

POTENCIALIDADES DO GEOGEBRA NO ENSINO DE CÁLCULO: UM RELATO SOBRE O ENGAJAMENTO DE ESTUDANTES NA CONSTRUÇÃO DE PROJETOS DE ENSINO

Thiago Nagafuchi
Universidade Estadual de Londrina – UEL
tn@uel.br

Resumo

Neste relato, são descritas algumas atividades desenvolvidas por estudantes de uma disciplina de Cálculo Diferencial e Integral II usando tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), em especial o GeoGebra, para a criação de projetos de ensino, que foram realizados como atividades avaliativas. Como exemplo, mostro alguns dos resultados dos trabalhos propostos pelos estudantes, fazendo alguma discussão teórica sobre como essas atividades colaboraram para a adesão e o engajamento na disciplina. Além de potencializar o ensino e a aprendizagem dos estudantes, os projetos também aumentaram o interesse e o engajamento na disciplina. Defendo, aqui, novas formas de tratar as disciplinas de Cálculo na formação de professores, aliando-se ao uso das TDICs por apresentarem possibilidades de aprendizagens significativas.

Palavras-chave: GeoGebra. Cálculo diferencial e integral. Formação de professores.

Introdução

Neste relato, são descritas algumas atividades desenvolvidas por estudantes de uma disciplina de Cálculo Diferencial e Integral II¹ usando tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), em especial o *software* GeoGebra, para a criação de projetos de ensino, que foram realizados como atividades avaliativas. Defendo, aqui, novas formas de tratar as disciplinas de Cálculo na formação de professores, aliando-se ao uso das TDICs por apresentarem possibilidades e potencialidades de aprendizagens significativas. Como exemplo, mostro alguns dos resultados dos trabalhos propostos pelos estudantes, fazendo alguma discussão teórica sobre como essas atividades colaboraram para a adesão e o engajamento na disciplina.

É importante salientar que o relato faz parte de construções e de desconstruções enquanto busco compreender as intencionalidades que quero desenvolver enquanto docente do Ensino Superior. Aqui, entendo que a formação enquanto professor é constante e, por isso, o percurso se dá no caminho da incompletude do sujeito: nem sempre a trajetória tem uma única direção e, por isso, o

¹ No decorrer do texto, por simplificação, usarei “Cálculo II”. Em resumo, a disciplina, que é anual, trata dos seguintes temas, nessa ordem: séries e sequências, funções de várias variáveis, integrais múltiplas e integração em campos vetoriais.

percurso é um fluxo constante de erros e de acertos. Dito isso, espero que o relato possa estimular outros e outras professores/as a (re)pensarem a própria prática, de modo integrado com outras disciplinas presentes no currículo da formação inicial de professores que ensinam matemática.

Esse preâmbulo é importante para dizer que as experiências são únicas, que cada turma é diferente e que as abordagens devem levar em consideração os perfis dos estudantes e uma esperada heterogeneidade das turmas. No caso da disciplina em questão, o projeto curricular da Universidade proporciona que os alunos já tenham alguma bagagem de didática e de uso de TDICs por fazerem, concomitantemente no segundo período letivo, disciplinas que abordam esses temas². Talvez por isso, muitos dos estudantes demonstravam interesse (e facilidade) em usar *softwares* como GeoGebra para explorarem conteúdos específicos do Cálculo – muitas vezes de forma voluntária. Para incentivar o uso das TDICs e o engajamento dos alunos na disciplina, passei a substituir algumas provas por projetos de ensino. Alguns dos projetos tiveram duração de um mês, ou um bimestre, e em outros os alunos tiveram todo o ano letivo para desenvolver. Neste relato, falarei um pouco sobre dois deles e mostrarei alguns exemplos de projetos desenvolvidos.

Motivação e descrição das atividades

Este relato é fruto de um questionamento sobre quais são as matemáticas que queremos na formação inicial de professores, como já discutido por Fiorentini e Oliveira (2013):

de que matemática estamos falando, quando dizemos que o professor precisa saber bem matemática para ensiná-la? Que práticas formativas podem contribuir para que o futuro professor possa se apropriar dessa matemática fundamental para o seu trabalho profissional? (Fiorentini; Oliveira, 2013, p. 917)

Compartilhando dessas perguntas, acrescento: qual o papel da disciplina de Cálculo II na formação inicial de professores? Esta pergunta me acompanha enquanto ensino integrais múltiplas, ou fluxo de campos vetoriais, ou séries e sequências, assuntos comumente tratados nas disciplinas de Cálculo em currículos de formação de professores. Sem me dar a difícil tarefa de responder a esses questionamentos, defendo que a busca por respostas é um princípio investigativo que deve ser natural da práxis do professor formador, uma vez que ela fomenta possibilidades heurísticas na busca por soluções de ensino, como foi no meu caso.

Ainda, além das matemáticas que buscamos incorporar nos currículos das licenciaturas, acrescento a questão: quais práticas de ensino queremos usar para inspirar os futuros professores? Digo isso porque as escolhas didáticas e pedagógicas que lançamos mão no cotidiano do curso

² No segundo período letivo, os estudantes cursam também as disciplinas anuais de “Didática da Matemática”, “Tópicos de Educação Matemática I” e “Educação Matemática e Tecnologias de Ensino”.

influenciam e ajudam a compor o repertório dos futuros professores; é provável que um ensino essencialmente mais tradicional com aulas expositivas tenda a formar profissionais que vão compartilhar dessa prática. Se isso for verdade, podemos pensar que os repertórios de práticas pedagógicas diversas que podemos utilizar em sala de aula podem influenciar positivamente os estudantes – no mínimo, eles saberão que há outros modos de ensino, que há outros mundos e multiplicidades na aprendizagem, que há transgressões possíveis e que elas podem ser ensinadas enquanto práticas de uma *educação libertadora*, no sentido proposto por bell hooks³ (2017).

Tudo começou porque no dia a dia das aulas de Cálculo II, sentia os estudantes um pouco distantes e com pouco interesse nos temas da disciplina. Assim, pensei em formas alternativas de avaliação que se distanciassem das usuais provas. A primeira vez que fiz a sugestão, senti que os alunos receberam de forma positiva. Com a proposta de criar recursos digitais que pudessem auxiliar outros estudantes a compreenderem assuntos do Cálculo II, os grupos usaram a criatividade e apresentaram projetos interessantes, desde páginas em redes sociais com postagens educacionais até *applets* do *software* GeoGebra para parametrizar superfícies⁴ (este último tema surgiu como um obstáculo de aprendizagem quando tratei das Integrais de Superfície).

Para a turma seguinte, decidi acrescentar mais um projeto entre as avaliações. Além do recurso digital que deveriam apresentar no final da disciplina, eles tiveram que criar um projeto de construção livre de algum objeto tridimensional no GeoGebra. Como havia pouco espaço para desenvolver a visualização de lugares geométricos em três dimensões no segundo bimestre, imaginei que este projeto pudesse ajudar a suprir essa necessidade, que seria essencial nos dois bimestres seguintes, quando os alunos veriam integrais múltiplas e cálculo vetorial. Apresento, a seguir, uma breve motivação teórica que fundamenta as discussões no relato de experiência.

Reflexões a partir da experiência

As ideias de trabalhar a disciplina de Cálculo II de modo menos tradicional surgem a partir de estudos feitos na Educação Matemática. Entendo que o currículo pode ser entendido de algumas formas, e algumas delas podem ser antagônicas. Por exemplo, o currículo pode criar oportunidades

³ Por uma opção de caráter político, a autora prefere que seja sempre referenciada em letras minúsculas, por considerar que suas ideias são mais importantes que o nome ou os títulos. Neste texto, acato sua orientação de viés político-epistemológico.

⁴ O trabalho do *applet* “Parametrizador de Superfícies” se transformou em uma discussão apresentada na XXXIV Semana de Matemática (Gonçalves; Coutinho; Nagafuchi, 2022), realizada em 2022 na Universidade Estadual de Londrina. A discussão se encontra nos anais do evento, que pode ser acessado pelo link: https://www.uel.br/cce/matematica/pages/arquivos/eventos/Anais_34a_Semana_da_Matematica_UEL_2022.pdf (acesso em 20 de agosto de 2023).

para superar os obstáculos de diversas ordens, ou pode ele mesmo ser um obstáculo. Como afirma bell hooks (2017), ao fazer um apelo a práticas renovadas de ensino, pois

A sala de aula continua sendo o espaço que oferece as possibilidades mais radicais na academia. Há anos é um lugar onde a educação é solapada tanto pelos professores quanto pelos alunos, que buscam todos usá-la como plataforma para seus interesses oportunistas em vez de fazer dela um lugar de aprendizado. [...] sou minha voz ao apelo coletivo pela renovação e pelo rejuvenescimento de nossas práticas de ensino. Pedindo a todos que abram a cabeça e o coração para conhecer o que está além das fronteiras do aceitável, para pensar e repensar, para criar novas visões, celebro um ensino que permita as transgressões – um movimento contra as fronteiras e para além delas. É esse movimento que transforma a educação na prática de liberdade (hooks, 2017, p. 23-4).

A disciplina de Cálculo II pode ser uma experiência difícil para os estudantes da Licenciatura em Matemática – são eles que elaboram essa reflexão e costumam verbalizar essa informação enquanto construímos essa trajetória em conjunto no curso. Por isso, boa parte das discussões apresentadas aqui partiram de questionamentos feitos pelos estudantes, que alegaram a necessidade de compreenderem as transformações de diferentes registros de representação (entre o geométrico e o algébrico, por exemplo) e sugeriram o uso do GeoGebra com o objetivo de facilitar esse processo. Comentei com eles que esse tema tem bastante atenção na Educação Matemática, porém não aprofundi essa questão por não ser um tema que eu tivesse estudado. A partir da demanda que surgiu nas discussões com os estudantes, passei a estudar e conversar com colegas pesquisadores sobre os registros de representações semióticas na teoria proposta por Raymond Duval. Faço uma breve exposição a seguir, sem a intenção de esgotar a discussão da temática.

De acordo com Duval (2006, 2009), as transformações têm dois tipos diferentes, o *tratamento*, que é a transição entre duas representações dentro de um mesmo tipo de registro semiótico, e a *conversão*, que é a transformação entre dois registros de natureza diferentes (como é o caso de reconhecer uma esfera a partir de uma equação algébrica e vice-versa). Segundo Gravina (2015, p.240), “[...] na aprendizagem da geometria, é fundamental a conversão entre o registro da língua natural e/ou simbólica e registro desenho”. Assim, compreendo a geometria como um dos meios para a aprendizagem de conceitos do Cálculo II e, para fins de simplificação, considerarei aqui nesta breve fundamentação teórica, a transição de um registro discursivo imagético (oral ou escrito – língua natural) para um registro em sistemas simbólicos (aqui denominados de algébricos).

Por exemplo, um estudante de Cálculo II, para resolver um exercício de volume usando integrais duplas ou triplas, precisa trabalhar com a região de integração. Por vezes, há no enunciado o registro algébrico/simbólico dessa região, no caso de uma esfera de raio 1 centrada na origem, representada algebricamente por $x^2 + y^2 + z^2 = 1$ e, independente se o enunciado denomina a

região como uma esfera, é esperado que o estudante faça a transformação entre os registros algébrico para o discursivo (o desenho), no qual ele imagina o sólido e o desenha para estudar as regiões de integração. Trata-se de um processo complexo que é demandado do aluno.

Tendo isso em mente, pensei que os projetos de ensino pudessem ajudar o estudante a elaborar com mais facilidade as transformações, principalmente a conversão, no trabalho com integrais múltiplas que ocupa todo o segundo semestre da disciplina. O trabalho com o GeoGebra não somente surge como demanda dos próprios estudantes, mas porque pesquisas indicam o potencial que o *software* tem na aprendizagem de conceitos que demandam as transformações, seja no ensino de geometria (Gravina, 2015), ou mesmo no ensino da matemática no Ensino Superior (Reis, Cometti, Santos, 2019; Mathias, 2023). Por exemplo, para Reis, Cometti e Santos (2019), ao se oferecerem possibilidades da exploração dos distintos registros por meio do GeoGebra, as transformações podem se tornar relevantes para a aprendizagem de integrais múltiplas.

A seguir, apresento dois exemplos de projetos desenvolvidos pelos estudantes de Cálculo II. O primeiro projeto de ensino foi elaborado com a intenção de trabalhar especificamente a conversão. E, embora não fosse o foco do segundo projeto, o tema acabou surgindo em um dos trabalhos feitos pelos estudantes.

Projeto 1 – Tarefa de construção livre, no GeoGebra

Para esta tarefa, os alunos foram incentivados a fazer qualquer construção no GeoGebra utilizando alguns sólidos geométricos, a partir do estudo de suas equações. Ela foi dividida em duas partes e os alunos tiveram aproximadamente um mês e meio para fazê-la; na primeira parte, eles deviam descrever os principais sólidos e suas equações com parâmetros, e descrever o que ocorria quando eles alterassem seus valores – e, num segundo momento, deviam tentar construir alguns objetos específicos, como uma bandeja de ovos, um telhado, um chapéu e outros. Na construção livre, os estudantes deveriam descrever todos os passos utilizados até a sua finalização.

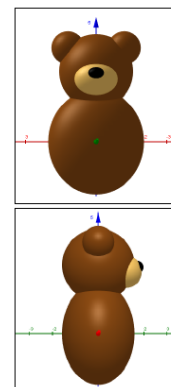
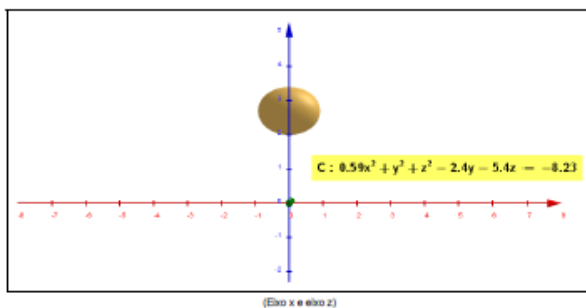
O projeto foi incluído dentro do conteúdo programático de funções de várias variáveis para estimular a visualização em três dimensões, por conta da necessidade dessa capacidade no estudo de integrais múltiplas e em campos vetoriais. Um dos grupos, por exemplo, propôs como projeto a criação de um urso de pelúcia no GeoGebra. A seguir, apresento um trecho da construção na Figura 1.

Figura 1, a e b: descrição de parte da construção do urso

3. Agora, para a construção do focinho do ursinho, começamos com a equação B como base e alteramos os seus parâmetros, desse modo obtemos a equação

$$C: (x^2 / 1,7) + (y - 1,2)^2 + (z - 2,7)^2 = 0,5$$

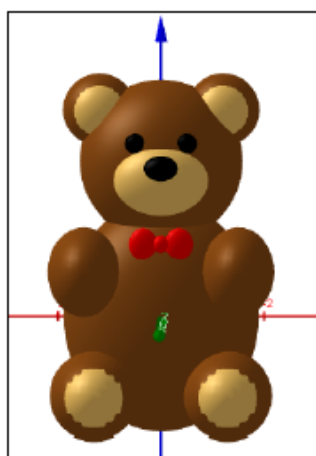
$$C: 0,59x^2 + y^2 + z^2 - 2,4y - 5,4z = -8,23$$



Fonte: acervos do autor.

A construção foi pensada usando-se de equações da esfera e suas modificações que as transformavam em elipsoides. Por exemplo, os estudantes tinham o desafio de criar algo que representasse o “focinho” do urso (Figura 1.a, com a descrição da construção usando dos registros algébricos), e compreenderam, então, que um elipsoide com a “parte de cima achatada” (no caso, eles perceberam que precisariam dividir o x^2 por um número) poderia atender essa necessidade – para isso, precisaram fazer diversas tentativas. Em seguida, o trio precisou de outras tentativas para posicionar o “focinho” (a região do urso de pelúcia onde estaria a boca e o nariz) na altura adequada – ou seja, foram mais tentativas de alteração dos parâmetros até conseguirem chegar na posição que considerassem ideal (Figura 1.b). A Figura 2 representa o resultado do projeto de construção do urso:

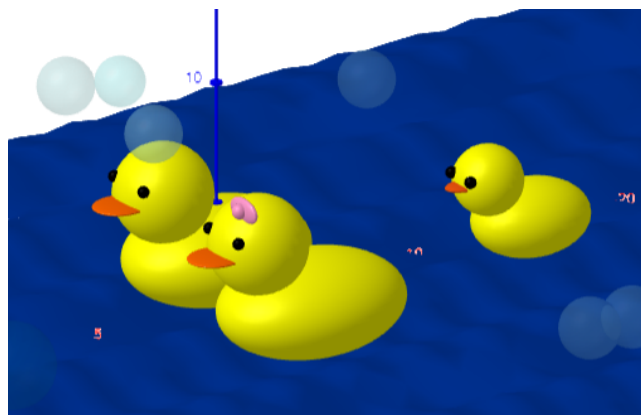
Figura 2: projeto final



Fonte: acervos do autor.

Como no primeiro projeto a ideia era estimular que os estudantes trabalhassem as transformações das representações geométricas por meio da manipulação das equações para as construções livres no GeoGebra, em geral, os estudantes usaram equações de esferas e elipsoides, talvez pela facilidade de manipulação, mas alguns projetos envolveram também o uso de hiperboloides (uma latinha de batatas fritas, por exemplo) ou outras construções, como uma função trigonométrica para representar a superfície de água onde havia uma família de patos de borracha, mostrada na Figura 3.

Figura 3: esboço do final do primeiro projeto de construção no GeoGebra de outro grupo



Fonte: acervos do autor.

Projeto 2 – Recurso digital

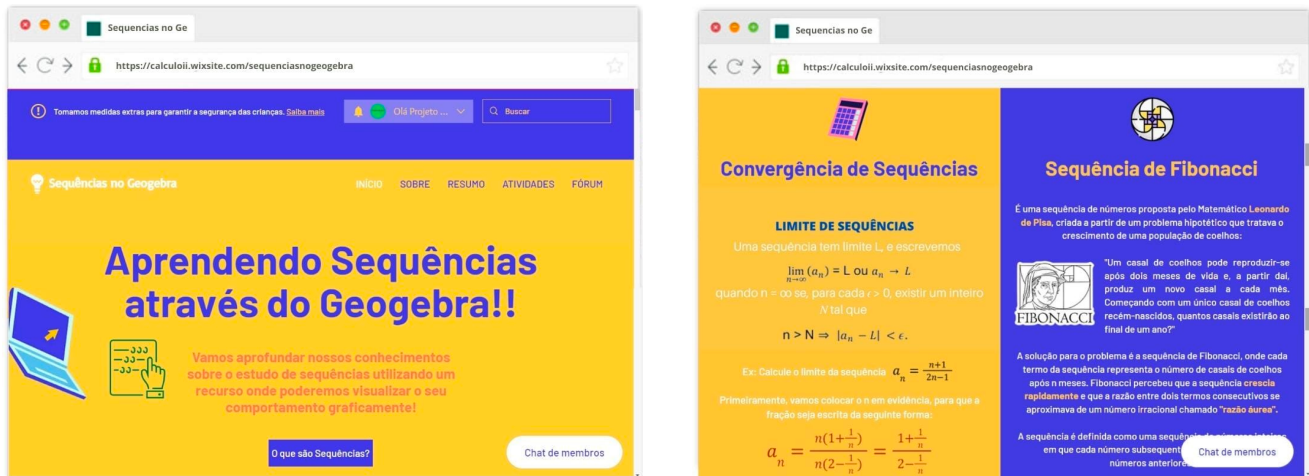
A mesma turma precisou construir um projeto final, também livre, mas que apresentasse alguma solução digital para o ensino de qualquer tema apresentado no decorrer da disciplina. Nesta etapa, os estudantes (a maioria fez o trabalho em grupo) apresentaram projetos criativos, como *applets* para auxiliar no desenho da região de integrais duplas no GeoGebra, perfis em redes sociais com videoaulas curtas, ou, ainda, alguns projetos mais estruturados, como um *site* voltado ao ensino e à aprendizagem de sequências, primeiro conteúdo programático da disciplina de Cálculo II. Irei apresentar este último projeto a seguir.

Um dos grupos, composto por quatro estudantes, desenvolveu um *site* em uma plataforma gratuita que contava com atividades, vídeos instrutivos, fóruns para comunicação e uma seção de ajuda⁵. Um dos objetivos mais interessantes do *site* visava à interatividade e à dialogicidade, de modo a possibilitar que alunos e professores pudessem formar comunidades de aprendizagem. Os estudantes fizeram um trabalho interdisciplinar em que foram utilizados conceitos aprendidos em outras disciplinas, como Didática da Matemática e Educação Matemática e Tecnologias de Ensino.

⁵ O site pode ser acessado por meio do link <https://calculoi.wixsite.com/sequenciasnogeogebra>.

Na Figura 4, nos itens a e b, são mostradas duas telas deste *site*, a tela inicial, onde se encontram as informações gerais sobre o *site*, e no item b, uma seção mais teórica sobre seqüências.

Figuras 4, a e b: parte do site criado, com links para vídeos que os próprios estudantes fizeram para o ensino de seqüências



Fonte: acervos do autor.

Outros objetivos do *site*, segundo os estudantes, incluíam a representação geométrica das seqüências e suas aplicações no cotidiano, como a Sequências de Fibonacci, que está por trás da proporção áurea, usada nas Artes e encontrada frequentemente na Natureza. Por isso, os estudantes propuseram diversas atividades usando o GeoGebra e construíram vídeos com instruções de como fazer outras construções e as próprias atividades no GeoGebra. A intenção desse grupo era de que, com a visualização de uma seqüência por meio de seu gráfico, tornar-se-ia possível a transição entre os registros geométricos e algébricos. Ou seja, mesmo que os estudantes desconhecêssem a teoria de Duval, eles tinham uma intencionalidade direcionada a uma abordagem intuitiva sobre a transformação de dois registros discursivos distintos: a língua natural onde se encontram os sistemas de escritas numéricas, algébricas e simbólicas, os desenhos e os gráficos; e a as representações discursivas que envolvem a denotação dos objetos e suas propriedades e inferências (Duval, 2006).

Não somente foi interessante o uso de conceitos do modo interdisciplinar, mas o envolvimento e o engajamento dos estudantes na construção do *site*. Assim que compartilhei o projeto com as professoras que eram responsáveis pelas outras disciplinas, uma delas sugeriu que o grupo enviasse um relato de experiência para este mesmo evento, o III EPTM – os estudantes ficaram interessados e motivados a construir o relato. Também convidei o mesmo grupo para apresentar o *site* para a nova turma de Cálculo II⁶ e o professor da disciplina de Estágio Supervisionado sugeriu que juntássemos

⁶ Por conta da pandemia de coronavírus, o calendário letivo da universidade está atrasado. O ano letivo de 2023 se iniciou no começo de agosto deste ano.

as turmas. Isso gerou engajamento dos novos estudantes, que já me procuram para pensar o projeto final da disciplina, prevista para ser encerrada no meio de 2024.

Além do engajamento e do envolvimento dos estudantes no estudo de conceitos da disciplina, houve uma diferença significativa quando iniciamos os estudos de integrais múltiplas, principalmente quando os discentes tinham a necessidade de reconhecer alguns sólidos para trabalhar com as regiões de integração. Tive a oportunidade de trabalhar o mesmo conceito de integração em outra disciplina⁷, de outro curso, e notei que os alunos desse curso apresentavam uma maior dificuldade de reconhecer e interpretar regiões de integração.

Conclusões

A experiência e a oportunidade de ser professor formador nessa disciplina me trouxeram inúmeros desafios e reflexões: quais matemáticas queremos na formação de professores? E a que, ou a quem, elas servem? Os currículos das licenciaturas não são estáticos, suas “vidas interiores” são condicionantes para a vida exterior, onde acontecem as experiências e os atravessamentos dos cotidianos dos estudantes e dos professores formadores – uma discussão que nunca deixou de ser atual e é, muitas vezes, mobilizada por embates políticos e por elementos socioculturais (Fiorentini; Oliveira, 2013; Cyrino; Grando, 2022).

Na condição de professor formador em contínua formação, essas questões sempre pautaram as minhas práticas e, por isso, não me sentiria confortável em repetir o mesmo tipo de docência de professores que tinham uma preocupação exclusivamente voltada a um formalismo vazio de sentido (muitas vezes repetindo as práticas dos professores que os formaram). Contudo, é na ação da educação que algumas práticas podem ser reconfiguradas, é no encontro com o outro que se dá a aprendizagem (Gallo, 2017). Concordo quando Paulo Freire afirma que “não há docência sem discência, as duas se explicam, e seus sujeitos, apesar das diferenças que os conotam, não se reduzem à condição de objeto um do outro” (Freire, 2021, p.23).

Por acreditar nessa organicidade da sala de aula, onde se constituem os sujeitos da docência e da discência e se constitui a possibilidade de criação de ambientes de aprendizagem, que penso que essas tarefas em formato de projetos de ensino, por conta de suas dinamicidades, se apresentam como

⁷ Tratou-se de um curso de Cálculo III, semestral, da Licenciatura em Física. O curso se iniciava com integrais múltiplas e a ementa coincidia com a segunda metade do curso da Matemática. Contudo, a carga horária era 1/3 menor, o que deixava pouca margem para fazer uma revisão dos temas das disciplinas que vieram antes e que foram essenciais para o ensino dos temas do Cálculo III.

instrumentos potentes na formação de professores, principalmente por conta da possibilidade de criação de repertórios teóricos e práticos para o futuro professor de matemática.

E é nesta perspectiva que o GeoGebra surge como uma ferramenta potencializadora do ensino e da aprendizagem – aqui, especificamente, são tratados elementos do Cálculo II, porém inúmeras pesquisas demonstram que as potencialidades são gerais para todos os níveis de ensino. Contudo, o GeoGebra não é somente uma ferramenta que pode auxiliar o professor, mas um lugar que fomenta a criação de diversas comunidades de aprendizagem, seja em um nível microssocial, como na criação de um projeto de ensino por estudantes em uma sala de aula de Cálculo II, sejam nos relatos de experiência sobre o mesmo trabalho e que são comunicados neste evento, tanto na visão deles quanto na minha visão de professor formador.

Na prática, uma mudança na forma como as disciplinas de Cálculo são feitas na licenciatura pode trazer resultados explícitos nas possibilidades de aprendizagem por parte dos alunos: há uma mudança de compreensão da disciplina, que deixa de ser muito difícil e passa a ser possível; há maior engajamento por parte dos estudantes, que ao se entenderem futuros professores podem pensar em soluções didáticas para a própria aprendizagem; e, por fim, possibilita e incentiva experiências diferentes no movimento de constituição de suas identidades profissionais. É disso que trata uma educação como prática de liberdade; o aprender juntos – docentes e discentes; e as múltiplas dimensões do aprender.

Referências

- CYRINO, Marcia Cristina de Costa Trindade; GRANDO, Regina Célia. (Des)construção curricular necessária: resistir, (re)existir, possibilidades insubordinadas criativamente. **Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (REMat) - São Paulo**. v.19, Edição especial, pp.1-25, 2012.
- CYRINO, Marcia Cristina de Costa Trindade; OLIVEIRA, Hélia Margarida. Ensino exploratório e casos multimídia na formação de professores que ensinam matemática. In: CYRINO, Márcia C.C.T. **Recurso Multimídia para a formação de professores que ensinam matemática**, Londrina: EdUEL, 2016.
- DUVAL, Raymond. A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, v.61, 103-131, 2006.

DUVAL, Raymond. **Semiósis e Pensamento Humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais**. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

FIORENTINI, Dario; OLIVEIRA, Ana Teresa de Carvalho Correa de. O lugar das matemáticas na Licenciatura em Matemática: que matemáticas e que práticas formativas? **BOLEMA - Rio Claro**. v.27, n.47, 2013.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**. Rio de Janeiro: Editora Paz & Terra, 2021.

GALLO, Silvio. O aprender em múltiplas dimensões. **Perspectivas da Educação Matemática INMA-UFMS**. v.10, n.22, 2017.

GONÇALVES, João Paulo de Melo; COUTINHO, Josiane Alves; NAGAFUCHI, Thiago. Relato de uma experiência de construção de um recurso para parametrização de superfícies no software GeoGebra. **Anais da XXXIV Semana da Matemática**. Londrina: UEL, 2022.

GRAVINA, Maria A. O potencial semiótico do GeoGebra na aprendizagem da geometria: uma experiência ilustrativa. **Vidya**, v. 35, n. 2, p. 18, 2015.

hooks, bell. **Ensinando a transgredir: a educação como prática de liberdade**. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2017.

MATHIAS, Carmen Vieira. O potencial do GeoGebra como ferramenta de auxílio às habilidades de visualização. **Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo**, v.12, n.2, p.44-66, 2023.

REIS, Frederico da Silva; COMETTI, Márcio Antônio; SANTOS Edson Crisostomo dos. Contribuições do GeoGebra 3D para a aprendizagem de integrais múltiplas no Cálculo de Várias Variáveis. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v.10, n.2, p.15-29, 2019.