos do ensino e promover uma relação eficaz entre ensino e aprendizagem..

É fundamental criar as condições para o acesso ao conhecimento por parte dos estudantes com deficiência visual, e neste caso, o uso dos recursos em impressão 3D é uma base forte de conhecimentos para ocorrer o desenvolvimento humano e social desses estudantes. Por outro lado, é preciso que os docentes possam criar as possibilidades para que esses alunos possam sentir, criar e dar sentido ao que eles vêm estudando, neste caso, construir objetos é um bom caminho para atingir esse fim, ter contato e tato com novos produtos e objetos é importante para que estes possam sentir determinadas coisas e assim, consigam se conectar com a realidade.

Por fim, ao estudar essa realidade desde a origem a formação das novas tecnologias aplicadas em educação, podemos perceber que se trata de um processo e de relações humanas complexas, onde as diversas ferramentas tecnológicas, informacionais, digitais e da comunicação, vem para trazer novos conhecimentos, metodologias, métodos e recursos didáticos para que os alunos com deficiência visual a partir destas, possam serem inseridos na relação de ensino e aprendizagem de forma sistemática e com qualidade. Por isso, instituições de ensino, docentes e demais profissionais envolvidos, devem buscar sempre conhecer, pesquisar, investigar no sentido de trazer novos conhecimentos e que estes possam serem aplicados na realidade destes alunos, ao mesmo tempo, em que se desenvolve todo um processo educativo de formação escolar e social desses estudantes.

5 GRÁFICOS DO ENEM EM 3D: UMA IMERSÃO TÁTIL NA MATEMÁTICA E NA REALIDADE POR MEIO DA IMPRESSÃO 3D

A acessibilidade no ensino-aprendizagem é fundamental para alcançar uma educação inclusiva e equitativa. O papel do LEDOR em exames oficiais tem sido debatido à luz do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), que valoriza a diversidade e a acessibilidade no ambiente educacional. Nesse contexto, surge a necessidade de ferramentas que promovam a autonomia e o desenvolvimento de habilidades, especialmente no ensino de gráficos para estudantes com deficiência visual, sem subestimar suas capacidades.

O objetivo de novas ferramentas não é substituir o LEDOR, audiodescrição ou outras metodologias existentes, mas agregar valor ao processo educacional, enriquecendo a experiência de aprendizagem. Essas ferramentas devem permitir que estudantes com deficiência visual identifiquem variáveis, compreendam relações de dependência, analisem informações e tomem decisões baseadas em gráficos, ampliando suas possibilidades de desenvolvimento e participação.

A impressão 3D surge como uma solução viável para produzir gráficos acessíveis. Essa tecnologia, já utilizada com sucesso em experiências

pedagógicas como a visualização de modelos atômicos e geométricos, demonstra grande potencial para melhorar a compreensão de gráficos por estudantes com deficiência visual. A experiência tátil proporcionada por gráficos tridimensionais permite uma exploração concreta e acessível das informações apresentadas, promovendo inclusão e equidade no ambiente educacional.

Ao imprimir gráficos em 3D, torna-se possível oferecer aos alunos com deficiência visual uma abordagem palpável que facilita a interpretação e compreensão dos conteúdos. Essa prática não só amplia suas possibilidades de aprendizado, mas também garante o acesso igualitário ao conhecimento e às oportunidades acadêmicas e pessoais.

Para estruturar essa abordagem, optou-se por uma sequência didática. Zabala (1998, p. 18) define sequência didática como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim”. Segundo o autor, essa organização permite uma análise processual que inclui planejamento, aplicação e avaliação, contribuindo para uma prática educativa mais inclusiva e eficaz.

Nesse sentido, essa sequência de atividades foi planejada e estruturada, levando em consideração os objetivos educacionais a serem alcançados, as características e necessidades dos estudantes com deficiência visual e os recursos disponíveis. Dessa forma, a sequência didática não apenas proporcionará um guia claro e organizado para o desenvolvimento das atividades, mas também permitirá uma abordagem mais abrangente, que englobe desde o planejamento e a preparação dos materiais até a aplicação e a avaliação dos resultados obtidos. Isso garantirá não apenas a eficácia do processo de ensino-aprendizagem, mas também a possibilidade de reflexão e aprimoramento contínuo por parte dos educadores envolvidos. Ao oferecer uma variedade de gráficos para exploração, pretende-se estimular a curiosidade e a criatividade dos estudantes, ao mesmo tempo, em que se promove o desenvolvimento de habilidades cognitivas e a capacidade de aplicar conceitos matemáticos em diferentes contextos.

Assim, os gráficos utilizados nesta proposta pedagógica foram selecionados a partir de questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Cada atividade é denominada de "momento" e é estruturada em torno de um título, objetivo e lista de materiais necessários. No início de cada atividade, é apresentada a questão base, que servirá como ponto de partida para o desenvolvimento das atividades subsequentes.

No primeiro momento de cada atividade, a questão é apresentada sob a perspectiva do leitor da prova do ENEM. Esse enfoque visa proporcionar aos alunos com deficiência visual uma compreensão inicial da questão e dos dados apresentados, preparando-os para os momentos seguintes da atividade.

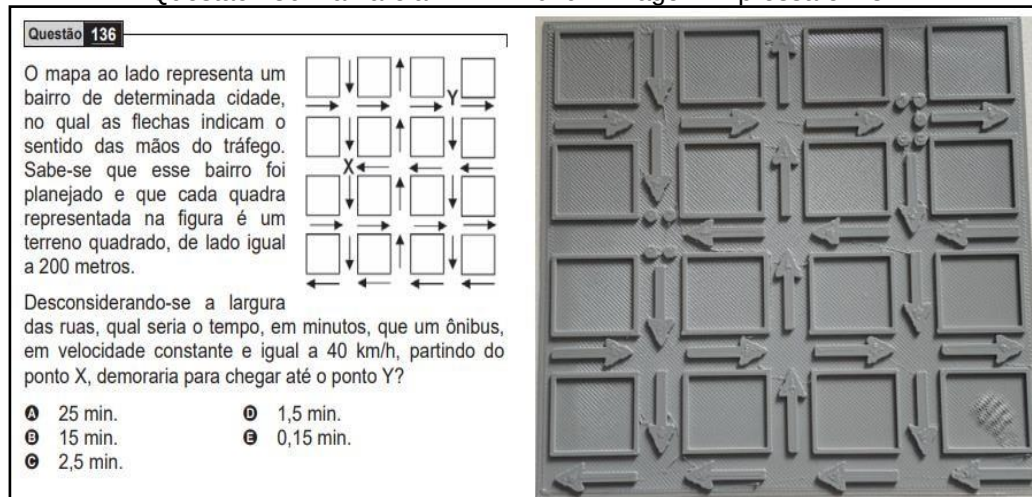
No segundo momento da atividade, busca-se proporcionar aos alunos a compreensão detalhada de como cada elemento do gráfico está representado. Isso faz-se necessário considerando que, parte significativa dos alunos podem não ter tido contato prévio com a representação visual dos dados. Neste momento, o professor pode apresentar cada componente do gráfico de forma individualizada, explicando seu significado e como ele contribui para a representação dos dados. Perguntas orientadoras podem ser utilizadas para auxiliar os alunos a identificar e compreender cada parte do gráfico, garantindo que eles tenham uma base sólida para a interpretação dos dados e a resolução da questão. Lembrando que as questões constituem um ponto de partida inicial e que o professor pode utilizar de sua experiência para aprofundar no aprendizado.

No terceiro momento da atividade, os alunos são incentivados a refazer a questão do ENEM por completo, utilizando o gráfico impresso em 3D, além do texto da questão em braile ou utilizando um leitor de texto no computador. É essencial proporcionar aos alunos a liberdade de escolherem o método de registro que melhor se adapte às suas necessidades e preferências individuais, podendo optar por utilizar uma máquina braile, reglete ou computador. Esta abordagem visa garantir que os alunos tenham acesso aos recursos que lhes permitam expressar seu entendimento de forma eficaz e confortável.

A partir disso, leva-se em consideração que não se poderia simplesmente propor atividades que colocassem gráficos de forma aleatória para que o estudante pudesse desenvolver habilidades que ainda não lhe foram oferecidas, imersões para que ele pudesse potencializá-las. Por isso, pensou-se inicialmente em três atividades que priorizam a identificação dos eixos,

identificação de coordenadas, localização no plano cartesiano, e comparação de grandezas, como podem ser vistas na Questão 136 – prova amarela – 2009– 2º dia, representados nas imagens a seguir, tendo a primeira imagem a original da prova, e na segunda o gráfico impresso em 3D:

Questão 136 – amarela ENEM 2019 x Imagem impressa em 3D



Fonte: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem/provas-e-gabaritos>

As sequências nesse padrão servirão como um primeiro passo para familiarizar os estudantes com os conceitos fundamentais relacionados aos gráficos, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento de habilidades mais avançadas no futuro. Além disso, ao oferecer uma sequência didática estruturada e progressiva, pretende-se criar um ambiente propício para a aprendizagem, no qual os estudantes com deficiência visual se sintam motivados e capacitados a explorar e compreender os gráficos de forma significativa. É indispensável que, antes de explorar as diversas informações, o aluno possa passear pelas imagens e, da mesma forma como é introduzido com os alunos videntes, que ele possa ir compreendendo o instrumento utilizado.

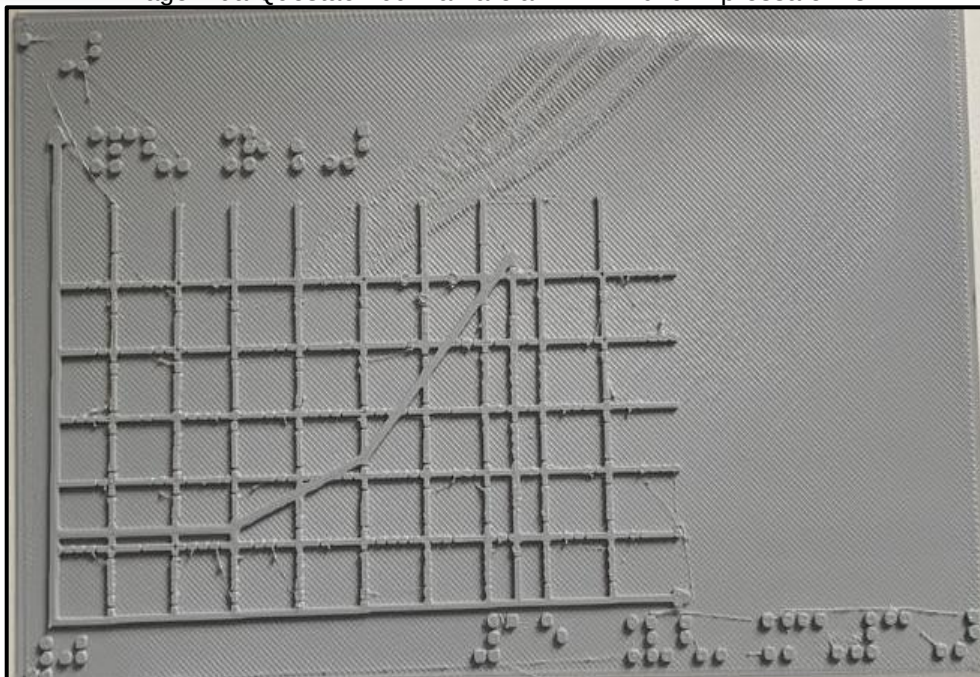
Portanto, a elaboração cuidadosa e planejada dessas atividades é essencial para garantir que os objetivos educacionais sejam alcançados de forma eficaz, promovendo o desenvolvimento cognitivo e a autonomia dos estudantes com deficiência visual. Ao proporcionar uma abordagem inclusiva e acessível, baseada no uso da impressão 3D e na estruturação de uma sequência

didática adequada, espera-se que os estudantes possam não apenas compreender, mas também explorar e dominar os conceitos relacionados aos gráficos, contribuindo assim para uma educação mais equitativa e inclusiva.

Após essa primeira sequência de três aulas, apresentam-se mais três tipos de gráficos, incluindo gráficos com linhas, gráficos com barras e gráficos de pontos, possibilitando uma maior interação e uma ampliação do conhecimento do aluno. Essa diversificação dos tipos de gráficos visa proporcionar aos estudantes com deficiência visual uma experiência mais abrangente e enriquecedora, permitindo que eles explorem diferentes representações visuais de dados e desenvolvam habilidades específicas relacionadas à interpretação e análise de cada tipo de gráfico, e possa ampliar o conceito de localização proposto nas três primeiras sequências, como pode ser visto na imagem a seguir:

Nessa nova sequência de três gráficos, o aluno, além das identificações propiciadas pelas três primeiras experiências, tem agora a possibilidade de ampliação das habilidades, trabalhando com gráficos de linhas, de barras e de pontos. Essa variedade de representações gráficas oferece ao aluno a oportunidade de desenvolver a comparação pela dimensão das barras, pela altura das linhas e pelos pontos, explorando diferentes aspectos visuais e numéricos dos dados apresentados. Além disso, por exemplo, ao trabalhar com gráficos de linhas, o aluno tem a chance de compreender a linha como constituinte das informações representadas, permitindo-lhe identificar cada ponto individualmente, mesmo fazendo parte de um todo. Isso promove uma compreensão mais profunda das relações e tendências apresentadas pelos dados, capacitando o aluno a interpretar e analisar os gráficos de forma mais crítica e precisa.

Imagem da Questão 169 – amarela ENEM 2019 impressa em 3D

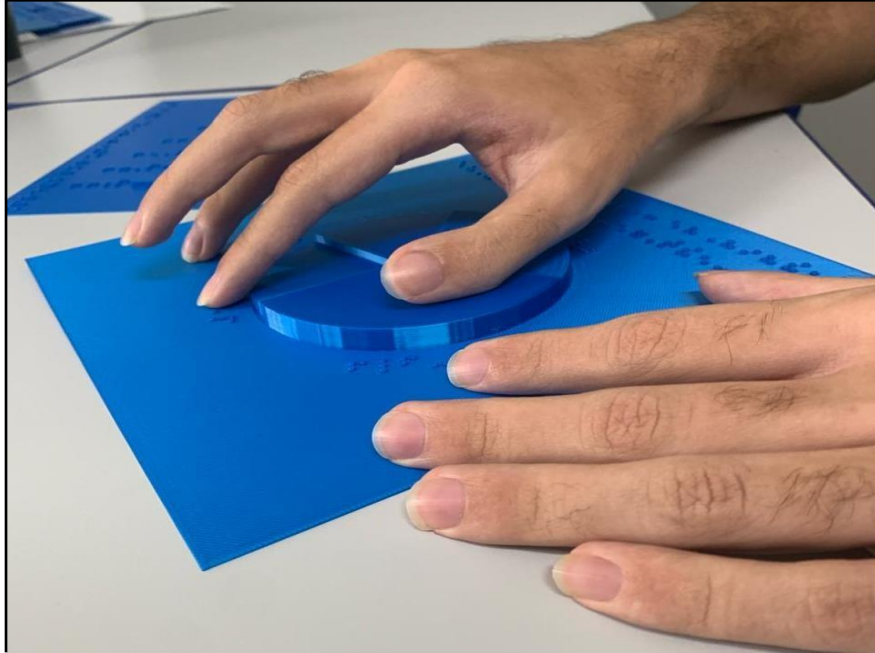


Fonte: próprio autor

Essa ampliação das habilidades proporcionada pelos novos tipos de gráficos permite ao aluno desenvolver competências essenciais relacionadas à interpretação e análise de dados, preparando-o para enfrentar desafios mais complexos e aplicar seus conhecimentos de forma eficaz em diferentes contextos.

Por último, são propostas mais quatro sequências envolvendo gráficos mais complexos, nos quais é necessário interpretar várias informações e trabalhar com gráficos de barras duplas, gráficos de pizza e inter-relacionar informações de mais de um tipo de gráfico. Essa complexificação de ideias possibilita que o estudante, a partir do que foi desenvolvido nas seis experiências anteriores, amplie seu aprendizado a partir de situações com maior exigência.

Imagem de um estudante com Questão 167– amarela ENEM 2019 impressa em 3D



Fonte: próprio autor

A inclusão de gráficos mais complexos visa desafiar os estudantes a aplicar os conhecimentos adquiridos em situações mais desafiadoras, que requerem um raciocínio mais elaborado e a capacidade de interpretar e analisar dados de forma mais sofisticada. Os gráficos de barras duplas, por exemplo, permitem ao aluno comparar duas variáveis diferentes ao mesmo tempo, enquanto os gráficos de pizza exigem a compreensão das proporções e a capacidade de identificar relações entre diferentes partes de um todo.

Ao inter-relacionar informações de mais de um tipo de gráfico, os estudantes são incentivados a fazer conexões entre diferentes conjuntos de dados e a desenvolver uma compreensão mais abrangente e integrada do tema em questão. Isso promove uma aprendizagem mais significativa e estimula o desenvolvimento de habilidades cognitivas complexas, como a análise crítica, o pensamento sistêmico e a resolução de problemas.

Dessa forma, a sequência de atividades proposta busca proporcionar aos alunos com deficiência visual uma experiência de aprendizagem completa e enriquecedora, que os capacite a enfrentar os desafios do mundo real e a alcançar seu pleno potencial acadêmico e pessoal. Ao oferecer uma abordagem inclusiva e acessível, baseada na utilização da impressão 3D e na estruturação

de uma sequência didática adequada, espera-se que os alunos possam desenvolver as habilidades necessárias para enfrentar os desafios do século XXI e se tornarem cidadãos ativos e participativos em suas comunidades.

Toda proposta do produto educacional é pensada como um despertador de experiências para que professores e alunos possam desenvolver estratégias para ampliar essas ideias e promover uma maior inclusão. É fundamental lembrar que os gráficos impressos em 3D são apenas uma ferramenta, e como tal, devem ser adaptados às necessidades individuais de cada aluno. Cada estudante possui suas próprias vivências e especificidades, e é ele, com a mediação do professor, quem melhor compreende o que contribui para sua autonomia e compreensão.

Dessa forma, ao valorizar a singularidade de cada aluno, contribuimos para o seu real aprendizado, superando a ideia de que a aprendizagem é válida somente a partir da experiência visual. Ao reconhecer e respeitar as diferentes formas de aprendizagem, podemos oferecer um ambiente educacional mais inclusivo e acolhedor, onde todos os alunos se sintam valorizados e capazes de alcançar seu potencial máximo.

Portanto, ao implementar o uso de gráficos impressos em 3D como parte de uma abordagem inclusiva e personalizada, é essencial que os educadores estejam atentos às necessidades individuais de cada aluno e estejam abertos a adaptar as atividades de acordo com essas necessidades. Somente assim podemos garantir que todos os alunos tenham acesso igualitário ao conhecimento e possam desenvolver suas habilidades de forma plena e significativa.

6 CONCLUSÕES

A tecnologia de impressão em 3D tem revolucionado diversos campos da sociedade, oferecendo possibilidades inovadoras e impactantes em áreas como medicina, engenharia, arquitetura e educação. A capacidade de criar objetos tridimensionais a partir de modelos digitais tem permitido avanços significativos

em termos de customização, prototipagem rápida e produção sob demanda, tornando-a uma ferramenta versátil e poderosa em diversos contextos.

No âmbito educacional, a impressão em 3D representa uma oportunidade única de promover um ensino-aprendizado mais inclusivo e acessível, especialmente para estudantes com deficiência visual. Ao aliar essa tecnologia ao desenvolvimento de um produto didático baseado em uma sequência didática estruturada, que trabalha com gráficos do ENEM de 2009 até o presente, é possível proporcionar aos estudantes com deficiência visual a oportunidade de acessar e compreender de forma significativa os conteúdos presentes nesses e em qualquer outro gráfico, da mesma forma que um aluno vidente o faz.

Essa abordagem não apenas amplia as possibilidades de aprendizagem dos estudantes com deficiência visual, mas também promove a inclusão e a equidade no ambiente educacional, garantindo que todos os alunos tenham acesso igualitário ao conhecimento e às oportunidades de desenvolvimento acadêmico e pessoal. Ao reconhecer e valorizar a singularidade de cada aluno, podemos criar um ambiente educacional mais acolhedor e estimulante, onde todos os estudantes se sintam motivados e capacitados a alcançar seu pleno potencial.

Portanto, a utilização da tecnologia de impressão em 3D aliada ao processo de ensino-aprendizagem representa um passo significativo em direção a uma educação mais acessível e equitativa. Ao investirmos em soluções inovadoras e adaptáveis, podemos promover uma verdadeira transformação na forma como os estudantes com deficiência visual aprendem e se desenvolvem, capacitando-os a enfrentar os desafios que lhes são apresentados e a contribuir de forma significativa para a sua inserção plena na sociedade.

A tecnologia de impressão 3D, ao ser incorporada no processo de ensino-aprendizagem, especialmente para estudantes com deficiência visual, apresenta benefícios significativos, como a promoção da inclusão e o aumento da acessibilidade ao conhecimento. Os resultados desta pesquisa podem auxiliar diretamente a sociedade ao incentivar práticas pedagógicas mais inclusivas e acessíveis, enquanto a academia é beneficiada pelo aprofundamento de debates sobre o uso de tecnologias emergentes no ensino.

Apesar das contribuições, esta pesquisa apresenta algumas limitações. A análise foi restrita a casos específicos e à aplicação de gráficos em disciplinas de exatas, deixando espaço para explorar outras áreas do conhecimento. Além disso, a implementação de tecnologias como a impressão 3D em escolas enfrenta desafios logísticos e financeiros, como a necessidade de capacitação de professores e aquisição de equipamentos.

Recomenda-se, para trabalhos futuros, ampliar o escopo para investigar o impacto da impressão 3D em diferentes contextos educacionais, bem como realizar estudos longitudinais que avaliem os resultados a longo prazo dessa tecnologia no aprendizado de estudantes com deficiência visual. Outro caminho promissor é explorar parcerias entre instituições públicas e privadas para a disseminação e viabilização dessa prática

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Leonardo Martinez, LOUBET, Sara de Souza, NETO, Antônio de Freitas. **O uso da impressora 3D no processo de ensino e aprendizagem.** Revista Sala de Aula em Foco, vol. XX, n. XX, 2019.
- BRAVIANO, Gilson, GOMES, Luiz Salomão Ribas, MEDEIROS, Ivan Luiz. **Impressora 3D tendências para a sociedade do consumo.** São Paulo, Senac, 2016.
- CARVALHO, R. E. **Educação Inclusiva:** com os pingos nos "is". Porto Alegre: Mediação, 2004. 176 p.
- CASTILLO, Leonardo Gomes, JUNIOR, Natal Anacleto Chicca. **Os desafios em utilizar a impressão 3D no processo de ensino-aprendizagem de design.** Porto Alegre, UFRGS, 2017.
- CAVALCANTI, Anna, EVERTING, Marli, SOBRAL, João. **Ver com as mãos e dar a luz a um mundo: A tecnologia 3D e suas possibilidades cognitivas para pessoas cegas.** Buenos Aires. Revista Cuaderno, n. 83, 2020.
- CHEVALIER, T. **A Dama e o Unicórnio.** Trad. Maria de Fátima St. Aubyn. Lisboa, Temas e Debates, 2005. Disponível em: <<https://www.deficienciavisual.pt/r-VisaoFariaMeISerMaisDoce-Tracy%20Chevalier.htm>>. Acessado em 13 de setembro de 2021.
- DA SILVA, Sani de Carvalho Rutz, DOS SANTOS, Thiago Roberto, JUNIOR, Albino Szesz. **O uso da impressora 3D na inclusão de deficientes visuais na educação matemática.** Toledo, UTFPR, 2020.
- DE JESUS, Natã, PERES, Fabiana. **Impressora 3D no ambiente educacional: Um mapeamento sistêmico da literatura.** Foz do Iguaçu, 18º Congresso Latino-Americano de Software Livre e Tecnologias Abertas, 2021.
- DE PINHO, Francisco Victor Alves. **A utilização da impressão 3D na educação de alunos portadores de deficiência visual.** Editora Realize, CONEDU, 2020.
- DEL VECHIO, Gustavo Henrique Morandini. **Impressão 3D, tipos e possibilidades: Uma revisão de suas características, processos, usos e tendências.** Revista Interface Tecnológica, vol. 17, n. 02, 2020.
- EVANGELISTA, Fábio Lombardo, DE OLIVEIRA, Lincon Moura. **Estudo das consequências da aplicação de impressoras 3D no ambiente escolar.** Brasília, Revista Physicae Oranun, vol. 07, n. 01, 2021.
- MACHADO, Ledo Vacaro. **Adaptação de instrumentos de avaliações públicas para superar limitações de leitura enfrentada por participantes cegos.** Rio de Janeiro, Benjamin Constant, vol. 28, n. 64, 2022.

NAKASONE, Fábio Kiei. **Manufatura aditiva como ferramenta inclusiva no ensino técnico**. CIET/ENPED, 2018.

SOUZA, Jackson Wilke da Cruz, MOURA, Victor Gabriel de Jesus. **Usos e aplicações da impressão 3D: Das Indústrias aos lares**. Revista CEI, vol. 05, n. 01, 2023.

SOUZA, José Vinicius. **Recursos didáticos táteis para auxiliar deficientes visuais no aprendizado de Matemática: Artefatos no âmbito da manufatura aditiva**. Salgueiro, IFSE, 2022.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998

ZENI, M. **Os Cegos no Rio de Janeiro do Segundo Reinado e Começo da República**. Niterói, Universidade Federal Fluminense.