

TECNOLOGIA ASSISTIVA: ACESSIBILIDADE NO ENSINO DE CÁLCULO III

Ângela Cristina Santos Vilcarromero – angela.vilcarromero@facens.br

Juan Domingues - juanfacens@gmail.com

Ântoni Cristiano Romitti - antoni.romitti@facens.br

Alexandre Marcos de Mattos Pires Ferreira - alexandre.ferreira@facens.br

Sandra Bizarria Lopes Villanueva – sandra.lopes@facens.br

Centro Universitário FACENS

Rodovia Senador José Ermírio de Moraes, 1425, - Castelinho km 1,5 - Alto da Boa Vista
SOROCABA/SP - CEP 18087-125

Resumo: *Há alguns anos, uma diversidade de estudantes ingressa nas instituições de ensino e nas escolas, envolvendo todo seu corpo educativo, e devem-se buscar formas para beneficiar a todos, sem distinção, na construção de conhecimento. Com a preocupação de realizar de forma efetiva a inclusão de alunos com Necessidades Educacionais Especiais o Centro Universitário Facens – UNIFACENS vem investindo cada vez mais em tecnologias educacionais e formação continuada de seus professores. O presente artigo apresenta a situação de inclusão de um aluno deficiente visual (DV), do curso de Engenharia da Computação, e o desafiador processo de aprendizagem da disciplina de Cálculo III. O objetivo deste trabalho é explicitar os recursos didáticos táteis que o Centro Universitário Facens – UNIFACENS vem desenvolvendo para auxiliar na aprendizagem deste aluno.*

Palavras-chave: *Inclusão. Tecnologia Assistiva. Cálculo.*

1 INTRODUÇÃO

A Declaração Universal dos Direitos Humanos, promulgada no século XVIII como resultado da Revolução Francesa e adaptada em Assembleia Geral das Nações Unidas em 1948, assegura a todo ser humano igualdade de valor e reconhece que cada pessoa na sociedade em que vive tem o direito de desenvolver integralmente sua capacidade cognitiva, para assim incluir-se como indivíduo ativo na sociedade (ARZABE; GRACIANO, 1998).

As condições de acesso no Brasil, referente à educação de pessoas com necessidades especiais foi formalizado de forma mais efetiva a partir da década de 1990, com a promulgação da lei 9.394/ 96, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996).

A reflexão e discussão de ideias sobre as políticas educacionais inclusivas tem provocado a alteração de um paradigma segregacionista, e migrado para uma maior flexibilização e adaptação do sistema educativo vigente. PACHECO e COSTAS (2006) afirmam que os princípios que regem a metodologia de educação especial estão fundamentados nos direitos plenos à educação, à igualdade de oportunidades e também à sua participação na sociedade. Em consequência direta dos avanços legais nos diferentes graus de ensino, emerge desta forma um novo desafio: a inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais no ensino superior.

Segundo a Política Nacional para Educação Inclusiva (BRASIL, 2008), um estudante com Necessidades Educacionais Especiais (NEE) é um cidadão com potencial para aprendizagem como qualquer outro aluno, cabendo à instituição escolar explorar sua potencialidade e ao professor incluir esse aluno, em seu sentido mais amplo: incluir não apenas socialmente, mas como um todo, integrando conhecimento, aprendizado e ensino. Porém, a construção do conhecimento pode tornar-se complexa dependendo da necessidade educacional desse aprendiz e, por vezes, mais difícil ao se tratar de conteúdos mais elaborados, como aqueles presentes no Ensino Superior, por onde as várias áreas do conhecimento são exploradas, muito além daquelas já aprendidas e sabidas na Educação Básica.

As metodologias de ensino para pessoas com deficiência visual, é marcada por uma série de demandas não atendidas que comprometem drasticamente a inclusão do estudante deficiente visual no ensino superior, e o exclui totalmente do universo de possibilidades da educação na área das ciências exatas, em especial em um de seus componentes curriculares: a Matemática. A escassez de recursos e ferramentas didáticas, a exclusão tecnológica, a ausência da experimentação didática ajustada durante a escolarização, a pouca quantidade de pesquisas sobre o ensino de matemática e também das ciências em geral para pessoas com deficiência visual, são fatores determinantes e que concorrem para a manutenção da situação atual dessa modalidade de ensino. Todos esses fatores ajudam a reduzir consideravelmente a possibilidade de promoção e aperfeiçoamento do entendimento da matemática no ensino superior.

Dispondo-se desta forma, da imensa necessidade de expansão e adaptação da metodologia didática de ensino a alunos portadores de necessidades especiais, o presente trabalho aborda a problemática do ensino de Cálculo para pessoas com deficiência visual, no contexto atual da educação inclusiva. Indubitavelmente, este é um escopo de atuação em que a pesquisa é incipiente, porém, todas as questões referentes merecem um tratamento sistemático e metodologicamente aprofundado (CAMARGO, 2000; COSTA, 2004).

Tecnologia Assistiva (TA) é compreendida como todo arsenal de recursos, expressos por diversas formas, sejam equipamentos, dispositivos ou adaptações, podendo ser um produto de baixa tecnologia ou alta tecnologia, mas que, ao fim, permitam ao indivíduo uma melhora em

suas ações no que tange, fundamentalmente, a interação que mantém com o meio ambiente proporcionando autonomia e sentimento de ser capaz (FONSECA e LIMA, 2008).

Design de produtos lida com a criação e o estudo de objetos capazes de nos auxiliar nos afazeres do dia a dia procurando a melhor interação entre produto e usuário. Os produtos de Tecnologia Assistiva têm como objetivo principal auxiliar pessoas com necessidades especiais no desempenho de suas funções, reduzindo incapacidades para a realização de atividades da vida diária e da vida prática (BRENDLER, 2014).

No contexto educacional inclusivo, a Tecnologia Assistiva caracteriza-se como um conjunto de recursos que promovem o acesso e a participação dos alunos com deficiência na aprendizagem, com o apoio de serviços que têm por objetivo identificar os problemas enfrentados por seus alunos e propor intervenções interdisciplinares que envolvem o design, a reabilitação e a educação. Os serviços de Tecnologia Assistiva são responsáveis pela avaliação, desenvolvimento/seleção e pela implementação de recursos, metodologias e práticas capazes de promover a superação de barreiras e construir as condições necessárias ao desenvolvimento educacional desses alunos com deficiência (BERSCH, 2009).

A concepção e utilização de recursos didáticos adaptados foram construídos no intuito de sanar as dificuldades inerentes das representações gráficas tão comuns nas disciplinas de Cálculo. Tais ferramentas, que serão descritas em maiores detalhes ao longo deste trabalho, foram utilizadas no ambiente de sala de aula pelo aluno deficiente visual (DV), sempre levando em consideração os critérios essenciais para sua eficiência e funcionalidade.

Os critérios fazem referência, em um primeiro momento, ao aperfeiçoamento da percepção tátil e a relevância inerente à adaptação e adequação dos recursos ao deficiente visual. A qualidade tátil extrapola o trivial sentido do tato; inclui necessariamente a percepção e a interpretação por meio da exploração sensorial. As informações obtidas por meio do tato têm de ser adquiridas sistematicamente, e ajustadas de acordo com o desenvolvimento, para que os estímulos táteis sejam significativos (GRIFING e GERBER, 1996).

Nesse cenário de inclusão e adaptação, apresentamos a experiência de ensino da disciplina de Cálculo III do Centro Universitário Facens - UNIFACENS, Sorocaba-SP, a um aluno com deficiência visual (DV), do curso de Engenharia da Computação, utilizando o método de Tecnologia Assistiva através de vários materiais didáticos para a compreensão e a percepção tridimensional.

2 METODOLOGIA

A disciplina de Cálculo III aborda tópicos de Funções de Várias Variáveis, Derivadas Parciais e Integrais Múltiplas, sendo uma disciplina do terceiro semestre dos cursos de Engenharia do Centro Universitário Facens - UNIFACENS.

Com a presença de um aluno DV em uma das salas, tendo conhecimento prévio de derivadas e integrais de funções de uma variável, buscaram-se métodos de ensino para esta disciplina com âmbito tridimensional.

A fim de que o aluno DV possa ter entendimento dos conceitos e expressões matemáticas utilizadas na disciplina, todas as aulas são feitas oralmente, essencialmente. Todo o material é preparado adequadamente de modo que o aluno possa utilizá-lo através do software NVDA.

O programa NVDA é uma plataforma de código aberto de leitura de tela para sistema operacional Windows. Auxilia pessoas com deficiências visuais descrevendo os itens na tela do computador por meio de audiodescrição. O NVDA foi iniciado em meados de 2006, pelo jovem australiano Michael Curran, de apelido Mick. Mick então cursava o segundo ano de bacharelado em Ciência da Computação, mas muito tempo antes ele já percebera as distorções

e mazelas que cerceiam o acesso das pessoas cegas, mais especificamente no campo tecnológico. (SILVIA, 2012).

Para a percepção de figuras tridimensionais utilizadas na disciplina, materiais táteis foram necessários.

As ferramentas táteis são um dos recursos que devem ser adaptados às necessidades específicas dos educandos, pois, no processo ensino aprendizagem, torna-se essencial a estimulação de um dos principais canais de exploração do aprendiz com deficiência visual – o tato ativo ou háptico (FERNANDES; HEALY, 2007). O educando sem acuidade visual lê o mundo (FREIRE, 1967, 1974) por outro sentido: utiliza-se do tato, explorando e conhecendo através das mãos. Assim, alguns materiais são indispensáveis, embora não suficientes, para o processo de ensino e aprendizagem dos DV, tais como *reglete*, punção e textos transcritos em Braille (SEGADAS *et al.*, 2015). Porém, torna-se imprescindível a utilização de outros recursos didáticos.

Segundo CERQUEIRA e FERREIRA (2000, p. 1), os recursos didáticos são “[...] todos os recursos físicos utilizados com maior ou menor frequência em todas as disciplinas, áreas de estudo ou atividades que visam auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem de maneira mais eficaz [...]”.

Os materiais didáticos utilizados e construídos durante a pesquisa buscaram respeitar alguns critérios de eficiência de acordo com CERQUEIRA e FERREIRA (2000, p. 26):

- ✓ Tamanho: cuidado com materiais excessivamente pequenos que não ressaltam detalhes ou que sejam facilmente perdidos;
- ✓ Significação Tátil: o material precisa ter um relevo perceptível;
- ✓ Aceitação: cuidado com materiais que ferem ou irritam a pele;
- ✓ Fidelidade: o material deve representar com máxima exatidão o modelo original;
- ✓ Facilidade de Manuseio: o material deve proporcionar ao aluno uma utilização prática;
- ✓ Resistência: a confecção deve ser feita com materiais que não estraguem facilmente devido ao frequente manuseio pelos alunos;
- ✓ Segurança: não deve oferecer perigo aos alunos.

Nesta seção serão apresentados os materiais didáticos utilizados para o ensino de conteúdos matemáticos das disciplinas de Cálculo III para um estudante DV.

2.1 Multiplano

O Multiplano é uma ferramenta criada pelo professor Rubens Ferronato em 2000, o qual, diante das dificuldades enfrentadas ao ensinar conteúdos matemáticos a um estudante cego, sentiu-se desafiado a pensar e a elaborar uma ferramenta capaz de suprir as necessidades desse aprendiz (FERRONATO, 2002). Desde então, a ferramenta foi sendo aprimorada e hoje é comercializada para uso de educandos com ou sem acuidade visual. O material consiste em uma placa perfurada de linhas e colunas perpendiculares com furos equidistantes que servem para encaixar pinos que apresentam identificação de números, sinais e símbolos matemáticos tanto em Braille, quanto em algarismos indo-arábicos (*Idem*), facilitando a leitura do educando e do professor sem que este necessite conhecer o Braille.

Na Figura 1 está representada, no plano cartesiano, uma região definida por duas funções necessárias para o cálculo de uma integral dupla sobre regiões gerais.

Figura 1 – Representação gráfica de uma função no Multiplano.



Fonte: Acervo dos autores.

Descrição do problema: Encontre o volume do sólido que é limitado superiormente pelo cilindro $z = x^2$ e inferiormente pela região delimitada pela parábola $y = 2 - x^2$ e pela reta $y = x$ no plano xy .

Acessibilidade ao aluno (adaptação para o programa NVDA): Encontre o volume do sólido que é limitado superiormente pelo cilindro $z = x^2$ e inferiormente pela região delimitada pela parábola $y = 2 - x^2$ e pela reta $y = x$ no plano xy .

2.2 Impressões em 3D

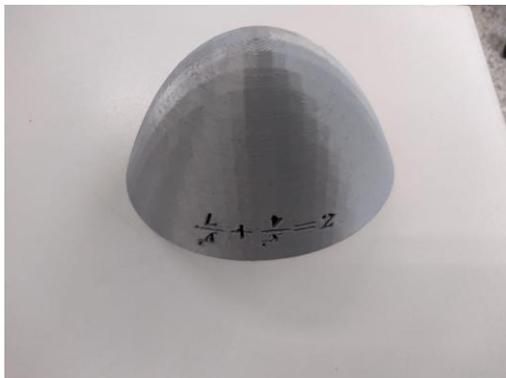
Com uma impressora 3D, pode-se facilmente construir objetos tridimensionais que facilitam o aprendizado não só do aluno deficiente visual, mas também de toda a turma.

Mudar a maneira a qual tiramos nossas ideias do papel é a essência dos Fab Labs, através de ferramentas controladas por computador podemos fazer “quase” qualquer coisa. Com a impressão 3D (FDM - fused deposition modeling / Manufatura Aditiva), materializamos suas ideias, projetos e até mesmo conceitos, em um "simples" toque tecnológico. Um dos pilares da Indústria 4.0, a impressão 3D atualmente não está presente apenas no ambiente industrial, ou na cultura maker, existem diversos estudos de aplicação dessa tecnologia principalmente na medicina. A impressão 3D também tem avançado no sentido de ajudar deficientes visuais e pessoas com visão parcial a “enxergar” o mundo ao seu redor (Ântoni, Fab LAB FACENS, comunicação pessoal).

Neste intuito, o Fab LAB FACENS foi procurado para imprimimos alguns modelos open source da professora Australiana Elizabeth Denne que pesquisa “Teoria Geométrica de Nós”. Os modelos impressos foram usados pela professora Ângela Cristina Santos Vilcarromero, na busca por alternativas no ensino da disciplina de Cálculo III, da instituição UNIFACENS, para o aluno que apresenta deficiência visual. Consequentemente sendo útil também para explorar a visão tridimensional que a disciplina exige dos alunos (Ântoni, Fab LAB FACENS, comunicação pessoal).

Na Figura 2 apresentamos a impressão em 3D das superfícies (representação gráfica de funções de duas variáveis) para um melhor entendimento do conteúdo desenvolvido na disciplina, não somente do aluno DV, mas de todos os alunos da classe.

Figura 2 – Impressão 3D de sólidos.



Fonte: Acervo dos autores.

Na Figura 3 apresentamos a impressão em 3D de algumas superfícies (representação gráfica de funções de duas variáveis) e suas curvas de nível.

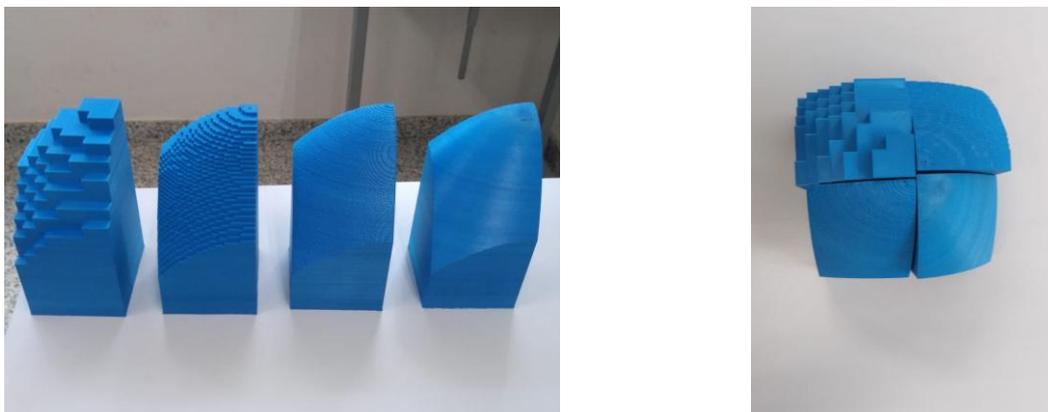
Figura 3 – Impressão 3D de sólidos e curvas de nível.



Fonte: Acervo dos autores.

Na Figura 4 apresentamos a impressão em 3D das superfícies (representação gráfica de funções de duas variáveis) utilizadas para a interpretação geométrica da integral dupla.

Figura 4 – Impressão 3D de sólidos.



Fonte: Acervo dos autores.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na disciplina de Cálculo III trabalhamos com o tridimensional e para tanto é necessário a abstração por parte dos estudantes. Com um aluno deficiente visual em sala de aula, foi necessária uma nova metodologia de ensino e a busca por materiais que pudessem suprir esta necessidade.

A elaboração de materiais didáticos tácteis impactou não apenas o aprendizado do aluno com necessidades educacionais especiais, mas a classe como um todo, pois serviram como apoio visual tridimensional, comprovando que o aprendizado deve partir do concreto para o abstrato, independentemente da idade, do nível social e da disciplina ministrada. Os recursos didáticos tácteis auxiliaram na promoção da inclusão do aluno com deficiência visual e facilitaram o processo de aprendizagem.

Este trabalho foi desenvolvido a partir de nossa vivência, experiência profissional, buscando a valorização das diferenças entre os que aprendem, pois acreditamos que a deficiência visual não limita a capacidade de aprender. As metodologias empregadas para o processo de aprendizagem, os meios de acesso ao conhecimento e à informação, devem ser adequados a todos os educandos.

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente ao aluno com DV por seu carisma e receptividade; ao monitor Juan pelo acompanhamento e colaboração durante às aulas; ao Antoni pela cooperação no processo de impressão 3D das peças. Agradecemos também ao coordenado do ciclo básico e à coordenação geral pelo apoio. E o Centro Universitário Facens - UNIFACENS que permitiu que este projeto pudesse ser concluído.

REFERÊNCIAS

ARZABE, P. H. M.; GRACIANO. P. G. A declaração universal dos direitos humanos – 50 anos. In: Procuradoria Geral do Estado de São Paulo. **Direitos Humanos: construção da liberdade e da igualdade.** v. 1. 1. ed. São Paulo: Centro de Estudos da Procuradoria Geral do Estado, 1998.

BERSCH, R. C. R. **Design de um serviço de tecnologia assistiva em escolas públicas.** Tese apresentada ao Programa de PósGraduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Política Nacional de Educação Especial com Perspectivas na Educação Inclusiva.** Brasília, 2008. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/politica.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2019.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>. Acesso em: 27 abr. 2019.

BRENDLER, C.F. *et al.* Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais. **Revista Educação Gráfica**, Bauru, v.18, n. 03, 2014.

CAMARGO, E. P. **Um estudo das concepções alternativas de repouso e movimento de pessoas cegas**. Bauru. 2000. 219p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. de M. B. Recursos didáticos na educação especial. **Benjamin Constant**. 5. ed. Rio de Janeiro: IBCENTRO, p. 24-29, 2000.

COSTA, L.G. **Apropriação tecnológica e ensino: as tecnologias de informação e comunicação e o ensino de física para pessoas com deficiência visual**. Porto Alegre. 2004. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FERNANDES, S. H. A. A.; HEALY, L. Ensaio sobre a inclusão na educação matemática. **Revista Iberoamericana de Educação Matemática**, n. 10, p. 59-76, jun. 2007.

FERRONATO, R. **A construção de instrumento no ensino da matemática**. 2002. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

FONSECA, L.; LIMA, C. **Paralisia cerebral: neurologia, ortopedia, reabilitação**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 57. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. São Paulo: Paz e Terra, 1967.

GRIFING, H. C.; PAUL J. GERBER. **Desenvolvimento tátil e suas implicações na educação de crianças cegas**. Rio de Janeiro: Revista Benjamin Constant, 5. ed, dezembro de 1996.

PACHECO, R. V.; COSTAS, F. A. T. O processo de inclusão de acadêmicos com necessidades educacionais especiais na Universidade Federal de Santa Maria. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, n. 27, p. 151-170, 2006. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/educacaoespecial/article/view/4360>>. Acesso em: 27 de maio de 2019.

SILVIA, Viviane Ferreira. **Processos de comunicação online na experiência de usuários com deficiência visual: desafios na criação de interfaces digitais acessíveis**. São Paulo: PUC-SP, 2012. Disponível em: <<https://tede.pucsp.br/bitstream/handle/4414/1/Viviane%20Ferreira%20Silva.pdf>>. Acesso em: 30 de abril de 2019.

SEGADAS, C. C. V.; ROCHA, D. F.; OLIVEIRA, H. B. L.; BARBOSA, P. M. **Atividades matemáticas para deficientes visuais**. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, 2015.

ASSISTIVE TECHNOLOGY: ACCESSIBILITY IN CALCULUS III TEACHING

Abstract: *A few years ago, a diversity of students joins in educational institutions and in schools, involving your whole body, and must seek ways to benefit everyone, without distinction, in the construction of knowledge. As part of our commitment to carry out effectively the inclusion of students with special educational needs of the Facens University Center - UNIFACENS has been investing increasingly in educational technologies and continuing training of their teachers. This article presents the situation of inclusion of a visually impaired student, of the course of computer engineering, and the challenging process of learning Calculus III. The aim of this paper is to clarify the teaching resources that Facens University Center – UNIFACENS is developing to assist this student learning.*

Key-words: *Inclusion. Assistive Technology. Calculus.*