



Discentes com Deficiência Visual: Estudo de Caso com Cálculo Diferencial e Integral Adaptado

Jorge Carvalho Brandão¹; Miguel Ângelo da Silva²; Elisângela Bezerra Magalhães³

Resumo: O presente trabalho mostra as estratégias utilizadas em uma disciplina de Fundamentos de Cálculo para Engenheiros, a qual é equivalente ao Cálculo Diferencial e Integral com uma variável, contemplando em uma das disciplinas duas discentes com baixa visão. Como metodologia, usou-se a *eclética*, isto é, dependendo do conteúdo a ser abordado e das especificidades de cada discente (com necessidades educacionais especiais – NEE) em determinadas situações iniciava-se apresentação de conteúdos por meio de problemas, analisando erros, intermediado pelo método Van Hiele. As avaliações passaram a ser contínuas e continuadas e o docente precisou reaprender a ensinar. Uma psicopedagoga auxiliou nas intervenções com discentes, fazendo leitura facial destes e analisando gestos e expressões e um colega matemático auxiliava ações usando WhatsApp. Como conclusões parciais, a mais significativa foi que demais discentes sem aparentemente ter NEE, e muitos sendo experientes (tendo pelo menos uma reprovação na referida disciplina), conseguiram entender a essência dos conceitos de derivação e integração.

Palavras chave: Cálculo Diferencial; Deficiência visual; Adaptações.

Students with Visual Disabilities: A Case Study with Adaptive Differential and Integrated Calculation

Abstract: The present work shows the strategies used in a discipline of Fundamentals of Calculus for Engineering, which is equivalent to the Differential and Integral Calculus with a variable, contemplating in one of the disciplines two students with low vision. As a methodology, it was used eclectic, that is, depending on the content to be approached and the specifics of each student (with special educational needs (SEN) in certain situations, the presentation of content through problems, error analysis, intermediary by the Van Hiele method. Assessments became continuous and continuous and the teacher had to relearn how to teach. A psychopedagogue assisted in the interventions with the students, doing facial reading of these and analyzing gestures and expressions and a mathematical colleague assisted actions using WhatsApp. As partial conclusions, the most significant was that other students without apparently having SEN, and many being experienced were able to understand the essence of the concepts of derivation and integration.

Keywords: Differential Calculus; Visual impairment; Adaptations.

Introdução

Diante da inclusão de pessoas com Necessidades Educacionais Especiais (NEE) nas universidades que aderiram ao Sistema de Seleção Unificada (Sisu), tivemos pela primeira vez

¹ Prof. Dr. Programa de Mestrado e Doutorado em Educação da UFC e-mail : profbrandao@ufc.br;

² Doutorando em Educação brasileira UFC e-mail: miguelconta2005@yahoo.com.br;

³ Doutoranda em Educação brasileira UFC e-mail: lala2magalhaes@gmail.com

contato com este maravilhoso público como estudantes universitários. Já havia trabalhado em capacitações, sendo nível de educação básica.

Durante o período de 2018 fui docente de três turmas de Fundamentos de Cálculo para Engenharias, disciplina anual, com 128 h/aula, tendo na ementa conteúdos de limites, derivadas e integrais (técnicas de integração, integrais impróprias e aplicações). Em uma delas havia duas discentes com baixa visão.

O presente trabalho indica de maneira metódica as estratégias apresentadas visando contemplar tanto discentes com NEE quanto demais discentes presentes, e aparentemente sem nenhuma necessidade especial, nas respectivas turmas. Com efeito, não posso ministrar aulas exclusivamente para um ou dois discentes se, em um futuro próximo, tais discentes estarão no mercado de trabalho atuando em conjunto com outras pessoas.

Desta feita, este relato tem como *objetivo principal* apresentar conjunto de métodos utilizados em uma turma de Cálculo Básico para engenharias no qual contava com a presença de duas discentes com baixa visão.

Como pergunta norteadora podem-se destacar *as estratégias conjuntas usadas para contemplar discentes com deficiência visual e discentes de boa visão são eficazes?* Ou seja, como saber se os conteúdos foram de fato assimilados? Houve perda de *qualidade* na forma de ensino, e de aprendizagem, pelos demais discentes, se comparados com as outras turmas com sujeitos sem, aparentemente, necessidades educativas especiais?

Repare nobre leitor, que frequentemente uso a expressão *aparentemente sem necessidades educativas especiais*. Com efeito, conforme será descrito no percurso metodológico, as NEE não estão atreladas a um grupo de sujeitos com um estigma: ou deficiência visual ou Transtorno de Espectro Autista (TEA) ou com deficiência auditiva, etc. Essa expressão pode, a meu ver, ser estendida para aqueles discentes que, por exemplo, ingressam em um dos cursos de engenharias *achando* que sabem matemática.

Diante das ações promovidas visando contemplar as discentes com deficiência visual, constatei que havia discentes que argumentavam como certas expressões do tipo: $(a + b)^2 = a^2 + b^2$ ou $1/(a + b) = (1/a) + (1/b)$. Uma maneira de contornar e superar tais dificuldades foram a forma de se expressar matematicamente.

A seguir, apresentaremos brevemente referencial utilizado neste relato.

Referencial Teórico

Cegueira pode ser a perda total da visão e as pessoas acometidas dessa deficiência precisam se utilizar dos sentidos remanescentes para aprender sobre o mundo que as cerca. Gil (2000) indica que a *baixa visão* é a incapacidade de enxergar com clareza, mas trata-se de uma pessoa que ainda possui, de alguma forma, sua capacidade visual, que, apesar do auxílio de óculos ou lupas, a visão se mostra baça, diminuída ou prejudicada de algum modo.

Vale ressaltar que ambas as discentes eram cegas do olho esquerdo e usavam *Arial Black* tamanho 18 para atividades escritas. Por sua vez, cada uma das discentes sentava em cantos opostos na sala de aula. Sentavam na primeira fila, sendo uma na extremidade esquerda, a outra na direita.

Segundo elas, deve-se ao fato da luminosidade ou reflexo da escrita do pincel, na cor preta, no quadro branco. Primeira particularidade a observar enquanto docente: passei a usar apenas a parte central do quadro branco. No percurso metodológico apresento outras estratégias atrelas à vivência em sala de aula.

Todavia, visando contextualizar conteúdos, cada aula iniciava com uma situação problema. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), segundo Barell (2007), é um método de ensino que se baseia na utilização de problemas como ponto inicial para adquirir novos conhecimentos. A curiosidade que leva à ação de fazer perguntas diante das dúvidas e incertezas sobre os fenômenos complexos do mundo e da vida cotidiana. Esclarece que, nesse processo, os alunos são desafiados a comprometer-se na busca pelo conhecimento, por meio de questionamentos e investigação, para dar respostas aos problemas identificados.

Por sua vez, como saber se as respostas apresentadas estão coerentes? Caso errem na resolução dos problemas, como analisar tais erros? Helena Cury (2007) atesta que esse método serve para a análise das respostas de estudantes. Como categoria de análise as respostas são separadas em “totalmente corretas”, “parcialmente corretas” e “incorretas”, fazendo a contagem do número de respostas de cada tipo. Algumas vezes, dependendo do tipo de questão e de resposta, encontram-se apenas duas classes, respostas corretas ou erradas.

O método Van Hiele (1986), a seguir descrito, foi um dos norteadores para as atividades que usavam material concreto para construção de conceitos, principalmente atrelados às derivadas. A teoria de Dina e Peter Van Hiele, adaptada para pessoas com deficiência visual

por Brandão (2010) e revisitada por Lira e Brandão (2013), refere-se ao ensino e aprendizagem da Geometria. Esta teoria, desenvolvida nos anos 50 do século XX, propõe uma progressão na aprendizagem deste tópico através de cinco níveis cada vez mais complexos. Esta progressão é determinada pelo ensino.

Conforme teoria há cinco níveis de aprendizagem da Geometria: visualização (nível 0), análise (nível 1), ordenação (nível 2), dedução (nível 3) e rigor (nível 4).

Por fim, e não menos importante, há a avaliação. Hoffmann (2001) indica que o ato de avaliar tem como interpretação cuidadosa e abrangente das respostas do aluno frente a qualquer situação de aprendizagem, sendo necessário entendê-la como acompanhamento de uma trajetória.

Luckesi (2005), ao se referir às funções da avaliação, alerta para a importância do avaliador estar atento à sua função ontológica, que é a de diagnosticar. Ela representa a base para uma coerente tomada de decisão, visto que se trata do meio de encaminhar os atos subsequentes, na perspectiva de uma situação positiva em relação aos resultados almejados. Além de diagnosticar, a avaliação tem a função de propiciar a auto compreensão do nível e das condições em que se encontram tanto o educando quanto o educador.

Esta *mescla* de teorias é que chamo de *eclética* pois não segui literalmente e a todo instante uma única sequência de estratégias, conforme descrevo no tópico a seguir.

Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como *estudo de caso*, o qual é a estratégia escolhida ao se examinar acontecimentos contemporâneos. Entretanto, a riqueza do fenômeno e a extensão do contexto da vida real exige que o pesquisador enfrente uma situação tecnicamente distinta, pois existirão muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados (YIN, 2010).

Dentre as variáveis pode-se destacar: uma discente com baixa visão tinha uma boa base matemática e adentrou na instituição tão logo concluiu o ensino médio. A outra discente tinha concluído ensino médio em 2010 e tinha muito déficit na matemática.

Ambas tiveram acessos aos mesmos recursos tecnológicos, por sua vez, só uma participou mais ativamente das atividades propostas. Momentos de *reforço* de conteúdos, ou

aulas extras com monitores ou orientandos de pós-graduação, uma era mais assídua do que a outra. Enfim: atividades semelhantes para discentes com perspectivas distintas, haja vista uma de elas quererem continuar no curso escolhido enquanto a outra ter interesse em modificar (embora o Cálculo seja disciplina obrigatória em qualquer curso pretendido pela jovem).

Para saber se atividades desenvolvidas na turma com as jovens com deficiência visual não comprometeriam o desempenho em relação ao todo, isto é, em relação às outras turmas, considerei uma turma como controle. O critério de escolha foi a turma de controle ter mesmos dias de aula em relação à turma estudada (uma turma acontecia nas segundas e quartas de 08h00min às 10h00min e a outra de 14h00min às 16h00min).

Outro fator: ambas as turmas continham 60 estudantes matriculados. Na turma de controle segui meu padrão de ensino, a saber, apresentava uma situação problema inicial que servia de estímulo para introdução de um determinado conceito. Exemplo: *durante uma gripe atribuída às aves, na Ásia, pesquisadores recomendaram que os aviários fossem construídos em grandes galpões refrigerados (...) cada produtor construía seu aviário usando telas de arame com 20 metros de comprimento (desconsiderar altura as telas). Se o formato de cada aviário era retangular, quais as medidas do retângulo de maior área?*

Tradução: dentre todos os retângulos de perímetro 20 metros, qual possui maior área?

Neste caso específico uma estratégia para resolução foi solicitar que construíssem retângulos com as medidas dadas para o perímetro. Lógico, após discentes argumentarem que problema solicita área de um retângulo de perímetro conhecido. Tabelas foram confeccionadas a partir de valores sugeridos pelos discentes. Notaram que quanto mais próximas eram as medidas dos lados maior era a área. Ou seja, a resposta *tendia* para um quadrado.

Por sua vez houve quem afirmasse quadrado não ser retângulo. Assim sendo, usando papéis foram confeccionados vários quadriláteros. Em seguida, discentes eram convidados a identificar tipos de quadriláteros, para tanto, segui as estratégias de Van Hiele (1986) e Lira e Brandão (2013). Não tive tal preocupação na turma de controle. Motivo: segui meu planejamento de aulas *tradicionais*.

Aproveitei a oportunidade, dado que discentes estavam compreendendo conceitos de quadriláteros e fiz a seguinte pergunta: como se lê: $(a + b)^2$? Muitos discentes responderam “a” mais “b” ao quadrado ser dar pausa na fala.

Em seguida perguntei: e como se dá a leitura de $a + b^2$? *Impressionados* alguns responderam o mesmo anterior. É claro que sendo expressões distintas a leitura matemática deve ser distinta.

Assim sendo, introduzi produtos notáveis indicando primeiro a figura geométrica associada para então expressar o algebrismo. Entendendo: $(a + b)^2$ recomendei que lessem o quadrado de (lados de medidas) “a” mais “b”. Para $a + b^2$ a ideia foi a junção de um retângulo de área “a” (sim, $a = a \times 1$ – logo, retângulo de lados “1” e “a”) com um quadrado de lado “b”.

Reparem a metodologia *eclética*: inicialmente apresentei uma situação problema contextualizada, em seguida trabalhei com análise de erros, dado que havia discentes que não entendiam um quadrado ser um retângulo, usei Van Hiele para analisar o nível dos discentes.

Vale ressaltar que atividades eram contínuas e continuadas, ou seja, não se encerrava em uma única aula conteúdo abordado. Entendendo, fazendo um recorte no tempo, os produtos notáveis que usei para dedução da derivada de x^n , sendo n número inteiro e positivo, também foi revisto o conteúdo para ensinar técnicas de integração, por exemplo integrais de $1/f(x)$ nos casos de $f(x) = x^2 + 6x + 9$, em seguida $f(x) = x^2 + 6x + 8$ ou $f(x) = x^2 + 6x + 10$. Nobre leitor, lembras quais técnicas de integração usam-se, respectivamente?

Ressalta-se que integrais de funções do tipo $f(x) = 1/(ax^2 + bx + c)$, sendo a , b e c reais, com a diferente de zero, estão atreladas, entre outras aplicações, às reações químicas entre dois elementos (químicos). Daí um dos estímulos para inserção da referida técnica de integração.

Ou no caso das técnicas de integração por substituição trigonométrica quando no integrando há raiz quadrada de uma expressão do tipo $ax^2 + bx + c$, com $a \neq 0$. Expliquei o motivo de a técnica envolver substituição trigonométrica (e, ocasionalmente, substituição por função hiperbólica).

Deduzi, usando vários papéis 60kg de formato retangulares, o porque de $\Delta = b^2 - 4ac$, sendo geometricamente interpretado como retirar de um quadrado de lado b quatro retângulos de lados a e c e reconstruir figura para compreensão de $\Delta > 0$ (formar retângulo), $\Delta = 0$ (formar quadrado) e $\Delta < 0$ (precisar completar para gerar retângulo). É claro, fiz e discentes manipularam três exemplos de cada caso antes de abstrair.

A figura 1 tem uma ilustração para $x^2 + 6x + 9$. Deve-se considerar que a unidade 1 é uma medida arbitrária. No caso, escolhi minha unidade como sendo um quadrado de lados

iguais a três centímetros (par facilitar manipulação das discentes com baixa visão). Optei por usar papel na cor amarela.

O x , que é retângulo de lados iguais a x e a 1, ou seja dado pelo produto de x por 1, usei um retângulo com medidas 12 cm por 3 cm. Optei por papel na cor vermelha. E o quadrado de lado x , ou seja, x^2 , era papel no formato 12 cm por 12 cm. Usei cor verde.

Vale ressaltar que inicialmente tentei usar o material dourado. No caso do $x^2 + 6x + 9$ interpreta-se como uma tábua, junta com seis varetas e nove cubinhos. Desvantagem observada: como interpretar, por exemplo, $x^2 - x$? Se “+” representar inserir, juntar, então “-” significa retirar. E como retirar do material dourado? Recortar a peça? Foi daí que surgiu a necessidade de inserir papeis. A região sombreada da figura 2 indica $x(x - 1)$ como resultado de $x^2 - x$.

$X^2 = X \cdot X$	$X = X \cdot 1$	$X = X \cdot 1$	$X = X \cdot 1$
$X = X \cdot 1$	$1 = 1 \cdot 1$	$1 = 1 \cdot 1$	$1 = 1 \cdot 1$
$X = X \cdot 1$	$1 = 1 \cdot 1$	$1 = 1 \cdot 1$	$1 = 1 \cdot 1$
$X = X \cdot 1$	$1 = 1 \cdot 1$	$1 = 1 \cdot 1$	$1 = 1 \cdot 1$

Figura 1: esboço de $x^2 + 6x + 9$

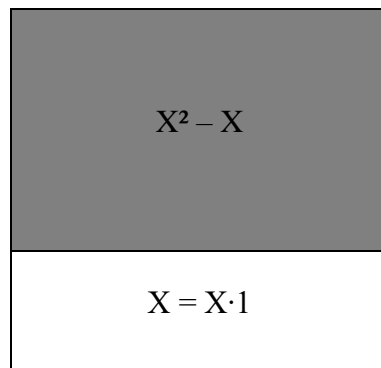


Figura 2: esboço de $x^2 - x$

Material concreto e geoplano foram utilizados para auxiliar a compreensão de retas tangentes, de partições de regiões abaixo de uma função contínua $y = f(x)$, acima do eixo x e limitada lateralmente pelas retas $x = a$ e $x = b$, com $a < b$.

Talvez o grande diferencial tenha sido a forma de apresentação dos conteúdos. Não obstante material concreto, conforme já citado, o conteúdo era descrito pelo menos de três formas distintas. A saber: (1) verbalizava o que seria apresentado; (2) escrevia um resumo no quadro branco, após explanação verbal; (3) uma foto do que estava escrito era tirada e postada em grupo de WhatsApp; (4) fazia gravação de áudio, no referido grupo. Áudio não excedendo dois minutos para cada foto apresentada.

O grupo de WhatsApp foi criado para acompanhar as duas jovens. Para não excluir demais estudantes, solicitei que os demais 58 fizessem grupos (de WhatsApp) com no máximo dez discentes. Cada grupo de discentes indicava um representante para ter acesso ao meu grupo (que me incluía e as duas pessoas com deficiência visual).

Em relação às avaliações, as duas discentes com deficiência visual faziam cada uma das avaliações em dois momentos. As avaliações escritas eram realizadas em dias de quarta feira. Assim, no primeiro momento, na segunda feira, e individualmente, cada uma realizava um diálogo presencial com docente. Eram indagadas sobre conteúdo visto até momento, se elas reconheciam o conteúdo diante de alguma situação problema (ou seja, era lido um texto no qual discente tinha uma cópia em Arial Black 18).

Discente deveria indicar elementos estudados (por exemplo, se no texto há a indicação de que a taxa de crescimento de uma dada população é diretamente proporcional à quantidade presente em dado instante, discentes deveriam informar que taxa significa... ser proporcional

equivale a...). Na terça feira, ou seja, um dia após diálogo/avaliação oral, usava-se a ferramenta WhatsApp para dialogar, em grupo, outras situações problemas ou questões de livros didáticos.

Na quarta feira, dia da avaliação escrita, enquanto os demais discentes recebiam uma prova com cinco questões, sendo duas contextualizadas, isto é, com textos para serem interpretados e resolvidos, e três questões de cálculo direto (ou derivação ou integração), as discentes com deficiência visual recebiam uma prova com três questões. Uma questão contextualizada (pois a outra já havia sido avaliada oralmente diante do diálogo na segunda) e duas de cálculo direto.

Observei que, comparando as notas médias das duas turmas, a turma onde estavam presentes as discentes com NEE teve média final 6,4 enquanto a outra a nota foi 5,7. A taxa de aprovação foi, respectivamente, 72% e 62%. Mas, o que é importante, e ainda não foi analisado, dado que o foco foi observar as discentes, é fazer uma análise dos erros de todas as questões de todos os discentes.

Com efeito, repito, o foco foi adaptar conteúdos para discentes com deficiência visual, sem excluir demais discentes da turma. Assim sendo, será que as adaptações foram significativas para demais discentes?

Conclusões

Neste relato não temos condições de informar as 27 adaptações realizadas durante o desenvolvimento da disciplina, contemplando desde interpretações de produtos notáveis, passando por interpretação geométrica da derivada até técnicas de integração. O que consegui relatar é para mostrar que é um desafio contemplar discentes com necessidades educativas especiais incluídos em salas regulares, sem excluir demais discentes sem aparentemente ter NEE.

Também não abordei a inclusão na instituição a qual trabalho. Um dos motivos: ser professor é ser desafiado a encontrar formas alternativas de ensinar os mesmos conteúdos aos diferentes discentes, pois cada um, independentemente de ser portador de NEE, tem um ritmo de aprendizagem.

Fica um questionamento: individualmente, será que as adaptações foram significativas para cada discente, independentemente de ter ou não ter NEE? Desta feita, concluo este relato com questionamentos para pesquisas futuras: (1) Fazer uma análise dos erros de cada discente e (2) acompanhar alguns dos discentes em disciplinas futuras, como Cálculo Vetorial e Equações Diferenciais Ordinárias para assegurar se estratégias foram, ou não foram, satisfatórias.

Referências

BARELL, J. **Problem-Based Learning. An Inquiry Approach**. Thousand Oaks: Corwin Press, 2007.

CURY, H. **Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2007.

BRANDÃO, J. **Matemática e deficiência visual**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará, UFC - Faculdade de Educação, 2010.

BRASIL. **Programa Nacional de apoio à educação de pessoas com deficiência visual: Orientação e Mobilidade – Projeto Ir e Vir**. Brasília: MEC/SEE, 2002.

_____. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais Da Educação Básica/ Lei 9394/96** Em 20 de dezembro de 1996. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 31. ed. - São Paulo: Paz e Terra, 2005.

GIL, M. (org.). Secretaria de Educação a Distância, BRASIL MEC. **Deficiência visual**, 2000.

HOFFMANN, Jussara. **Avaliação mito e desafio: uma perspectiva construtivista**. Porto Alegre: Educação & Realidade, 2001.

LEE, C. **Language for learning mathematics, assessment for learning in practice**. Berkshire: Open University Press, 2006.

LIRA, A. K. & BRANDÃO, J. **Matemática e deficiência visual**. Fortaleza: Editora da UFC, 2013.

LUCKESI, C. **Avaliação da aprendizagem na escola: reelaborando conceitos e criando a prática**. 2 ed. Salvador: Malabares Comunicações e eventos, 2005.

VAN HIELE, P.M. **Structure and insight**: a theory of mathematics education. Academic Press, 1986.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

_____. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Tradução Ana Thorell; revisão Técnica Cláudio Damacena. – 4. ed.- Porto Alegre: Bookman, 2010.



Como citar este artigo (Formato ABNT):

BRANDÃO, Jorge Carvalho; SILVA, Miguel Ângelo da; MAGALHÃES, Elisângela Bezerra. Discentes com Deficiência Visual: Estudo de Caso com Cálculo Diferencial e Integral Adaptado. **Id on Line Rev.Mult. Psic.**, 2019, vol.13, n.45, p. 680-690. ISSN: 1981-1179.

Recebido: 01/05/2019

Aceito 06/05/2019