

Webfolio de actividades investigativas como herramienta de evaluación formativa y sumativa

Karina Alessandra Pessoa da Silva

karinasilva@utfpr.edu.br

<https://orcid.org/0000-0002-1766-137X>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Londrina, Brasil.

Jader Otavio Dalto

jaderdalto@utfpr.edu.br

<https://orcid.org/0000-0001-7684-2480>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Cornélio Procópio, Brasil.

Adriana Helena Borssoi

adrianaborssoi@utfpr.edu.br

<https://orcid.org/0000-0002-1725-6307>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Londrina, Brasil.

Recibido: 30/06/2022 **Aceptado:** 28/02/2023

Resumen

En este artículo destacamos aspectos formativos y sumativos en webfolios de actividades investigativas elaboradas en una disciplina de Cálculo Diferencial e Integral de una variable real. El marco teórico que rige la investigación se basa en el webfolio como un conjunto de actividades desarrolladas en algún entorno virtual de aprendizaje y las actividades investigativas se consideran esencialmente abiertas y no estructuradas, capaces de abarcar situaciones de interés para los estudiantes y movilizar conocimientos de diversa índole. El análisis cualitativo de carácter interpretativo de la recopilación de cuatro de las actividades investigativas presentes en los cinco webfolios elaborados en grupo por estudiantes de la Licenciatura en Química, permitió destacar aspectos relacionados con la evaluación formativa en lo que se refiere al estudio de funciones por deducción desde modelos matemáticos, hasta la comprensión de derivadas de funciones de una variable real. Además, considerando que el webfolio se configuró como un instrumento para evaluar el desempeño de la disciplina, los aspectos sumativos se vinculan con la calificación atribuida a los grupos.

Palabras clave: Educación Matemática. Enseñanza superior. Cálculo diferencial e integral.

Webfólio de atividades investigativas como instrumento de avaliação formativa e somativa

Resumo

Neste artigo evidenciamos aspectos formativos e somativos em webfólios de atividades investigativas elaborados em uma disciplina de Cálculo Diferencial e Integral de uma variável real. O quadro teórico que rege a investigação está pautado no webfólio como uma coleção de

atividades desenvolvidas em algum ambiente virtual de aprendizagem e as atividades investigativas são consideradas essencialmente abertas e pouco estruturadas, passíveis de abarcar situações de interesse dos alunos e mobilizar conhecimentos de diferentes naturezas. A análise qualitativa de cunho interpretativo da coleção de quatro das atividades investigativas presentes nos cinco webfólios elaborados em grupos por alunos de um curso de Licenciatura em Química, nos permitiu evidenciar aspectos relativos à avaliação formativa no que diz respeito ao estudo de funções por meio da dedução de modelos matemáticos e à compreensão de derivadas de funções de uma variável real. Ademais, considerando que o webfólio se configurou como instrumento de avaliação do rendimento da disciplina, aspectos somativos estão atrelados à nota atribuída aos grupos.

Palavras chave: Educação Matemática. Ensino Superior. Cálculo Diferencial e Integral.

Webfolio of investigative activities as a formative and summative assessment tool

Abstract

In this paper we highlight formative and summative aspects in webfolios of investigative activities elaborated in a discipline of Differential and Integral Calculus of a real variable. The theoretical framework is based on the webfolio as a collection of activities developed in some virtual learning environment and investigative activities are considered essentially open and unstructured, capable of covering situations of interest to students and mobilizing knowledge of different natures. The qualitative analysis of an interpretative nature of the collection of four of the investigative activities present in the five webfolios prepared in groups by students of a Degree in Chemistry, allowed us to highlight aspects related to formative assessment with regard to the study of functions through deduction from mathematical models, to understanding derivatives of functions of a real variable. Furthermore, considering that the webfolio was configured as an instrument for evaluating the performance of the discipline, summative aspects are linked to the grade attributed to the groups.

Keywords: Mathematics Education. Higher Education. Differential and Integral Calculus.

Introdução

Avaliar é uma ação praticada em diferentes contextos da vida. Em se tratando do contexto educacional, podemos considerar o termo avaliação como “qualquer processo por meio do qual alguma ou várias características de um aluno/a, de um grupo de estudantes, de um ambiente educativo, de objetivos educativos, de materiais, professores/as, programas, etc., recebem a atenção de quem avalia” (Sacristán, 1998, p. 298).

No âmbito da Educação Matemática são relatadas pesquisas com resultados significativos no que compreende o uso de diferentes instrumentos de avaliação para além das provas escritas (Burkhardt, 2013; Santos & Buriasco, 2016; Forster & Buriasco, 2018; Mendes & Trevisan, 2018; Silva & Dalto, 2020; Silva, Borssoi & Dalto, 2021). De modo geral, tais instrumentos “por si só não são suficientes, mas boas ferramentas que podem permitir que as

peças façam as coisas melhor, seja em sala de aula, em desenvolvimento profissional ou em avaliação” (Burkhardt, 2013, p. 32).

No Ensino Superior, pesquisas realizadas por Mendes & Trevisan (2018), Silva & Dalto (2020) e Silva, Dalto & Borssoi (2021) revelaram que a produção escrita presente em relatórios individuais ou em grupos podem dar subsídios para evidenciar aspectos da aprendizagem dos alunos.

Mendes & Trevisan (2018), por meio do que nomearam “carta para a tia”, solicitaram aos alunos de turmas de Cálculo Diferencial e Integral de cursos de Engenharia, que individualmente explicitassem o que aprenderam ao finalizar um conteúdo. Para isso, cada aluno escreveu um relato cujo objetivo foi o de “gerar um momento de aprendizagem a partir da reflexão do processo de aprendizagem já vivenciado” (Mendes & Trevisan, 2018, p. 115). Ao analisar a produção escrita, os autores evidenciaram tanto aspectos pessoais, relativos a angústias e descobertas, quanto a aspectos da aprendizagem de conteúdos abordados na disciplina.

Considerando as produções escritas presentes em portfólios de atividades de modelagem matemática construídos na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral por estudantes de um curso de Licenciatura em Química, Silva & Dalto (2020) elencaram novas oportunidades de aprendizagem. Essas oportunidades foram geradas a partir dos *feedbacks* para as produções individuais nas quais os alunos modificaram procedimentos de resolução, corrigiram erros e utilizaram conhecimentos da disciplina.

Nas pesquisas de Mendes & Trevisan (2018) e Silva & Dalto (2020) são analisados relatórios individuais. Já Silva, Borssoi & Dalto (2021), subsidiados na dinâmica da prova em fases (Mendes, 2014), acompanharam o avanço e o aprimoramento de modelos matemáticos iniciais de um grupo de alunos de cursos de Engenharia no desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. As produções escritas subsidiadas nas intervenções dos professores permitiram diagnosticar que os alunos não estavam conseguindo vincular a matemática estudada na disciplina com a necessária para responder o problema.

Entendemos, assim como Pazuch & Nehring (2012) que as intervenções do professor (intervenções docentes) podem ressignificar conhecimentos, estratégias, encaminhamentos, implicando na aprendizagem. Trata-se, portanto, de um meio de compreender mecanismos

subjacentes à aprendizagem e à função do docente em um ambiente investigativo. Um ambiente permeado por atividades investigativas, que são essencialmente abertas e pouco estruturadas, nas quais podem-se abordar temas ou situações de interesse dos alunos e possibilitar a mobilização de conhecimentos de diferentes naturezas têm sido nosso foco de investigação nas aulas de Cálculo Diferencial e Integral de uma variável real.

No ano de 2021, considerando o contexto pandêmico, atividades investigativas foram empreendidas nas aulas síncronas de forma expositiva e com os alunos reunidos em grupos em sub salas do ambiente virtual em que a disciplina foi realizada. Para Silva & Villani (2009, p. 44), “conhecer o processo de aprendizagem dos alunos nos grupos constitui uma informação importante para o professor poder regular as atividades de sala de aula e modificar suas intervenções”.

Considerando nossa necessidade em avaliar o trabalho em grupo quando alunos desenvolvem atividades investigativas, nos valem do webfólio como instrumento de avaliação, com foco em investigar: *Que aspectos formativos e somativos são evidenciados em um webfólio de atividades investigativas na compreensão de conceitos de Cálculo Diferencial e Integral de uma variável real?*

Os dados que subsidiam nossas análises são produções escritas de webfólios de grupos de alunos de um curso de Licenciatura em Química dos quais atividades investigativas compuseram a coleção significativa, sistemática e organizada no ambiente virtual. Com isso, organizamos os resultados da investigação em cinco tópicos, além desta introdução. Nos próximos dois tópicos, abarcamos o quadro teórico com relação aos entendimentos de webfólio e atividades investigativas. Em seguida, trazemos os aspectos metodológicos em que se situa a investigação para, então, apresentarmos as análises qualitativas dos webfólios elaborados. Finalizamos com algumas considerações.

Webfólio como Instrumento de Avaliação

A avaliação, entendida como processo, deve ser realizada a partir de informações obtidas por instrumentos avaliativos. Dentre estes instrumentos, pode-se considerar o portfólio que se caracteriza por uma “coleção significativa, sistemática e organizada de atividades do aluno, numa determinada área, realizadas durante um período, que evidencie o nível de sua aprendizagem, incluindo, também, as suas reflexões sobre tais atividades” (Gomes, 2003, p. 67).

De acordo com Hadji (1994), umas das funções que a avaliação deve ter é a regulação do processo de aprendizagem. O portfólio, por ser um instrumento de diálogo entre professores e alunos que dá a oportunidade destes documentarem e estruturarem suas aprendizagens, permite ao professor “agir em tempo útil” (Gomes, 2003, p. 50), contribuindo, assim, para que a regulação da aprendizagem aconteça.

Além deste, o webfólio pode ser considerado como um portfólio inserido em algum ambiente virtual de aprendizagem (Nevado, Basso & Menezes, 2004). De acordo com Nevado, Basso & Menezes (2004), o uso de webfólios como instrumentos de avaliação vem sendo realizado desde 1996 na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Para esses autores, os webfólios

constituem-se em “espaços” privilegiados de registro dos processos e produtos da aprendizagem num determinado contexto. Mesmo não havendo uma unanimidade quanto a sua função, organização ou composição, basta uma breve revisão da literatura para identificar uma tendência de concepção dos webfólios como uma espécie de “dossiê” que privilegia as melhores produções dos sujeitos. Se tomamos a perspectiva de avaliação “na” aprendizagem, recusaremos o modelo de webfólio que apresenta apenas os melhores trabalhos ou as melhores performances do sujeito, mas valorizaremos e até mesmo enfatizaremos os ensaios de trabalhos inacabados, rascunhos, reflexões, diários de bordo, pesquisas de campo etc. (Nevado, Basso & Menezes, 2004, p. 300).

Para Miranda (2017, p. 279), uma vantagem do webfólio em detrimento ao portfólio é o “salto qualitativo nos seus formatos, pois podem contar com vídeos, áudios, gráficos, imagens fixas e móveis, entre outros recursos midiáticos”. Além disso, pode ser acessado pelos alunos e professores em tempo real e de acordo com a disponibilidade, visto que não fica de posse de uma pessoa e sim daqueles que têm acesso ao ambiente virtual em que o webfólio está sendo elaborado.

Ao realizar uma experiência com a utilização do webfólio como instrumento avaliativo na disciplina de Física, Rodrigues-Moura, Rodrigues & Brito (2020) afirmaram que a produção dos webfólios contribuiu para o desenvolvimento da autonomia dos alunos, bem como para o engajamento na construção do próprio conhecimento. Além disso, o trabalho em equipe proporcionou a interação entre os envolvidos, sendo “um elemento potencial para a construção do sujeito em sociedade, frente às diversidades de pensamentos, opiniões e diferenças metacognitivas existentes no contexto real de sala de aula” (Rodrigues-Moura, Rodrigues & Brito, 2020, p. 113). Os autores ainda acrescentaram a importância do *feedback* pedagógico resultado da interação entre aluno e professor, o que faz com que o professor obtenha

informações acerca da aprendizagem do aluno e os alunos acerca de suas próprias aprendizagens.

Silva & Dalto (2020, p. 389) destacam que o *feedback* escrito pelo professor faz com que os alunos reflitam “sobre as soluções inicialmente apresentadas, de modo a proporcioná-los novas oportunidades para pensar as situações-problema, a forma como lidaram com cada uma delas, as estratégias e conteúdos matemáticos empreendidos nas resoluções”. No entanto, como asseveram Bezerra & Gontijo (2017), ao recorrer aos *feedbacks*, cabe ao professor atentar-se à escolha das palavras, na clareza e na especificidade, buscando garantias para que o retorno esteja na direção esperada.

Atividades Investigativas

Atividades investigativas são caracterizadas, na perspectiva do Ensino por Investigação (Zômpero & Laburú, 2011, Borssoi, Silva & Ferruzzi, 2020), como atividades que possibilitam o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos alunos, bem como o aprender de forma colaborativa. Para Oliveira, Segurado & Ponte (1996), para que uma atividade seja caracterizada como investigativa, é necessário que ela seja desafiadora e que os métodos de resolução e as respostas não aconteçam de imediato, como ocorrem em exercícios.

Zômpero & Laburú (2011) reconhecem a falta de consenso na denominação “atividade investigativa”, mas também que algumas características são comumente evidenciadas na literatura, como:

o engajamento dos alunos para realizar as atividades; a emissão de hipóteses, nas quais é possível a identificação dos conhecimentos prévios dos mesmos; a busca por informações, tanto por meio dos experimentos, como na bibliografia que possa ser consultada pelos alunos para ajudá-los na resolução do problema proposto na atividade; a comunicação dos estudos feitos pelos alunos para os demais colegas de sala [...] (p. 79).

Para Borssoi, Silva & Ferruzzi (2020), uma atividade investigativa requer que os alunos aceitem o convite do professor, aceitem “pesquisar com afincos, testar conjecturas, procurar com atenção, indagar e buscar provas para suas descobertas” (p. 299); além disso, a situação de estudo deve se apresentar como um problema para o aluno ou grupo de alunos, “como algo que não pode ser resolvido imediatamente ou com aplicação de regras e técnicas bem definidas” (p. 299); e, outra característica desejável é que a atividade leve a elaboração de questões e hipóteses e à busca por prova ou demonstração. “Esta busca é uma experiência ímpar e proporciona o

desenvolvimento da capacidade de observação, síntese e generalização” (Borssoi, Silva & Ferruzzi, 2020, p. 299). As autoras consideram que as intervenções docentes, em atividades investigativas, têm papel fundamental para instigar nos alunos o senso investigativo.

Todavia, Ponte (2020, p. 5) destaca que o “professor deve revelar de forma consistente uma atitude investigativa na aula para ter uma influência positiva na curiosidade dos estudantes”. Neste sentido, Alrø & Skovsmose (2010, p. 70) apregoam que o “professor pode atuar como um facilitador ao fazer perguntas com uma postura investigativa, tentando conhecer a forma com que o aluno interpreta o problema”. Deste modo, quando o professor envolve os alunos em uma atividade investigativa permite a eles

reconhecer problemas e usar estratégias pessoais, coerentes com os procedimentos da ciência, na sua resolução; desenvolver a capacidade para planejar experiências que permita verificar uma hipótese, assim como usar a observação; colaborar em grupo na planificação e execução dos trabalhos; participar ordeiramente e activamente nos debates, dando argumentos e respeitando as ideias dos outros; realizar os trabalhos de laboratório com ordem, limpeza e segurança; ter uma atitude crítica; elaborar documentos escritos sobre os resultados obtidos, usando de forma correcta a linguagem própria e a científica (Baptista, 2010, p. 91-92).

Silva & Vertuan (2018) discutem as atividades investigativas como uma estratégia para a mobilização e uso do conhecimento em aulas de matemática no Ensino Superior. Baseados em Naidorf (2014), entendem essa estratégia como possibilidade de discutir problemas relacionados às futuras profissões, de forma a tornar o conhecimento mais útil, proativo e aplicado. Para os autores,

é no esforço dos alunos ao desenvolverem atividades investigativas que reside a possibilidade de os mesmos mobilizarem conhecimentos. Essa mobilização, por sua vez, dá movimento e dinamicidade às compreensões que os alunos constroem acerca dos conceitos, os quais são, nesta perspectiva, provisórios e sujeitos aos novos contextos de investigação em que, porventura, forem utilizados (Silva & Vertuan, 2018, p. 504).

Ao investigar como as intervenções docentes influenciam a mobilização do conhecimento e os encaminhamentos de resolução de alunos em atividades investigativas no âmbito da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I de um curso de Licenciatura em Química, Silva & Vertuan (2018, p. 514) concluem que:

as intervenções docentes, em certa medida, influenciam o desenvolvimento e o pensar a atividade, possibilitam compartilhamento de conhecimentos entre docente e alunos, estabelecem relações entre áreas interdependentes e, em alguns momentos, direcionam o encaminhamento da atividade.

A pesquisa de Borssoi, Silva & Ferruzzi (2020) discute sobre o desenvolvimento de atividades investigativas em ambiente virtual de ensino e aprendizagem (AVEA), mas no contexto do ensino presencial, em que o AVEA representava a ampliação do espaço de interação para além da sala de aula física. Para as autoras, “as práticas docentes necessitam de alterações em um AVEA, por exemplo, a avaliação deve seguir um encaminhamento em que a aprendizagem é evidenciada por diferentes formas de participação e não apenas pela realização de tarefas formativas” (p. 311).

Neste artigo, a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I do curso de Licenciatura em Química é investigada visando compreender que aspectos formativos e somativos são evidenciados em um webfólio de atividades investigativas, considerando a necessidade de avaliar o trabalho em grupos no contexto do ensino remoto, assim, trazemos, a seguir, os aspectos metodológicos e o contexto investigado.

Aspectos Metodológicos

No segundo semestre letivo de 2021 de uma instituição pública do Ensino Superior do sul do Brasil, que ocorreu no período de 23 de setembro a 16 de dezembro, 35 alunos do 2º período (regime semestral) do curso de Licenciatura em Química foram convidados a construir um webfólio de atividades investigativas na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral de uma variável real (Cálculo 1).

Considerando o contexto pandêmico, a disciplina foi ministrada por meio de aulas remotas, síncronas e assíncronas. A carga horária da disciplina compreendeu 78 horas/aula de 50 minutos cada, sendo 44 desenvolvidas de forma remota e síncrona e 34 de forma assíncrona destinadas ao desenvolvimento de atividades organizadas via plataforma Moodle. Dentre elas, foram organizadas Atividades Avaliativas (AA); desenvolvimento de etapas de duas provas (PE1 e PE2); e construção de webfólio (WEB) em grupo. Para a construção do webfólio, que é nosso foco de análise neste artigo, foram destinadas 15 horas/aula. O acompanhamento do WEB contou com a ação colaborativa de três professores, autores deste artigo.

No primeiro dia de aula, os alunos foram informados sobre a organização da disciplina e foi solicitado a eles que se organizassem em sete grupos com cinco integrantes cada para a construção do WEB que ocorreria por meio do Moodle via *Wiki*. Na *Wiki* do WEB, os integrantes de cada grupo podiam interagir por meio da adição e edição de uma coleção de

páginas da web. Além disso, podiam realizar encontros remotos e síncronos por meio do *BigBlueButton* (BBB), integrado ao Moodle. Esses encontros do grupo podiam ser gravados para que os professores tivessem acesso às reuniões dos grupos e entendessem alguns encaminhamentos escolhidos.

A construção do WEB se iniciou em 13 de outubro de 2021 com os grupos formados e inseridos na *Wiki*. A partir do dia 19 de outubro, os professores iniciaram o acompanhamento do WEB por meio da inserção da primeira atividade investigativa. A partir desta data, semanalmente os professores deram *feedbacks* com questionamentos, dicas ou início de novas atividades. Segundo Burkhardt (2013, p. 36) a “avaliação formativa deve ser uma atividade semanal”. Ficou acordado com os alunos que esses *feedbacks* ocorreriam toda terça-feira até sua finalização no dia 06 de dezembro em que os alunos deveriam fazer comentários para cada atividade, escrever a introdução e as considerações finais do webfólio.

Ao longo do semestre letivo foram desenvolvidas, de forma subsequente, seis atividades investigativas que compuseram o webfólio de cada um dos grupos. As temáticas destas atividades e a data em que foram disponibilizadas aos alunos estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Atividades investigativas do WEB

Atividades	Temáticas	Data disponibilizada
Atividade 1 (A1)	Atividade investigativa do Pré-Cálculo	19/10/2021
Atividade 2 (A2)	Cálcio no rio Limoeiro – PR	26/10/2021
Atividade 3 (A3)	Velocidade de motocicleta	09/11/2021
Atividade 4 (A4)	Ebulioscopia	16/11/2021
Atividade 5 (A5)	Atividade experimental – a escolher	20/11/2021
Atividade 6 (A6)	Atividade investigativa do Cálculo	24/11/2021

Fonte: Dados da pesquisa (2021); Elaborado pelos autores

As A1 e A6 poderiam ser escolhidas pelos grupos, considerando atividades investigativas estudadas no semestre 2021/1 na disciplina de Pré-Cálculo (A1) e no decorrer do semestre 2021/2 na disciplina de Cálculo (A6); as A2 e A3 apresentavam dados oriundos de outras atividades investigativas apresentadas na literatura da área educacional; para o desenvolvimento da A4, os grupos deveriam coletar dados empíricos seguindo procedimentos de coleta de dados disponibilizados pelos professores; na A5 os grupos deveriam escolher uma atividade experimental, realizar a coleta de dados, realizar uma abordagem matemática, elaborar um plano de aula e produzir um vídeo desenvolvendo a aula planejada. Embora estivesse no

corpo do WEB, a A5 teve uma abordagem diferenciada considerando a carga horária destinada para Atividade Prática como Componente Curricular e não será analisada neste artigo.

Enquanto procedimentos de avaliação, com exceção da A5, seriam considerados até 0,4 ponto pela inserção de cada atividade (totalizando 2,0 pontos), até 0,4 ponto pelas respostas a todos os *feedbacks* dos professores (totalizando 2,0 pontos), até 1,0 ponto para o avanço na abordagem matemática de cada atividade (totalizando 5,0 pontos), até 0,1 ponto para comentários finais relativos à cada atividade (totalizando 0,5 ponto) e até 0,5 ponto pela presença de introdução e considerações finais, totalizando 10,0 pontos. Com isso, foram entregues, ao final do semestre letivo, cinco webfólios e é sob eles que subsidiamos nossas análises para a questão de pesquisa: *Que aspectos formativos e somativos são evidenciados em um webfolio de actividades investigativas na compreensão de conceitos de Cálculo Diferencial e Integral de uma variável real?*

Em nossas análises levamos em consideração as produções escritas presentes em cada webfolio que são referenciadas pelo número da atividade e o grupo ao qual pertence. Por exemplo, A3_G4 corresponde à produção escrita do grupo 4 (G4) para a atividade 3 (A3). Além das produções escritas, consideramos respostas a um questionário disponibilizado ao final da elaboração dos WEB.

Considerando a produção escrita presente nos webfólios produzidos por cinco grupos de alunos, subsidiamos nossas análises na pesquisa qualitativa. Segundo Bogdan & Biklen (1994), neste tipo de pesquisa, o objetivo consiste na compreensão do comportamento e da experiência humana, em que os pesquisadores se colocam como o principal instrumento da pesquisa. Além disso, há uma relação dinâmica entre o contexto investigado e os pesquisadores na pesquisa qualitativa (Goldenberg, 2004).

As produções escritas dos alunos do curso de Licenciatura em Química com relação aos conteúdos estudados na disciplina de Cálculo 1 são analisadas a partir de agrupamentos, que refletem diferentes aspectos para os quais a análise convergiu: Estudo de funções a partir da dedução de modelos matemáticos e a Compreensão de derivadas de uma função. Na próxima seção trazemos excertos das produções presentes em cada uma das atividades nos webfólios e que subsidiam as inferências desses agrupamentos.

Análise dos Webfólios

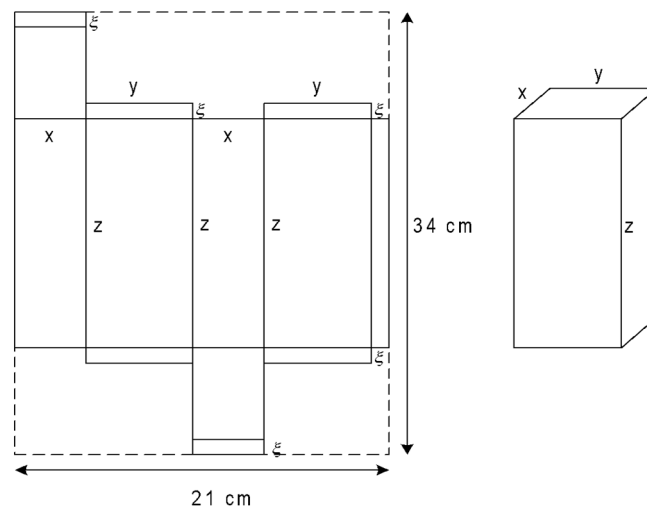
Nesta seção apresentamos as análises das atividades presentes nos webfólios a partir dos agrupamentos que indicamos na seção anterior, estabelecendo articulações com o quadro teórico que subsidiam nossa investigação.

Estudo de funções a partir da dedução de modelos matemáticos

No agrupamento *Estudo de funções a partir da dedução de modelos matemáticos*, de forma geral, houve a representação, por meio de funções, de diferentes situações da realidade, seja a partir da dedução algébrica de um modelo ou do ajuste de curvas com o auxílio de um software – GeoGebra ou Excel.

Quatro grupos (G1, G3, G5 e G7) escolheram, para a A1, a atividade da caixa que consistia em, a partir da representação planificada do molde de uma caixa (Figura 1), obter um modelo matemático que representasse a área total da caixa e um que representasse o volume da caixa, sendo x , y e z as dimensões dos lados e $\xi = 1$, destinado à colagem.

Figura 1 – Representação planificada da caixa



Fonte: Arquivos da pesquisa

Nesta atividade os grupos chegaram aos modelos por meio da dedução algébrica. O G1 deduziu ambos os modelos em função da variável y : $A_{total} = -2y^2 - 20y + 640$ e $V = 2y^3 - 52y^2 + 320y$. O G5 apenas inseriu na *wiki* os modelos deduzidos na disciplina de Pré-Cálculo sem mostrar a dedução, de forma similar ao que fez G7, sem esboço de representações gráficas. No entanto, os registros de G7 não mencionavam a atividade investigativa a que os dados correspondiam e só a partir da intervenção dos professores (*Muito bem. Vamos fazer alguns*

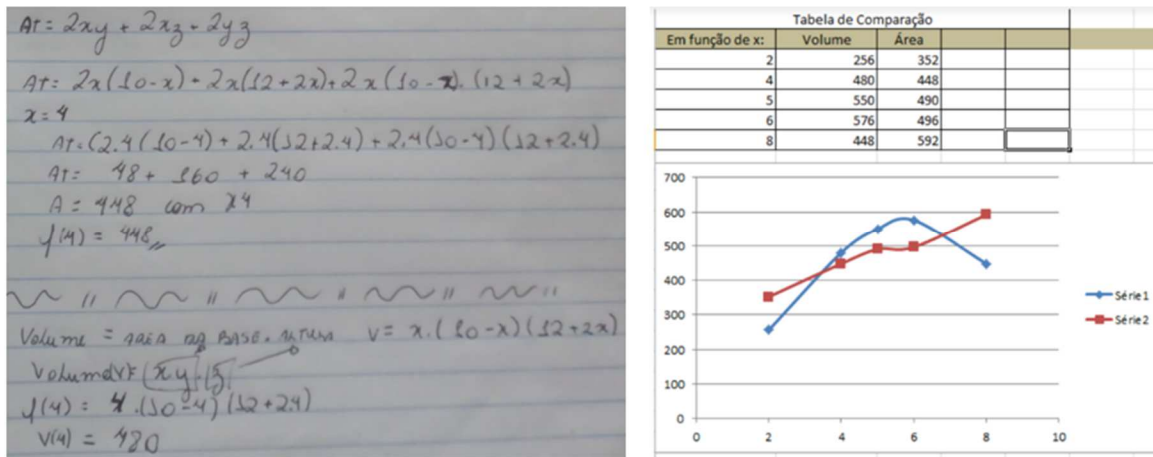
questionamentos para esclarecer os registros que vocês inseriram: 1) Esses registros se referem a qual situação-problema investigada? 2) O que cada uma das letras representa?) foi que o grupo explicitou que: Referem-se à atividade da caixa que tinha como objetivo calcular a área o volume e o valor de x , y e z . X representa a largura da caixa, Y representa a altura da caixa, Z representa o comprimento da caixa.

As intervenções iniciais tiveram como objetivo esclarecer o que os alunos estavam considerando no relatório sucinto que apresentaram da resolução da atividade. Com isso, os professores puderam obter informações acerca do que os alunos estavam considerando na obtenção da expressão algébrica.

Quando os professores questionaram o G7: “Quando vocês desenvolveram essa atividade investigativa, obtiveram uma expressão geral para o cálculo da área e do volume? Se sim, qual é essa expressão?” o grupo respondeu: “Expressão referente a Área: $2(x + y + z)$, Expressão referente ao volume: $2(xy + xz + yz)$ ”, ambas carregavam equívocos e não representavam a situação proposta. Embora o grupo não tenha apresentado respostas corretas para esta atividade, as intervenções feitas procuraram fazer com que os alunos se envolvessem mais com a atividade e se o convite para desenvolver A1 tivesse sido aceito no momento em que a atividade foi proposta e não semanas após, provavelmente novas ações poderiam ter sido feitas, levando-os a respostas corretas para a situação-problema escolhida.

O G3, por outro lado, deduziu adequadamente expressões algébricas para área e volume em função de x : $A_T = 2x(10 - x) - 2x(12 + 2x) + 2x(10 - x)(12 + 2x)$ e $V = x(10 - x)(12 + 2x)$ e fez a representação gráfica dos modelos. No entanto, não se valeu dessas expressões, mas sim organizou uma tabela atribuindo valores para o lado x , como indica a Figura 2, e, a partir desses valores, o grupo plotou os pontos usando o Excel, sendo que as curvas foram geradas automaticamente pelo software.

Figura 2 – Representação dos modelos de área e volume obtidos por G3 para a A1.

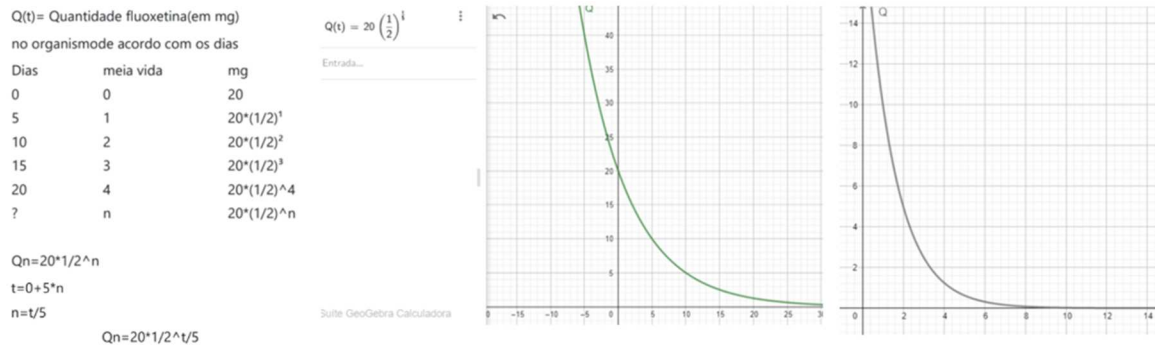


Fonte: A1_G3

Esperava-se que a representação gráfica tivesse sido gerada a partir da expressão algébrica de cada modelo, no entanto, os alunos optaram por usar outro tipo de registro (tabular) para gerar os gráficos, o que não é incorreto, embora seja mais próximo do que é usual no trabalho desses conteúdos na Educação Básica. Como os professores pretendiam abordar outros conceitos, como o de derivadas, a partir desta atividade, novas intervenções foram feitas no sentido de solicitar que expressassem os gráficos a partir das expressões algébricas. Assim como afirmam Bezerra & Gontijo (2017, p. 275), os *feedbacks* “podem e devem evoluir dos costumeiros certos e errados ou afirmações imperativas”, de modo que os alunos reflitam a partir de suas produções.

Inicialmente, o G4 indicou dificuldades em reconhecer uma atividade investigativa estudada anteriormente, na disciplina de Pré-Cálculo, e postou a definição e a representação gráfica de função exponencial. Assim, os professores instigaram o grupo enunciando uma situação-problema e solicitando que escrevessem um modelo para o comportamento da fluoxetina no organismo quando uma pessoa ingere apenas uma dose do medicamento. Devido à ausência de interação do grupo sugeriram: *vocês podem seguir os encaminhamentos feitos na aula do dia 11/11 (sobre o Césio-137)*, assim os alunos deduziram o modelo $Q(t) = 20\left(\frac{1}{2}\right)^{t/5}$, como mostra a Figura 3, indicando inicialmente que $Q(t)$ é a quantidade de fluoxetina no organismo de acordo com os dias.

Figura 3 – Registros indicando a dedução do modelo do G4.

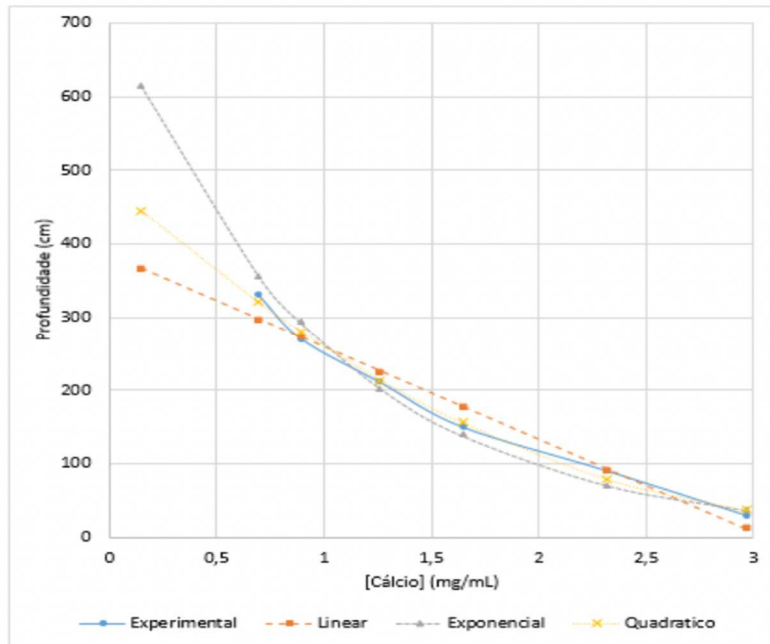


Fonte: A1_G4

Por solicitação dos professores, o grupo fez a representação gráfica, usando o GeoGebra, no entanto, assim como os outros grupos, não considerou o domínio de validade levando em conta a situação-problema. Uma nova interação dos professores se fez necessária, quando questionaram e sugeriram: *Analise o domínio da função representada graficamente! Corresponde ao fenômeno estudado? Se preciso, representem novamente, mas não apaguem o gráfico anterior.* Na Figura 3, é possível perceber a mudança na representação a partir da intervenção dos professores (gráfico à direita).

Na A2, os alunos deveriam encontrar a profundidade do Rio Limoeiro em que seria possível a produção de fitoplâncton, uma vez que isso acontece quando a concentração de cálcio no substrato é de, no mínimo, 0,15mg/ml. A partir de alguns dados em relação à profundidade do rio e da concentração de cálcio, os alunos encontraram modelos matemáticos que representavam a situação. O G1 utilizou o software Excel para encontrar três modelos para a situação: polinomial de grau 1; polinomial de grau 2 e exponencial, conforme a Figura 4. Embora tenham apresentado a profundidade (cm) em que a concentração de cálcio atinge o mínimo necessário para a produção de fitoplâncton, consideraram que o valor obtido (444,87 cm) a partir do modelo polinomial de grau 2 ($y = 36,866x^2 - 260,46x + 483,1$) é mais adequado, pois é aquele que mais se ajusta aos dados fornecidos ($R^2=0,9933$). Esta conclusão apenas foi possível após a intervenção: *Com os três modelos matemáticos, vocês chegaram a três soluções para o problema indicado após a descrição da atividade. 1) Analise as soluções obtidas e representadas na Tabela 1. O que vocês podem concluir com relação à profundidade e os modelos matemáticos?*

Figura 4 – Representação gráfica dos modelos obtidos por G1 para a A2.



Fonte: A2_G1

Ao reconhecer dentre um conjunto de curvas aquela que representa a situação em estudo, os alunos podem tornar “o conhecimento mais útil, proativo e aplicado, porque a utilidade, a proatividade e aplicação são fatores limitantes em algumas áreas do conhecimento” (Naidorf, 2014, p. 16), como a Matemática.

O G3 também desenvolveu a atividade com o auxílio do software (GeoGebra) e, inicialmente, obteve dois modelos: uma função polinomial de grau 2 e outro modelo exponencial. O G4, com o auxílio do software GeoGebra, também encontrou dois modelos polinomiais de grau 5 para representar a situação. Após intervenção dos professores (*Qual dos dois modelos vocês estão considerando para representar a situação? Escreva manualmente esse modelo matemático.*), o grupo apresentou um modelo polinomial de grau dois e outro exponencial. As intervenções dos professores fizeram com que os alunos se posicionassem com relação ao modelo que estavam considerando para representar o fenômeno em estudo. Com a intervenção apresentada de forma direta, os professores buscaram “reformular as perspectivas para ter certeza que entendeu o que os alunos dizem” (Alrø & Skovsmose, 2010, p. 71), além de permitir aos alunos “rever sua produção, corrigir erros e melhorar seus trabalhos” (Bezerra & Gontijo, 2017, p. 264).

Na A3, a partir de um conjunto de dados sobre a velocidade de uma motocicleta em função do tempo apresentado em um quadro, a primeira ação solicitada foi: *Represente os*

valores do quadro como pontos no plano cartesiano. Vocês podem fazer manualmente, no GeoGebra, no Excel ou outro software.

Todos os grupos representaram os pontos no plano cartesiano com a ajuda de um software. Porém, quando solicitado que os grupos traçassem a curva de tendência e a expressão algébrica que a representasse, o G7 necessitou de duas intervenções, visto que no primeiro registro uniu todos os pontos formando uma linha poligonal (Figura 5).

Figura 5 – Primeiros registros de G7 para a A3

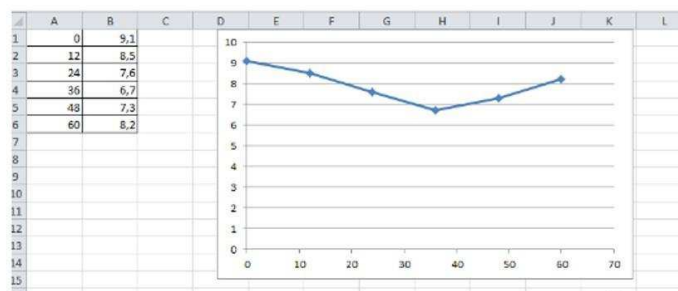
Os dados apresentados no Quadro 1 a seguir representam a leitura do velocímetro de uma motocicleta em intervalos de 12 segundos.

Quadro 1: Velocidade de uma motocicleta em função do tempo

tempo (s)	0	12	24	36	48	60
Velocidade (m/s)	9,1	8,5	7,6	6,7	7,3	8,2

Fonte: Dados coletados empiricamente.

a) Represente os valores do quadro como pontos no plano cartesiano. Vocês podem fazer manualmente, no GeoGebra, no Excel ou outro software.



Fonte: A3_G7

A primeira intervenção (*Utilizando a ferramenta do próprio Excel, adicionem uma linha de tendência, considerando uma das funções que vocês consideram pertinente (não há necessidade que coincida com todos os pontos)*) teve como objetivo orientar o grupo a estabelecer procedimentos técnicos do software de modo a instruir “o aluno sobre o seu percurso” (Gomes, 2003, p. 68). No entanto, a produção do G7 ainda não indicava a expressão algébrica do modelo deduzido, necessitando de uma nova intervenção (*Vocês precisam indicar a função de forma algébrica que expressa a curva apresentada no gráfico, isso também pode ser feito com o Excel, solicitando que expresse a função no momento de traçar a linha de tendência.*), conforme mostra a Figura 6. Assim, os professores intervêm de modo mais diretivo, com orientações mais específicas sobre o que deveriam fazer os alunos. Essa intervenção realizada no webfólio se fez necessária visto que os professores perceberam “que os participantes no processo não foram capazes de captar uma perspectiva em certa sugestão, sendo

necessário que uma ‘autoridade’ destaque certas ideias que mereçam atenção” (Alrø & Skovsmose, 2010, p. 109).

Figura 6 – Mudanças nos registros de G7 para a A3 após intervenções



Fonte: A3_G7

As orientações apresentadas nos *feedbacks* mobilizaram o G7 a utilizar as ferramentas do software para produzir a representação gráfica e a expressão algébrica de uma função quadrática para representar a situação. Atividades investigativas “apresentam múltiplas possibilidades de alternativa de tratamento e significação” (Lorenzato, 2006, p. 29), porém, é preciso estabelecer inter-relações com a situação investigada.

Já na A4, o ajuste de curvas foi empreendido a partir de um conjunto de dados produzidos pelos alunos no desenvolvimento de uma atividade experimental com a temática ebulioscopia – temperatura de ebulição de um solvente quando a ele é adicionado um soluto não volátil. Todos os grupos coletaram os dados, dois produziram um vídeo da coleta e o compartilharam no WEB e todos preencheram um quadro, sendo que utilizaram a água como solvente, dois grupos utilizaram sal como soluto e três utilizaram açúcar.

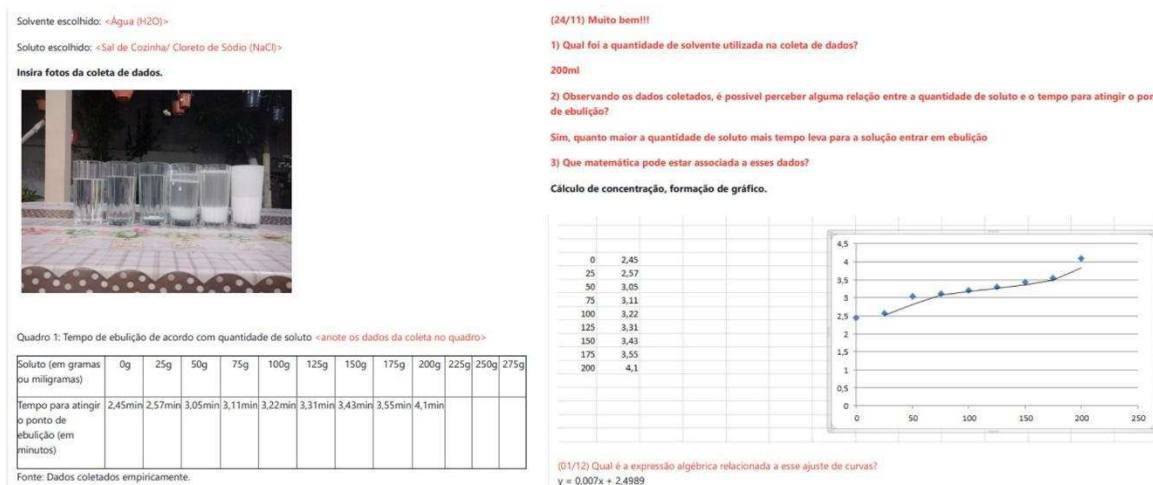
Ao considerar a temática sobre ebulioscopia, os professores aventuraram-se “a lidar com uma área que possivelmente não tenha conhecimento, aprendendo com seus alunos” (Silva & Vertuan, 2018, p. 511) e os aproximando de abordagens que poderiam ser feitas em momentos da carreira profissional, enquanto professores de Química. Essa aproximação também faz com que os professores se tornem membros “do grupo, assumindo algum papel que lhe é transferido na relação com os alunos” (Silva & Villani, 2009, p. 30).

O G7 utilizou sal como soluto em 200 ml de água. Com os dados coletados, uma primeira intervenção estava relacionada ao entendimento do comportamento do fenômeno para, então, solicitar um ajuste de curvas. A princípio o G7 realizou os mesmos procedimentos que havia feito na A3, porém com a intervenção (*Qual é a expressão algébrica relacionada a esse ajuste de curvas?*) o grupo retomou suas análises e considerou uma função polinomial de grau 1: $y =$

$0,007x + 2,4989$, em que y representa o tempo, em minutos, de ebulição da mistura em função da quantidade de soluto, em gramas. O que podemos conjecturar, assim como Mendes, Magnoni, Gonçalves & Trevisan (2019, p. 6) é que o webfólio se configurou na “criação de novas ideias e situações no contexto dinâmico da disciplina”.

As produções dos alunos, bem como uma foto da coleta de dados é apresentada na Figura 7.

Figura 7 – Coleta de dados realizada por G7 para a A4



Fonte: A4_G7

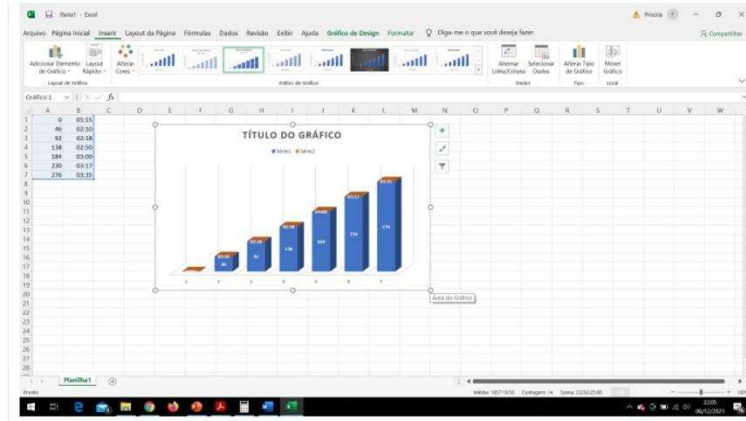
No âmbito do curso de Licenciatura em Química, atividades experimentais investigativas são pertinentes de modo que o grupo de alunos “se envolve na resolução de um problema e, se mobiliza à procura de uma metodologia para a sua resolução” (Suart & Marcondes, 2009, p. 55). A intervenção docente, além de procurar esclarecimentos sobre a forma da coleta de dados, ainda permitiu uma mediação pedagógica do conhecimento inserindo o aluno de forma ativa, autônoma e reflexiva proporcionando o desenvolvimento pessoal e profissional (Rodrigues-Moura, Rodrigues & Brito, 2020).

Quatro grupos apresentaram um modelo coerente com o fenômeno em estudo. O G5, todavia, não representou algebricamente um modelo matemático, alegando ter dificuldades com o GeoGebra (Figura 8).

Figura 8 – Representação de G5 para a A4

(29/11) Representem os valores do quadro em um plano cartesiano e ajustem uma curva que pode representá-los como uma função.

vamos tentar representar pelo geogebra novamente
06/12 chorando com o geogebra



Fonte: A4_G5

Corroboramos com Souza & Justi (2010, p. 4) quando afirmam que, para deduzir um modelo, “não existem regras fixas ou um único caminho a ser seguido”, todavia, há de se considerar “a finalidade da construção de um modelo em um determinado contexto”. A produção escrita de A4_G5 nos fez refletir sobre a necessidade de abordar o uso de softwares computacionais para auxiliar no ajuste de curvas em aulas regulares da disciplina, visto que ficou evidente que a aprendizagem para esse grupo não se efetivou.

Compreensão de derivadas de uma função

As abordagens sobre cálculo de derivadas de funções, bem como considerações sobre o que representa, foram empreendidas nas aulas síncronas e remotas a partir de uma situação-problema envolvendo queda livre.

Na A1, visando levar os alunos a determinar as dimensões da caixa que proporcionariam obter o volume máximo, foi solicitado ao G1 “*Determinem a taxa de variação instantânea do volume da caixa em função da dimensão y.*”, ao que o grupo expressou matematicamente: *Determinando a derivada de V em relação a y:*

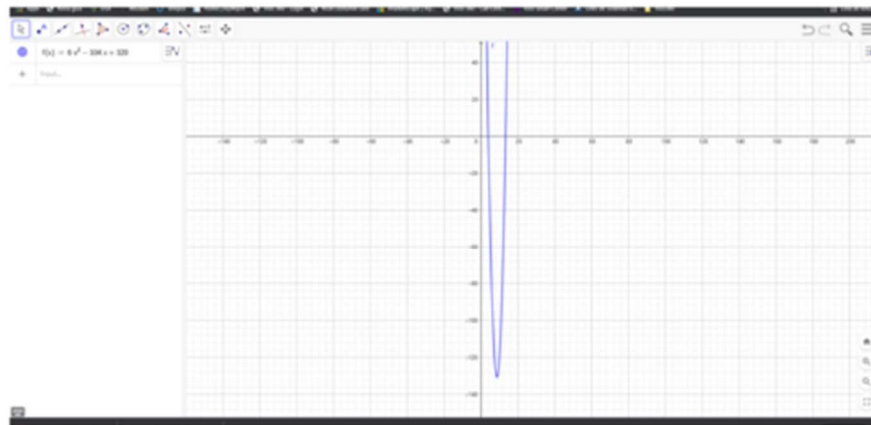
$$dV/dy = 3 * 2y^{3-1} - 52 * 2y^{2-1} + 320y^{1-1}, \quad dV/dy = 6y - 104y + 320.$$

Também responderam à questão: *Para que valores a taxa de variação instantânea é igual a zero?*, indicando: *Fazendo $dV/dy = 0$, $6y^2 - 104y + 320 = 0$. Resolvendo por Bhaskara chegamos às raízes, $40/3$ e 4 .* A próxima interação dos professores pedia que: *Utilizem o GeoGebra e representem o gráfico do Volume em função da dimensão y. Colem o gráfico aqui no WEB. O que vocês percebem com relação a essa representação gráfica e o valor da*

taxa de variação calculada no item anterior? Ao invés de fazer a representação gráfica do volume, o grupo insere o gráfico da derivada, como indica a Figura 9 e justifica que: *os valores calculados no item anterior correspondem as raízes [...], onde a taxa de variação do volume em relação a dimensão y é zero. Podendo representar um mínimo ou um máximo local.*

Figura 9 – Representação de G1 para a A1

Plotando a equação da taxa de variação do volume em relação a y no GeoGebra, temos:



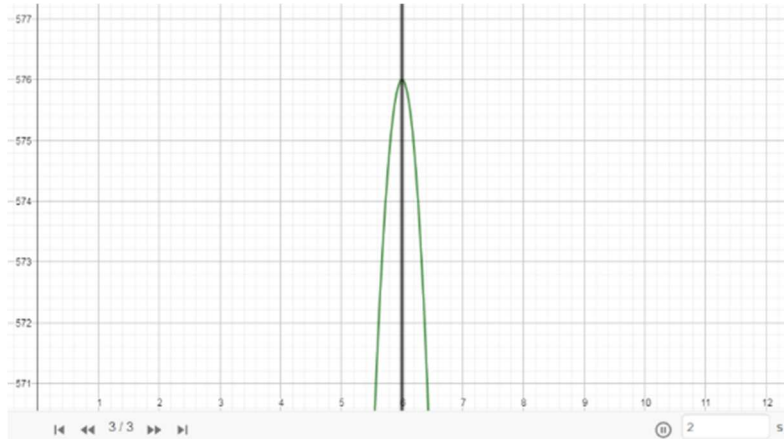
Nota-se que os valores calculados no item anterior correspondem as raízes no plot 2D, ou seja, onde a taxa de variação do volume em relação a dimensão y é zero. Podendo representar um mínimo ou máximo local.

Fonte: A1_G1

Ao responder questão análoga, G3 também faz a representação da derivada ao invés do gráfico do volume. Os professores então explicaram por meio de texto que: *A representação gráfica visível é a da taxa de variação e não do volume. Pensamos que vocês precisam deixar visível no GeoGebra e daí olhar o que acontece quando $x=6$.* Orientações a respeito do uso de recursos do software se fizeram necessárias (*Tentem diminuir o tamanho da imagem de forma que seja possível observar o valor máximo da função. Vocês podem usar o comando (CTRL e o sinal de menos) ou a lupa localizada na lateral direita (lupa para diminuir).* Com isso, *percebam o que acontece com o valor máximo da função*). Os alunos inseriram nova janela de visualização do gráfico em que foi possível identificar o ponto máximo para o volume (Figura 10) e responderam: *Se eu considerar $x=6$ dá para notar que o limite vindo da direita fica cada vez mais próximo de 6 quando y chega em 576 e quando vamos vindo da esquerda cada vez mais próximo de 6, também fica em 576, com isso podemos dizer que analisando esse gráfico, os limites laterais quando $x=6$ são iguais, e resolvendo a função $v(x)$ obtemos que a função*

quando $x=6$ é 576 e o limite quando x tende a 6 é o mesmo valor, por isso nessa função há um limite.

Figura 10 – Representação gráfica de G1 para a A1 após intervenção dos professores



Fonte: A1_G1

As intervenções realizadas tinham como objetivo fazer com que os alunos identificassem o ponto de máximo da função e o interpretassem a partir do conceito de taxa de variação instantânea. Entretanto, os alunos demonstraram conhecimento sobre existência do limite e continuidade da função em um ponto, considerando os limites laterais, e não mencionando a mudança de sinal da derivada, de positiva à esquerda para negativa à direita.

O G5 não respondeu à intervenção: 1) *Agora determinem a taxa de variação instantânea do Volume em função da dimensão x .* 2) *Em que ponto a taxa de variação instantânea é igual a zero?*, no entanto, uma integrante sinalizou que não sabia do que se tratava a expressão *variação instantânea*, conforme interação apresentada na Figura 11.

Figura 11 – Interações entre professores e G5 para A1

1) **Agora determinem a taxa de variação instantânea do Volume em função da dimensão x .**

2) **Em que ponto a taxa de variação instantânea é igual a zero?**

Não lembro o que é variação instantânea. Qual vídeo aula assisto pra relembrar?
responder.

Ainda assim estamos em reunião tentando

(24/11) **Aulas síncronas 4 a 6.**

(25/11) estamos revendo para tentar solucionar

(29/11) **Conseguiram relembrar?**

Fonte: A1_G5

Mesmo que os professores tenham respondido ao G5 de forma que o mesmo pudesse “agir em tempo útil” (Gomes, 2003, p. 50), apontando a videoaula a ser estudada, os alunos não deram continuidade à abordagem. Entendemos que, para esse grupo, a atividade investigativa não se configurou como algo de interesse, que mobilizasse os alunos a “pesquisar com afinco, testar conjecturas, procurar com atenção, indagar e buscar provas para suas descobertas” (Borssoi, Silva & Ferruzzi, 2020, p. 299).

No mesmo *feedback* em que foi solicitado ao G4 revisar a representação gráfica para o comportamento da fluoxetina no organismo, também foi requerido do grupo: *Determinem a taxa de variação instantânea da quantidade de fluoxetina em função do tempo*. No entanto, o grupo apenas fez a interpretação de que: *A cada 5 dias aproximadamente a quantidade do medicamento reduz pela metade, e cada vez mais se aproxima de 0, porém nunca zerando a quantidade de medicamento*, mas não respondeu ao solicitado. Por meio desse *feedback* se esperava que os alunos se envolvessem com a atividade investigativa enquanto “um agente ativo no seu processo de ensino e aprendizagem” (Bezerra & Gontijo, 2017, p. 264), dando-lhe a oportunidade de explicitar conhecimentos relativos à derivada de uma função exponencial e o que representava para o fenômeno.

A utilização do cálculo de derivadas possibilitou a reflexão acerca da adequação ou não de modelos na situação da A2 - Concentração de Cálcio no rio Limoeiro. G3 encontrou um modelo polinomial de grau 2 para representar a concentração de cálcio no Rio Limoeiro. A partir do cálculo da derivada desta função e obtenção do ponto de mínimo, perceberam que o modelo não seria adequado, pois não atingiria a concentração mínima de cálcio no substrato: *O grupo chegou a conclusão de que através da função polinomial de segundo grau, podemos adquirir o valor mais baixo da reta (sic) como sendo 0,6048622753 quando $x=402,18$, no entanto depois desse valor a função se torna crescente. Portanto (sic) através dessa função informada acima e com o geogebra abaixo, temos que a concentração de $0,15\text{mg/cm}^3$ não pode ser obtida.*

A partir dos ajustes de curvas e da expressão algébrica, foi solicitado aos grupos que calculassem a derivada da função e explicassem o que representava para o fenômeno da A3. Somente o G5 não respondeu às intervenções nem finalizou a atividade, mesmo com apelos dos professores.

A intervenção do dia 26/11 tinha como objetivo incentivar o G5 a dar continuidade ao trabalho já iniciado, indicando possibilidades de continuação. De certo modo, intentamos em

realizar um “delineamento das pendências e subsequente promoção de intervenções regulatórias” (Souza & Boruchovitch, 2010, p. 182). O incentivo dos professores na intervenção - *A maior parte do caminho já foi realizada* - tinha como objetivo que os alunos não abandonassem o desenvolvimento da atividade investigativa, de modo a superar suas limitações e pudessem acompanhar “o progresso, o desempenho e os avanços obtidos” (Miranda, 2017, p. 280).

Todavia, em resposta ao questionário, uma integrante do G5 afirmou: *Consegui aprender a usar minimamente o geogebra*. Nas aulas remotas da disciplina, a aluna tinha aversão ao software GeoGebra alegando não saber manipular as ferramentas disponibilizadas.

Os outros grupos, porém, utilizaram regras de diferenciação e determinaram a derivada da função. Três desses grupos apresentaram o entendimento sobre a taxa de variação instantânea da velocidade em função do tempo representar a aceleração instantânea. A partir do cálculo da derivada da função, os professores fizeram a intervenção: *a taxa de variação instantânea da velocidade em função do tempo quando $t=24s$. Esse valor é positivo ou negativo? O que isso representa?*. Na situação, a motocicleta estava desacelerando, então, o resultado da derivada no tempo de 24s é negativo. Dos três grupos que responderam a essa intervenção, o G1 chegou a um resultado positivo. Porém, com a intervenção dos professores, identificaram o equívoco, conforme resposta apresentada na Figura 12.

Figura 12 – Resposta de G1 à intervenção dos professores para A4

A resposta indica que em 24s a motocicleta está acelerando, é isso que de fato acontece?

Não, como visto pela tabela e pelo gráfico está acontecendo a redução da velocidade, logo o modelo não está adequado para a representação da derivada no intervalo considerado, pois a inclinação da reta tangente é positiva, ou seja, enquanto os dados empíricos mostram uma desaceleração, no ponto $t=24s$, o polinômio ajustado tem a concavidade para baixo.

Fonte: A3_G1

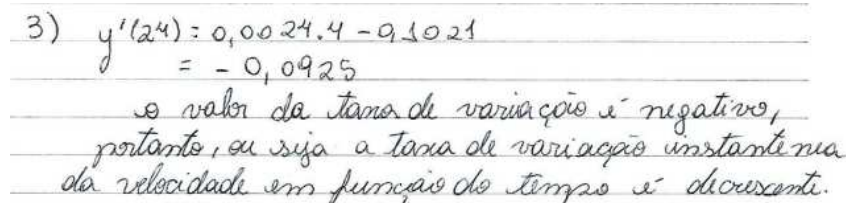
Retomar a situação de modo a evidenciar a necessidade de rever o modelo matemático deduzido via software computacional implica em os alunos julgarem “a consistência dos diversos dados obtidos, a validade de um determinado modelo teórico para explicá-los” (Silva & Trivelato, 2017, p. 150). A intervenção, de certo modo, exigiu a análise do resultado obtido com o que era apresentado nos dados coletados. A intervenção se configurou como um meio de

orientar o grupo a retomar a abordagem com relação à interpretação da situação de modo a indicar “novas pistas, novas hipóteses de auto-direcionamento e reorientação (auto-desenvolvimento)” (Gomes, 2003, p. 50).

A dinâmica inerente ao webfólio permite que o aluno esteja em contato com a sua produção escrita, bem como com as considerações dos professores de modo que “reflete sobre o seu próprio aprendizado, faz uma revisão constante sobre o que já postou e envolve-se ativamente em suas aprendizagens” (Miranda, 2017, p. 279). Em um webfólio em grupo, ainda é possível a troca de ideias entre os integrantes em dias e horários oportunos, conforme resposta ao questionário: [...] *nos reunimos em outros momentos para discutir e tentar realizar os exercícios, geralmente ao sábado de manhã quando era tranquilo para mim e para o Lu* (resposta de integrante do G7).

As intervenções e *feedbacks* “com o aluno sobre os seus erros e acertos contribui para a conscientização dos pontos fortes e fracos, contribuindo também para a aprendizagem e superação de erros” (Gomes, 2003, p. 17). O excerto da Figura 13 exemplifica o resultado de um desses *feedbacks*.

Figura 13 – Resposta de G4 à intervenção dos professores para A4



3) $y'(24) = 0,0024 \cdot 4 - 0,1021$
 $= -0,0925$
o valor da taxa de variação é negativo,
portanto, a taxa de variação instantânea
da velocidade em função do tempo é decrescente.

Fonte: A3_G4

Na A4 também foi solicitado aos alunos calcular a derivada do modelo matemático deduzido, bem como apresentar os entendimentos do que representa para o fenômeno ebullioscopia. Dos quatro grupos que calcularam a derivada, dois estabeleceram relações do que representa para o fenômeno (Figura 14).

Figura 14 – Cálculo e interpretação da derivada pelo G1 para a A4

(05/12) Calculem a derivada de cada um dos modelos matemáticos deduzidos. O que ela representa?

Equação de terceiro grau de equação:

$$y = -0,0601x^3 + 9,3946x^2 - 482,99x + 8191,7$$

$$dy/dx = -0,1803x^2 + 18,789x - 482,99$$

ou ainda a uma reta, que também representa um bom ajuste:

$$y = 4,5349x - 210,91$$

$$dy/dx = 4,5349$$

ambas as derivadas representam a taxa de variação da quantidade de soluto em relação ao tempo de ebulição.

Fonte: A4_G1

Embora a resposta indique compreensão de que derivada pode ser interpretada como taxa de variação (*ambas as derivadas representam a taxa de variação da quantidade de soluto em relação ao tempo de ebulição*), não foi explicitado que se trata de uma taxa de variação instantânea. À esta resposta caberia uma nova intervenção, no entanto, ela se deu tardiamente, em relação ao cronograma de elaboração do WEB.

Aspectos somativos da avaliação do Webfólio

Como o webfólio foi um dos três instrumentos de avaliação somativa da disciplina, foram atribuídas notas a cada grupo variando de zero a 10 pontos a partir dos critérios apresentados na seção de aspectos metodológicos. As notas constam no Quadro 2. Dos 7 grupos formados para a construção do WEB, o G6 sequer iniciou a construção e o G2 não concluiu. As justificativas, de forma geral, foram associadas ao fato de os alunos não terem se organizado nos grupos. O trabalho em grupo é um aspecto necessário para o desenvolvimento de uma atividade investigativa e estava em constante discussão nas aulas síncronas. Defronte dessa justificativa, tardia, não foi possível tomar providências na reconfiguração dos integrantes do grupo. O WEB teve peso 2,0 na média ponderada que constituiu a nota final dos alunos.

Quadro 2 – Notas atribuídas aos webfólios a partir de cinco critérios

Webfólio	Inserção de cada atividade (2,0 pontos)	Respostas aos <i>feedbacks</i> (2,0 pontos)	Avanço na abordagem matemática (5,0 pontos)	Comentários finais nas atividades (0,5 ponto)	Inserção de introdução e considerações (0,5 ponto)	Nota final (10 pontos)
WEB do G1	2,0	1,7	4,3	0	0	8,0
WEB do G3	2,0	2,0	4,9	0	0,3	9,2
WEB do G4	2,0	1,2	3,4	0	0,3	6,9
WEB do G5	2,0	0,5	2,6	0	0	5,1
WEB do G7	2,0	1,2	3,9	0,3	0,5	7,9

Fonte: Dados da pesquisa (2021); Elaborado pelos autores

Dos cinco grupos que finalizaram a construção do WEB, apenas um deles (G5) conseguiu nota final inferior a 6 pontos. Cabe ressaltar que este grupo foi também o que obteve a menor nota no critério *respuestas aos feedbacks*, o que indica a pouca interação entre os integrantes do grupo e os professores durante o desenvolvimento das atividades investigativas. Da mesma forma, os grupos com maior nota neste critério foram os que obtiveram as maiores notas finais. Outro aspecto a se observar é que todos os grupos atingiram pelo menos 50% dos pontos no critério *avanzó na abordagem matemática*.

Considerações Finais

Neste trabalho debruçamo-nos a investigar aspectos formativos e somativos evidenciados em um webfólio de atividades investigativas na compreensão de conceitos de Cálculo Diferencial e Integral de uma variável real. Para isso, analisamos o desenvolvimento das atividades investigativas de cinco grupos de alunos de um curso de Licenciatura em Química. No que se refere aos aspectos formativos, foi evidenciado que as interações ocorridas entre alunos e professores a partir do WEB buscaram oportunizar a compreensão dos alunos acerca de funções a partir da dedução de modelos matemáticos e de derivadas de funções.

Mais especificamente, o webfólio construído por alunos reunidos em grupos e orientados por meio exclusivamente de forma virtual nos permitiu “[...] identificar dificuldades e potencialidades dos alunos nos conteúdos envolvidos para orientar as decisões relativas à aprendizagem” (Mendes et al., 2019, p. 8) seja em âmbito pontual, nas aulas, ou na estruturação da disciplina para implementações subsequentes. Este acompanhamento periódico proporcionado pelo desenvolvimento do WEB refletiu no resultado final (nota final), uma vez que apenas um dos grupos obteve nota inferior a 6 pontos.

Os grupos que aceitaram o convite de desenvolver cada atividade investigativa e de responder cada intervenção revelaram conhecimentos construídos ao longo da disciplina. Nesta investigação não está em foco a qualidade dos *feedbacks* feitos pelos professores, todavia, pesquisas apontam que as “escolhas das palavras, do tom, da clareza, da especificidade” utilizadas podem subsidiar respostas que ajudem os alunos “no caminho da autorregulação das aprendizagens” (Bezerra & Gontijo, 2017, p. 264).

Mesmo entendendo que o webfólio é um meio que proporciona uma aproximação com os alunos, nem todos deram continuidade e aceitaram as orientações feitas nas intervenções. Há casos em que integrantes dos grupos desistiram da elaboração do WEB conforme relato apresentado nas considerações finais de G1: *Apesar de meus colegas terem desistido, foi um desafio prazeroso de ter sido concluído*. Esse pode ter sido um limitador que comprometeu avançar as interações e intervenções que visavam evidenciar a compreensão dos grupos sobre limites de funções, bem como de integrais, como os professores almejavam. Como alegam Pazuch & Nehring (2012), tais intervenções podem levar os alunos a ressignificar conhecimentos, estratégias, encaminhamentos, implicando na aprendizagem. Uma possibilidade de contornar tal situação pode estar atrelada à quantidade de intervenções semanais. Na elaboração dos WEB ficou acordado com os alunos que uma vez na semana seriam inseridos questionamentos e dicas de continuidade de desenvolvimento da atividade investigativa, bem como a inserção de uma nova atividade. Em pesquisa futura, intentamos ampliar a frequência de modo que os alunos lidem regularmente com as intervenções.

Dentre outros fatores limitadores, mencionamos: a falta de hábito de se desenvolver atividades avaliativas de forma colaborativa e em grupos, como proposto com o WEB e o desenvolvimento das aulas remotamente, de forma síncrona e assíncrona. De certa forma esses fatores estão relacionados, pois a turma em questão cursava o segundo semestre no ano de 2021 na modalidade remota e ainda não tinham interagido presencialmente seja com os professores, seja com os colegas. Alguns alunos também reportavam limitações com o aparato tecnológico, tanto no que diz respeito à conectividade como de equipamentos, sendo que alguns dispunham apenas de *smartphone* para realização das atividades.

Atividades investigativas, como colocado por Zômpero & Laburú (2011) possibilitam o aprimoramento de habilidades cognitivas dos alunos e aprender de forma colaborativa. No entanto, necessitam que os alunos se coloquem em ação, que aceitem o convite e, com isso, assumam um compromisso com o grupo. No relato de um dos integrantes de G7 a considerações sobre o desenvolvimento do WEB é possível evidenciar esse aspecto: *o integrante do grupo me ajudou muito a entender coisas que eu ainda tinha dificuldade e eu tentei ajudá-lo com o que eu sabia*.

Levando em consideração esses limitadores, entendemos que o webfólio de atividades investigativas na disciplina de Cálculo 1 consiste em “uma estratégia para a mobilização e uso

do conhecimento em aulas de matemática ministradas no Ensino Superior” (Silva & Vertuan, 2018, p. 503). Todavia, novos encaminhamentos podem ser propostos com vistas a superar tais limitadores, configurando em possibilidades de pesquisas futuras.

Referências

- ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e aprendizagem em Educação Matemática**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.
- BEZERRA, W. W. V.; GONTIJO, C. H. Avaliação para as aprendizagens: uma abordagem a partir do trabalho com limites de funções reais num curso de Cálculo I. **Educação Matemática em Revista**, v. 22, n. 56, p. 261-276, 2017.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.
- BORSSOI, A. H.; SILVA, K. A. P. ; FERRUZZI, E. C. . Ensino por investigação mediado por tecnologias digitais em aulas de Matemática. **VIDYA (SANTA MARIA. ONLINE)**, v. 40, p. 297-313, 2020.
- BURKHARDT, H. Assessing Modeling. In: **Conference on mathematical modeling**. Proceedings from the Teachers College, 2013. Disponível em: <https://journals.library.columbia.edu/index.php/jmetc/issue/view/19>. Acesso em: 27 jun. 2022.
- FORSTER, C.; BURIASCO, R. L. C. Uma prova-escrita-com-cola. In: **VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, 2018. Disponível em: http://www.sbemparana.com.br/eventos/index.php/SIPEM/VII_SIPEM/paper/view/399/518. Acesso em: 14 dez. 2018.
- GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. 8. ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.
- GOMES, M. T. **O portfólio na avaliação da aprendizagem escolar**. 2003. 71 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Educação, Curitiba, 2003. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/59963>. Acesso em: 27 jun. 2022.
- HADJI, C. **Avaliação, regras do jogo**: das intenções aos instrumentos. Porto: Porto Editora LTDA, 1994.
- LORENZATO, S. (org.). **O Laboratório de Ensino de Matemática na formação de professores**. 1ª. Ed. Campinas, SP: Autores Associados, p. 3-37, 2006 (Coleção Formação de Professores).

- MENDES, M. T. **Utilização da Prova em Fases como recurso para regulação da aprendizagem em aulas de cálculo.** 2014. 275 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Londrina, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2014. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UEL_b65bf73ac27ec1fc53222f2ff13d3879. Acesso em: 27 jun. 2022.
- MENDES, M. T.; MAGNONI, A. F.; GONÇALVES, W. J.; TREVISAN, A. L. Portfólio de aprendizagem: um instrumento para avaliação em aulas de cálculo diferencial e integral. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 14, n. 2, p. 1-20, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2019.e57133>. Acesso em: 27 jun. 2022.
- MENDES, M. T.; TREVISAN, A. L. O relatório escrito em aulas de Cálculo Diferencial e Integral: a carta para a tia. **Revista BOEM**, v. 6, n. 12, p. 110-127, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/boem/article/view/10145>. Acesso em: 27 jun. 2022.
- MIRANDA, J. dos R. O Webfólio como procedimento avaliativo no processo de aprendizagens: sentidos, significados e desafios. **Informática na Educação: teoria & prática**, v. 20, n. 2, p. 272-286, 2017. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/InfEducTeoriaPratica/article/view/63731/43635>. Acesso em 10 jul. 2022.
- NAIDORF, J. C. Knowledge utility: From social relevance to knowledge mobilization. **Education Policy Analysis Archives**, Arizona (EUA), v. 22, n. 89, p. 1-31, 2014. Disponível em: <https://epaa.asu.edu/index.php/epaa/article/view/1490>. Acesso em: 10 jul. 2022.
- NEVADO, R. A. de; BASSO, M. V.; MENEZES, C. S. de. Webfólio: uma proposta para avaliação na aprendizagem, conceitos, estudos de casos e suporte computacional. In: **XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2004. Amazonas. ANAIS. São Paulo: SBIE, 2004. p. 299-308. Disponível em <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/331/317>. Acesso em: 27 de jun. 2022.
- PAZUCH, V.; NEHRING, C. M. A vivência de uma intervenção docente: reflexões sobre o ensino e a aprendizagem de Matemática. **Práxis Educativa**, v. 7, n. 2, p. 511-531, 2012. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-43092012000200011&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 27 jun. 2022.
- RODRIGUES-MOURA, S.; RODRIGUES, A.; BRITO, L. P. de B. Uso do webfólio como instrumento avaliativo da aprendizagem em Física: reflexões formativas. **Com a Palavra, O Professor**, v. 5, n. 11, p. 104-118. Disponível em: <http://revista.geem.mat.br/index.php/PPP/article/view/551>. Acesso em: 27 jun. 2022.
- SACRISTÁN, J. G. A avaliação no ensino. In: SACRISTÁN, J. G.; PÉREZ GOMES, A. I. Pérez Gomes (Ed.). **Compreender e transformar o ensino**. Porto /Alegre, Artmed, 1998. (pp. 295-351).

- SANTOS, E. R.; BURIASCO, R. L. C. A análise da produção escrita em Matemática como estratégia de avaliação: aspectos de uma caracterização a partir dos trabalhos do GEPEMA. **Alexandria**, v. 9, n. 1, p. 233-247, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2016v9n2p233>. Acesso em: 27 jun. 2022.
- SILVA, G. S. F.; VILLANI, A. Grupos de aprendizagem nas aulas de física: as interações entre professor e alunos. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 1, p. 21-46, 2009.
- SILVA, K. A. P.; BORSSOI, A. H.; DALTO, J. O. Em direção à matematização em atividades de modelagem matemática: intervenções mediadas pela avaliação em fases. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 10, n. 23, p. 237-262, 2021. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/emp/article/view/43178>. Acesso em: 27 jun. 2022.
- SILVA, K. A. P.; DALTO, J. O. Portfólio de atividades de modelagem matemática como instrumento de avaliação formativa. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 22, n. 1, p. 371-393, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unespar.edu.br/index.php/rpem/article/view/6689>. Acesso em: 27 jun. 2022.
- SILVA, K. A. P.; VERTUAN, R. E. Um estudo sobre as intervenções docentes em contextos de atividades investigativas no âmbito de aula de matemática do ensino superior. **Ciência & Educação**, v. 24, n. 2, p. 501-516, 2018.
- SILVA, M. B.; TRIVELATO, S. L. F. A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentos numa atividade investigativa de Biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 02, p. 139-153, 2017.
- SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapa conceitual: seu potencial como instrumento avaliativo. **Pro-Posições**, v. 21, n. 3, p. 173-192, 2010.
- SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. Estudo da utilização de modelagem como estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida nas transformações químicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 2, p. 1-26, 2010. Disponível em: <https://www.periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/3978>. Acesso em: 27 jun. 2022.
- SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009. Disponível em: http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14_1/m318318.pdf. Acesso em: 27 jun. 2022.
- ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/epec/a/LQnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbQ/?format=pdf&lang=pt>.
Acesso em: 10 julho 2022.

Autores

Karina Alessandra Pessoa da Silva

*Doutorado em Ensino de Ciências e Educação
Matemática pela Universidade Estadual de Londrina
Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)*
Correo electrónico: karinasilva@utfpr.edu.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1766-137X>.

Jader Otavio Dalto

*Doutorado em Ensino de Ciências e Educação
Matemática pela Universidade Estadual de Londrina
Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)*
Correo electrónico jaderdalto@utfpr.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7684-2480>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Cornélio Procópio, Brasil.

Adriana Helena Borssoi

*Doutorado em Ensino de Ciências e Educação
Matemática pela Universidade Estadual de Londrina
Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)*
Correo electrónico : adrianaborssoi@utfpr.edu.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1725-6307>

SIVA, K. A. P.; DALTO, J. O.; BORSSOI, A. H. Webfolio de actividades investigativas como herramienta de evaluación formativa y sumativa. **Revista Paradigma**, Vol. XLIV, Edição Temática No 3. (Avaliação em Educação Matemática), Ago. 2023 / 334 – 364