

## ATIVIDADES-COM-CALCULADORA-HP50G: HORIZONTES QUE SE ABREM AO PROCESSO EDUCACIONAL MATEMÁTICO

### Activities-with-calculator-HP50g: Horizons that open themselves to math educational process

*Madalena da Rocha Pietzsch  
Maurício Rosa*

#### Resumo

Este artigo é resultado da pesquisa que teve como objetivo investigar os horizontes, em termos cognitivos, que se abrem ao processo educacional matemático quando são utilizadas atividades envolvendo funções trigonométricas, cujo design foi específico em termos de uso de tecnologia (*atividades-com-calculadora-HP50g*). Realizamos as atividades desenvolvidas por Nunes (2011) com alunos dos cursos de Engenharia do Centro Universitário Luterano de Manaus, na disciplina de Cálculo I. A pesquisa de cunho qualitativo buscou, por meio dos relatos escritos e dos diálogos entre alunos e a professora/pesquisadora (primeira autora), identificar indícios do processo educacional em torno da exploração dessas atividades. Os resultados revelam que o processo educacional matemático se mostra por meio das ações de aprendizagem do Turbilhão de Aprendizagem (MALTEMPI; ROSA, 2006; ROSA, 2004, 2008), uma vez que depuração compartilhada, descrição/expressão, execução compartilhada e reflexão/discussão de ideias ocorrem ao realizarmos atividades-com-calculadora-HP50g e, a partir disso, pudemos identificar as especificidades dessas ações ao longo desse processo de investigação enquanto buscávamos entender como se comportavam os alunos cognitivamente diante das atividades-com-calculadora-HP50g.

**Palavras-chave:** Atividades Trigonométricas. Calculadora HP50g. Processo Educacional Matemático.

#### Abstract

The present study aimed to investigate the horizons, in cognitive terms, which open to the math educational process when activities involving trigonometric functions whose design is specific in terms of technology are used (*activities-with-calculator-HP50g*). The qualitative research tried, through written accounts and dialogues between students and the professor/researcher, to identify evidence of the educational process around the exploration of these activities. The results reveal that the math educational process is shown through the actions of learning of the structure called *Learning Vortex* (MALTEMPI; ROSA, 2006; ROSA, 2004, 2008), once, shared debugging, description/ expression, shared implementation and reflection/discussion of ideas to accomplish activities occur – with – calculator – HP50g and , from this , we can identify the specifics of these actions throughout this research process, while we tried to understand how they behaved students cognitively on the activities –with- calculator – HP50g .

**Keywords:** Trigonometry Activities. Calculator HP50g. Math Educational Process.

## Introdução

O objetivo de nossa pesquisa foi investigar os horizontes, em termos cognitivos, que se abrem ao processo educacional matemático dos estudantes de Cálculo I quando utilizam atividades-com-calculadoras-HP-50g sobre funções trigonométricas. Fazemos isso em relação às contribuições e aos desafios apresentados ao processo educacional quando é utilizado esse tipo de atividade. Ou seja, envolvendo funções trigonométricas e cujo design foi desenvolvido especificamente com a calculadora HP 50g.

Revisando a literatura existente sobre o ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral, foi possível perceber que tais pesquisas apontavam para a necessidade de intervenção nesse cenário, por ser a dificuldade de aprendizagem de Cálculo um tema recorrente. Nesse sentido, Scucuglia (2006), quando investiga o Teorema Fundamental do Cálculo, utilizando a calculadora gráfica, destaca que grande parte das pesquisas sobre Cálculo provém de dificuldades apresentadas pelos alunos. Outra justificativa para essas pesquisas, mencionada por esse autor, é o número elevado de desistências e reprovações nessa disciplina.

O ensino de Cálculo é bastante discutido em Educação Matemática e uma das principais justificativas para tal discussão é o grande número de reprovações de estudantes. É nesse sentido que algumas pesquisas sobre Cálculo buscam caracterizar as concepções dos estudantes sobre função, continuidade, diferenciação, integração, etc. Mais especificamente, algumas pesquisas discutem essas concepções com o uso de informática (SCUCUGLIA, 2006, p.31)

Entre outros trabalhos de pesquisa estudados, destacamos os de Rosa (2008) e Nunes (2011), os quais sustentaram a produção e análise dos dados desta investigação, uma vez que ambos trabalham com tecnologia para a produção do conhecimento matemático em relação a tópicos do Cálculo e Pré-Cálculo, respectivamente. Da mesma forma, destacamos Bonafini (2004), que aponta, em especial, para a contribuição das

calculadoras como instrumento pedagógico, salientando que essas possibilitam uma reavaliação das hipóteses e resultados obtidos nas atividades matemáticas:

O uso de tecnologia portátil, como as calculadoras gráficas, vem sendo objeto de estudo de vários pesquisadores. Dentre eles destaco as pesquisas de Souza (1996), Borba (1995), Souza e Borba (1996, 1998) que propõem o uso de calculadoras gráficas como instrumento pedagógico envolvendo o estudo de funções e de funções quadráticas. Os autores afirmam que a calculadora gráfica, quando utilizada como instrumento pedagógico, permite que os alunos, durante a construção dos gráficos, reavaliem constantemente suas hipóteses e conjecturas possibilitando assim um método empírico de aprender Matemática. (BONAFINI, 2004, p.62)

Na prática, ministrando a disciplina de Cálculo, foi possível observar empiricamente, também, que o conteúdo de trigonometria é um dos conteúdos em que os alunos apresentam muitas dificuldades de aprendizagem, principalmente no que compete à visualização de gráficos. No entanto, entendemos que não é uma situação única, pois Cury (2004, p.133) destaca que esse tipo de dificuldade aponta, muitas vezes, para uma incompreensão dos conceitos trigonométricos e de uma descontextualização dos mesmos, ou seja, “[...] expressões como  $\sin(x)$ , por exemplo, aparecem como produto com ‘letras’ sem sentido”.

Tendo em vista a importância das funções trigonométricas e suas aplicações para a formação de engenheiros e as factíveis possibilidades de produção do conhecimento matemático desse conteúdo, que é específico, e das demais relações matemáticas que possam se estabelecer, sentimos a necessidade de irmos além das nossas investigações.

Assim, quando conhecemos o trabalho de Nunes (2011) e as atividades-com-calculadora-HP50g, desenvolvidas em sua dissertação de mestrado, optamos em trabalhar essas atividades, pois esse viés de ver como acontece o uso de atividades projetadas com a calculadora, e não

somente o uso da calculadora, ainda não havia nos conferido qualquer leitura. Entendemos que Nunes (2011), ao analisar justamente o processo de desenvolvimento dessas atividades-envolvendo-funções-trigonômétricas-com-calculadora-HP50g, acreditava que esse processo poderia contribuir com a produção do conhecimento matemático ao fazer uso desse tipo de atividade.

Nunes (2011) utiliza as funções trigonométricas e propõe uma reflexão, por parte do aluno, sobre as figuras apresentadas nas atividades, na tentativa de levar o aluno a pensar-com-a-calculadora (ROSA, 2008). Nesse sentido, as atividades desenvolvidas por ele, sem o uso da tecnologia em questão, não são possíveis de ser realizadas como um todo, pois cada uma foi desenvolvida sob a necessidade do uso da calculadora-gráfica-HP50g (NUNES, 2011).

A partir dessa proposta, para realizarmos este trabalho de pesquisa, formulamos a seguinte pergunta diretriz:

*Como se mostra o processo educacional matemático em termos cognitivos quando são utilizadas atividades sobre funções trigonométricas, cujo design foi desenvolvido especificamente com tecnologia, nesse caso, atividades-com-calculadora-HP50g?*

Dessa forma, o objetivo geral desta pesquisa foi investigar os horizontes, em termos cognitivos, que se abrem ao processo educacional matemático quando são utilizadas atividades envolvendo funções trigonométricas, cujo design foi desenvolvido especificamente com a calculadora-HP50g, na disciplina de Cálculo I, nos cursos de Engenharia no CEULM/ULBRA.

Nesse contexto realizamos, assim, a investigação, com a utilização das atividades-com-calculadora-HP50g elaboradas por Nunes (2011) como produto de sua pesquisa. Tais atividades tomam uma concepção educacional na qual a tecnologia não é vista como suporte (ROSA, 2011), mas como meio partícipe do processo de produção do conhecimento matemático.

Essas atividades, no entanto, não foram usadas por Nunes (2011) buscando entender o seu uso (*atividades-com-calculadora-HP50g*), mas sim buscando entender o *feedback* que seu uso pode trazer ao processo de desenvolvimento das mesmas, em termos matemáticos,

pedagógicos e tecnológicos (ROSA, 2008). Nesse trabalho, então, a investigação verte pelo viés da compreensão da produção do conhecimento matemático, de forma a conceber se o planejamento e ações do uso de tecnologias destacadas por Rosa (2008), “ser-com”, “pensar-com” e “saber-fazer-com-tecnologias”, são contempladas como previsto por Nunes (2011). Por isso, as atividades-com-calculadora-HP50g (NUNES, 2011) foram trabalhadas com alunos da disciplina de Cálculo I, para que pudéssemos entender como se mostra o processo educacional matemático com *atividades-com-calculadora-HP50g*.

## Referencial teórico

Nosso enfoque teórico se sustenta a partir de autores que tratam do uso das tecnologias e uso das calculadoras gráficas na Educação Matemática, em especial, do uso da calculadora-HP50g.

Na aprendizagem baseada em problemas envolvendo tecnologia, por exemplo, a atividade mais crítica do professor, segundo Rezende (2002), está relacionada com as questões que ele irá formular aos estudantes. É essencial que as atividades valorizem e desafiem o pensamento do aprendiz, não o induzindo expressamente sobre o que fazer (um único caminho) ou como pensar (uma única resposta). “O mais importante, ao contrário, é que o ensino questione o pensamento do estudante” (REZENDE, 2002, p.11), trazendo-lhe a possibilidade de escolha, de desenvolvimento do próprio processo cognitivo.

Nessa perspectiva, o argumento apresentado por Rosa (2011) corrobora a publicação de Rezende (2002) quando afirma que as demandas que o mercado exige, embora válidas, não são suficientes para que sirvam de motivo de uso de tecnologias nas aulas de matemática, uma vez que a inserção das mídias na vida de cada um ocorre automaticamente. Ele entende que o uso de muitos recursos oferecidos pelos computadores e celulares “[...] já se tornou um ato indispensável ou mesmo indissolúvel do [...] cotidiano profissional, social ou cultural [do ser humano]” (ROSA, 2011, p.137).

Assim, isso nos permite avançar teoricamente, de forma a investigarmos atividades-com-tecnologia, as quais são entendidas por Rosa

(2011) como um meio de produção de conhecimento matemático, conforme destaca:

[...] entendo nossa relação com a máquina como produzindo um pensamento coletivo. E, desse modo, a desconfortável sensação de afinidade [com a máquina] pode ser transformada, pois segundo Kerckhove (1997, p.248) “[...] a mente coletiva que estamos a construir pode dar conta da complexidade, fraturas e reestruturações das mentes individuais – está em progresso um processo de integração à escala mundial”. (ROSA, 2011, p.121)

Dessa forma, a construção de atividades pensadas por meio da calculadora-HP50g, segundo Nunes (2011), faz parte de uma prática diferenciada em relação a muitas práticas realizadas na formação de professores, pois concebe a tecnologia não como ferramenta de suporte, mas como meio de realização do processo de produção de conhecimento (ROSA, 2011). Além disso, possibilita a criação de mais um recurso a ser utilizado na formação de profissionais de educação, visando reconhecer as contribuições que as tecnologias informáticas podem oferecer para as práticas docentes (NUNES, 2011, p.12).

Outrossim, quando falamos em identificar indícios em torno da exploração das atividades-com-tecnologia que possam destacar as ações de aprendizagem e do conhecimento matemático em termos de **ser-com**, **pensar-com**, **saber-fazer-com-tecnologia** (ROSA, 2008), concordamos com a ideia e a argumentação de Rosa (2008), que destaca como isso pode ser pensado:

[...] Assim, ambientes virtuais podem fazer com que pensemos nas particularidades do “ser” que aprende nesse espaço, um **ser-com** que **pensa-com** e que age de forma a **saber-fazer-com**. No entanto, é importante questionar: quem aprende? Como aprende? Como isso se dá neste universo das Tecnologias da Informação e Comunicação? Como esse “ser” se presentifica no processo educativo em um ambiente virtual? Como o processo de construção de diferentes identidades online se mostra ao

ensino e à aprendizagem de Matemática? (ROSA, 2008, p.133)

A utilização de calculadoras gráficas no processo de ensino e aprendizagem da matemática, também foi tema de investigação de autores como Borba (1999), Borba e Penteadó (2003), Scucuglia (2006), Kaiber, Dalla Vecchia e Scapin (2010), Rosa e Seibert (2010), Groenwald e Olgin (2010). Eles defendem e pesquisam o potencial do uso da calculadora na produção do conhecimento matemático. No entanto, acreditamos que a investigação sobre o uso de calculadoras pode ainda gerar outras discussões relevantes para a Educação Matemática, considerando as particularidades de conceitos matemáticos.

As ideias de experimentação e demonstração estão diretamente relacionadas com argumentações de Pólya e Lakatos, apresentadas por Scucuglia (2006), das quais são destacados os aspectos investigativos no fazer matemático, bem como os próprios fundamentos da matemática, enfatizando a relevância da visualização e de coordenação de representações no processo dessas ideias (SCUCUGLIA, 2006).

Uma abordagem experimental em educação Matemática implica: i) No uso de procedimentos de tentativas e processos educativos que possibilitem a geração de conjecturas; ii) Na descoberta de resultados matemáticos desconhecidos previamente à experimentação; iii) Na possibilidade de testar modos alternativos de coletar resultados; iv) Na chance de proporcionar novos experimentos; v) Em um modo diferente de aprender Matemática; vi) Na possibilidade de testar conjecturas usando um grande número de exemplos e a chance de repetir os experimentos. (SCUCUGLIA, 2006, p.24)

Dessa forma, ao expormos a proposta do presente trabalho, buscamos indicar a lente com a qual focaremos os dados produzidos neste estudo. Estes, a nosso ver, poderão mostrar tanto as possibilidades quanto os desafios apresentados no uso dessas atividades, além de uma perspectiva crítica movida pela intencionalidade do professor ao utilizar tais atividades.

Logo, a proposta desse trabalho buscou identificar indícios que pudessem orientar os questionamentos levantados por Rosa (2008). Não em ambientes digitais propriamente ditos, mas em torno da experimentação (SCUCUGLIA, 2006) de *atividades-com-tecnologia*, especificamente *atividades-com-calculadora-HP50g*. Para nós, coube investigar como se mostra o processo educacional matemático desenvolvido com *atividades-com-calculadora-HP50g* e, a partir disso, chegamos, frente aos dados produzidos, a uma resposta que esse processo educacional mostra em termos das ações de aprendizagem destacadas na estrutura do Turbilhão de Aprendizagem discutida por Nunes (2011) e evidenciada por Rosa (2004, 2008): descrição/expressão, execução compartilhada, reflexão/discussão e depuração compartilhada de ideias, na disciplina de Cálculo nos cursos de Engenharia do CEULM/ULBRA.

É importante pensar que desenvolver atividades faz parte da prática do professor. Conforme Rosa e Seibert (2010), *atividades-com-tecnologias* podem ser, literalmente, o tipo de atividade desenvolvida. Assim, foi necessário pensar em problemas e atividades que requerem o uso de tecnologias e que estejam em consonância com a Educação Matemática. Ou seja,

Na Educação Matemática, é importante conhecer o potencial, as características e as limitações das tecnologias e mídias disponíveis, as quais possam estar direcionadas à produção do conhecimento matemático. Dessa forma, devemos condicionar a atividade matemática ao potencial que a mídia digital oferece e elaborar instrumentos avaliativos que proporcionem o educar-se matematicamente e/ou pela Matemática, compreendendo, por exemplo, que a calculadora gráfica pode oferecer recursos que contribuam para a compreensão de determinado conceito matemático, de forma diferenciada, potencializada ou, mesmo, ampliada. (ROSA; SEIBERT, 2010, p.70)

Potencializar/ampliar a cognição matemática, utilizando tecnologias como meios viáveis para que isso aconteça, é algo que defendemos, pois, para nós, o uso desses recursos serve justa-

mente a esse propósito, mesmo que possam contribuir de outras maneiras. Em outra perspectiva, Groenwald e Olgin (2010, p.153) destacam que se o professor de Matemática utilizar a calculadora em sala de aula “[...] de forma planejada, ela pode tornar-se um recurso que contribui para o aprendizado, liberando tempo e energia gastos e operações repetitivas, possibilitando que o foco da aula seja a resolução de problemas”. A calculadora, nesse caso, contribui para a atividade orientada pelo professor como ferramenta de apoio/suporte à aula, pois libera o estudante de cálculos onerosos. Isso contribui, mas, a nosso ver, não é o motivo/finalidade primeira de inserção da calculadora e/ou de outros recursos tecnológicos em sala de aula. Para nós, a possível transformação cognitiva é o que justifica a inserção de tecnologias no trabalho educacional.

Nessa perspectiva, Nunes (2011) realiza sua pesquisa sobre o processo de design instrucional de um professor (ele próprio) que elabora atividades matemáticas que envolvem o conteúdo de funções trigonométricas com a calculadora-HP50g. Durante o processo do design instrucional, fica explicitado que ocorrem crescimento e maturação que permitem o entendimento do recurso tecnológico, de maneira a elencar as possibilidades que podem ser criadas para a elaboração das atividades com o uso dessa tecnologia. Assim, é possível perceber que Nunes (2011) nos deixa desdobramentos sobre a utilização da tecnologia na Educação Matemática e sobre o papel do professor na elaboração de suas atividades, ou seja, sobre a postura que o professor precisa observar ao lidar com algo que é de grande importância no decorrer de todo o processo: o próprio design instrucional.

O design instrucional designa a ação sistemática que envolve o planejamento, o desenvolvimento e a utilização de peculiaridades didáticas que favoreçam a aprendizagem. De sua ação podem resultar condições favoráveis para a aprendizagem e materiais didáticos que medeiam essa ação (FILATRO, 2008).

Rosa e Seibert (2010), por sua vez, concebem o processo de design instrucional como um processo que pode condicionar tanto o estudante quanto o professor a serem orientados a:

[...] uma forma pessoal de aprender relacionada a cada identidade que se

manifesta (o educador, o matemático, o internauta, o administrador, entre outros), tomando, além do ato de descobrir, as ações de perceber, relacionar, refletir, entre outras, com graus de importância diferenciados no processo educativo, porém não nulos. (ROSA; SEIBERT, 2010, p.52)

Além disso, para investigar os horizontes que se abrem ao processo educacional matemático, quando se usam atividades-com-calculadora-HP50G, buscamos apoio teórico também nas ideias do construcionismo.

O construcionismo, segundo Papert (1994, p.137),

[...] apresenta como principal característica o fato de examinar mais de perto do que outros *ismos* educacionais a ideia da construção mental. Ele atribui especial importância ao papel das construções no mundo como um apoio ao que ocorre na cabeça, tornando-se assim uma concepção menos mentalista.

Nesse sentido, o construcionismo também é conotado como “conjunto de construção”, conjunto dos elementos do mundo. Um mundo que pode ser construído ou que pode condicionar essa construção, ou seja, um micromundo (ROSA, 2008). Isso porque o processo construtivo que ocorre “na cabeça”, normalmente, é favorecido quando o que é construído está “no mundo”. Assim, o principal objetivo do construcionismo é a aprendizagem. A construção de um produto, como foi apresentada. Porém, não é esse o centro de suas atenções, não é o produto em si. Na verdade, o que é valorizado é o processo de construção.

No paradigma construcionista, a ênfase está na aprendizagem em vez de estar no ensino (VALENTE, 1993). Essa característica é de fundamental importância para que possamos entender as relações entre aluno/objeto/professor que devem acontecer nesse novo paradigma educacional (ALTOÉ; PENATI, 2005) e avançar de forma a entender tais “relações” como inseparáveis. Ou seja, não há mais separação sujeito-objeto quando tratamos de processo de produção de conhecimento.

Ampliando a ideia de ambiente educacional, Valente (1993; 1999), considerando a maneira como ocorre a construção do conhecimento pelo aluno em uma perspectiva construcionista, complementa os estudos realizados por Papert (1988, 1994) estabelecendo o ciclo de aprendizagem cujas ações são sequências em ambientes de programação: *descrição-execução-reflexão-depuração-descrição* de ideias.

Assim, o ciclo de aprendizagem (VALENTE, 1999) e, posteriormente, a espiral de aprendizagem (VALENTE, 2002) são estruturas vislumbradas em ambientes cuja linguagem de programação e sua execução são a tônica no processo construtivo. No entanto, em ambientes em que a linguagem de programação não está presente, ou está de forma implícita (programação visual), nem o ciclo, nem a espiral são estruturas suficientes para abarcar a não sequencialidade e a amplitude das ações de aprendizagem (MALTEMPI; ROSA, 2006; ROSA, 2004, 2008). Por causa disso, Maltempi e Rosa (2006) e Rosa (2004, 2008) expandem a estrutura de espiral (VALENTE, 2002) e, a partir de pesquisas, sustentam o que chamam de **Turbilhão de Aprendizagem**.

Assim, por entendermos que não nos situamos nem no ciclo e nem na espiral de aprendizagem concebidas por Valente (1993, 2002), uma vez que mesmo lidando com atividades que orientam para a construção de um produto, no caso, desenhos artísticos a serem construídos com a calculadora, não estamos tratando com uma linguagem de programação para efetuar esses desenhos, dissertar sobre a estrutura denominada **Turbilhão de Aprendizagem** nos parece ser uma boa opção.

Nesse contexto, como afirma Nunes (2011), as atividades-com-calculadora-HP50g promovem que o designer, no decorrer do desenvolvimento destas, perpassa pelas quatro ações de aprendizagem que são definidas no Turbilhão de Aprendizagem: depuração compartilhada, descrição/expressão, execução compartilhada e reflexão/discussão de ideias (ROSA, 2008). Essas ações refletem o processo de aprender, pois,

[...] o Ciclo e a Espiral de Aprendizagem destacam as ações de descrição-execução-reflexão-depuração de ideias, diferenciando-se entre si

pelo fato, decorrente da conscientização do autor, de que o processo de aprendizagem não deveria ser representado por um ciclo, uma vez que este processo evolui e não retorna ao mesmo ponto (ROSA, 2008, p.131)

Assim, essas ações, segundo Rosa (2008, p.128), nem sempre acontecem na mesma ordem no processo de aprendizagem, isto é, “[...] esse processo evolui e não retorna ao mesmo ponto”. Além disso, nesse contexto, há uma ampliação das significações dadas às ações de aprendizagem, com novos elementos sendo inseridos ou, melhor, sendo evidenciados os aspectos que permitem entender tais ações como contribuição à aprendizagem em ambientes que não se utilizam da programação encontrada no modelo de ciclo ou espiral de aprendizagem. Ou seja, devido à não sequencialidade e não linearidade das ações de aprendizagem, a estrutura de ciclo é então expandida sustentando assim o Turbilhão de Aprendizagem (MALTEMPI; ROSA, 2006; ROSA, 2004, 2008).

Para melhor compreender esse processo, apresentamos a seguir as definições das ações de aprendizagem de acordo com Rosa (2008).

[...] Rosa (2004) e Maltempi e Rosa (2004) indicam como **descrição/ expressão** o processo de descrição de ideias que se dá em um coletivo que se utiliza na maioria das vezes da oralidade, a qual não registra o pensamento, mas expressa o que estudante pensa. **Depuração compartilhada** é a ação de aprendizagem que perpassa o ato de depurar, mas não somente a depuração do que o aprendiz fez com o computador, no caso, mas da atividade desempenhada pelo outro com as mídias em questão, ou seja, uma análise do que foi realizado pelo colega do grupo em um coletivo. **Execução compartilhada**, por sua vez, é a ação que não é desempenhada só pelo computador, como em Valente (1999, 2002), mas em um coletivo de mídias que se apresentam em sinergia também com os atores humanos. E **reflexão/discussão** é fundada na percepção que o debate de ideias subentende

a própria reflexão, expressa muitas vezes no decorrer desse embate verbal. (ROSA, 2008, p.132)

Então, a fim de percebermos e analisarmos como se mostra o processo educacional em termos cognitivos, quando utilizamos atividades-com-calculadora-HP50g, é que realizamos esta pesquisa. A partir dos dados analisados, percebemos que as ações de aprendizagem do Turbilhão emergiam do processo realizado. Assim, para entendermos melhor como ocorreu a pesquisa em si, cabe explicitarmos a metodologia utilizada, de forma a evidenciar a visão de mundo e de conhecimento consonantes com os procedimentos adotados. Nesse sentido, nos debruçaremos sobre o percurso investigativo realizado.

## Metodologia da pesquisa

Essa investigação trabalhou com alunos da disciplina de Cálculo I dos cursos de Engenharia do Centro Universitário Luterano de Manaus (CEULM/ULBRA), dos cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica e Engenharia Química cujos nomes mencionados neste trabalho são fictícios. A escolha desses alunos ocorreu devido ao fato de a pesquisadora (primeira autora desse artigo) lecionar essa disciplina nesses cursos há muitos anos e, a partir de observações empíricas, sentir a necessidade de alterar seu contexto de sala de aula. Também pelo fato de a parte do conteúdo expresso na ementa da disciplina tratar de “funções trigonométricas” e esse tópico matemático casualmente ser o conteúdo abordado nas atividades de Nunes (2011).

No primeiro momento, durante os meses de maio e junho de 2012, a pesquisa foi realizada com um grupo de 20 alunos voluntários. Foram realizados dez encontros, no horário vespertino, das 17h às 18h30min, nos quais os alunos trabalharam as atividades propostas em duplas e efetuaram registros escritos.

No segundo momento, da produção de dados, trabalhamos com um grupo de dez alunos. Foram realizados dez encontros, no horário vespertino, das 17h às 18h30min, os quais ocorreram nos meses de setembro e outubro de 2012, quando os alunos trabalharam as ativida-

des propostas. Todos os alunos dispunham da calculadora HP50g<sup>1</sup>. Nessa oportunidade, foram produzidos registros escritos e registros em vídeo, os quais foram analisados nesta pesquisa. Logo, o diferencial entre os dois momentos está na forma de registro dos dados, pois, no primeiro momento, os dados foram produzidos por meio dos registros escritos que relatam as ações e os resultados encontrados ao final de cada atividade realizada pelos alunos, enquanto que o segundo momento foi registrado por meio de vídeos, os quais trazem os diálogos e as discussões entre as duplas e a professora/pesquisadora. O fato de a pesquisadora não ter realizado filmagem no primeiro momento é que fez com que propuséssemos o segundo momento.

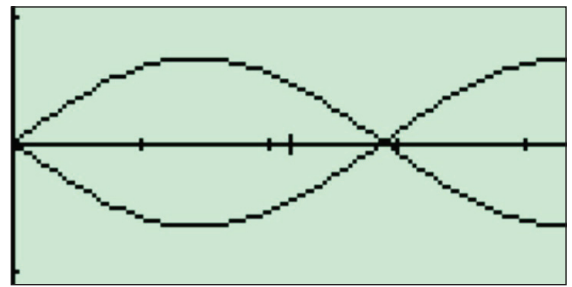
Serviram de base para esta investigação as atividades planejadas com tecnologia e que foram elaboradas envolvendo funções trigonométricas com a calculadora HP 50g, propostas por Nunes (2011), que fez uso do design instrucional (FILATRO, 2008) e do construcionismo (PAPERT, 1994).

## Organização, descrição e análise dos dados

Nesse ínterim, os registros feitos pelos alunos foram a fonte principal dos dados em consonância com os arquivos da câmera de vídeo utilizada no trabalho. Entre as diversas ações que os alunos realizaram nas atividades, foi possível observar as ações de aprendizagem: descrição-expressão; execução compartilhada; reflexão-discussão de ideias e depuração compartilhada das mesmas, as quais apontam aspectos que colaboraram com o processo educacional matemático. Dessa forma, para que o leitor tenha noção de como se desenvolveu a pesquisa, apresentaremos uma das sete atividades trabalhadas, os relatos dos alunos e a análise destes.

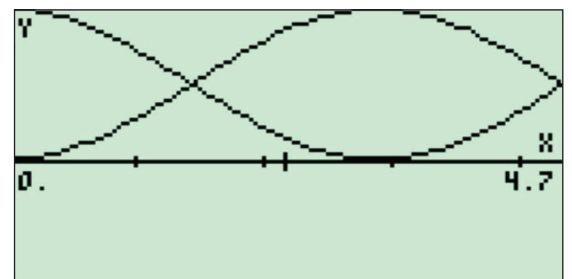
A atividade que destacamos foi “Virando o peixe de posição” (Figura 1 e Figura 2).

Figura 1 – Peixe voltado para esquerda.



Fonte: Nunes (2011).

Figura 2 – Peixe voltado para a direita.



Fonte: Nunes (2011).

A Figura 1 é um peixe virado para a esquerda, o qual foi plotado a partir das seguintes restrições:

- intervalos de H-view de 0 a 4,7 e V-view de -2 a 2;
- alteração da escala, por meio do uso da tecla branca e da tecla F4, passando de 10 para 30, tanto no H-Tick quanto no V-Tick;
- inserção de duas funções:  $Y_1(x) = \sin(x)$  e  $Y_2(x) = -\sin(x)$ ;
- após a visualização gráfica, foi pressionada a tecla F5 e a tecla NXT, seguida da tecla F6, para eliminar as opções da parte inferior da tela.

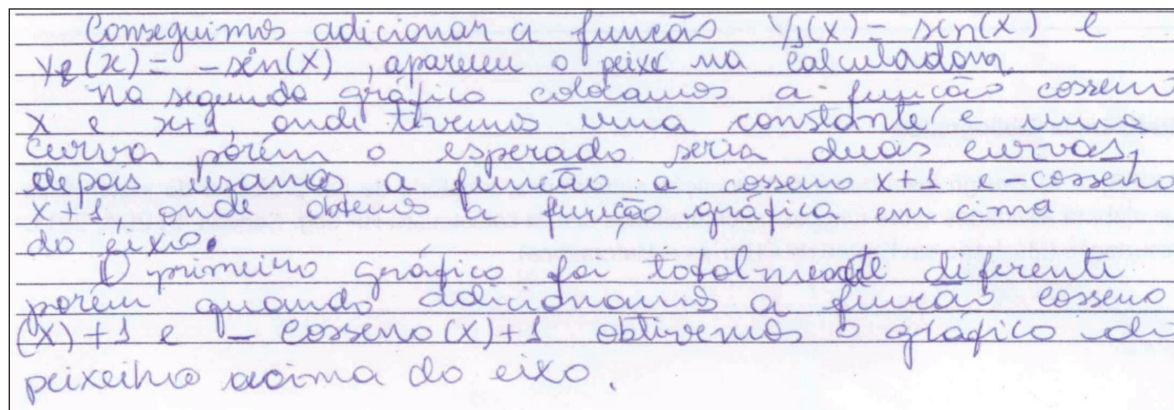
**Descubra as restrições da Figura 2. Ou seja: quais são as transformações efetuadas para que o peixe posicione-se dessa forma?**

A partir da atividade proposta, apresentamos o relato da aluna Amanda, que expressa (de forma escrita) suas ações e seus resultados, encontrados após a busca da solução para a atividade.

<sup>1</sup> Projeto apoiado pelo convênio entre o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA Canoas/RS) e a HP Calculadoras. Para mais informações, ver Groenwald e Rosa (2010).



Figura 3 – Solução da atividade – Aluna Amanda.



Fonte: a pesquisa.

Conseguimos adicionar a função  $y_1 = \text{sen}(x)$  e  $y_2 = -\text{sen}(x)$ , e apareceu o peixe na calculadora. No segundo gráfico, colocamos a função  $\text{cos}(x)$  e  $x+1$ , em que tivemos uma constante [reta] e uma curva, porém o esperado seriam duas curvas. Depois usamos a função  $\text{cos}(x) + 1$  e  $-\text{cosseno } x+1$ , em que obtivemos a função gráfica em cima do eixo.

O primeiro gráfico foi totalmente diferente, porém quando adicionamos a função  $\text{cosseno}(x)+1$  e  $-\text{cosseno}(x)+1$  obtivemos o gráfico do peixinho acima do eixo.

Por meio do relato da aluna Amanda, foi possível observar que ela descreve as funções utilizadas na execução do processo de resolução, insere os “possíveis comandos” e espera os resultados, como relata na sequência, ao dizer que conseguiu adicionar a função  $y_1 = \text{sen}(x)$  e  $y_2 = -\text{sen}(x)$ , e então apareceu o peixe na calculadora.

Em um segundo momento, ela descreve/expressa que no segundo gráfico colocou a função  $\text{cos}(x)$  e  $x+1$ , tendo uma constante [reta] e uma curva, dizendo que o esperado seriam duas curvas. Então, observamos que ela realizou ações de descrição/expressão e execução compartilhada. Ao se deparar com o resultado, ela reflete (reflexão/discussão) e verifica que não é o resultado esperado (**depuração compartilhada**). Dando sequência às tentativas de resolução, ela descreve/expressa que usou a função  $\text{cos}(x) + 1$  e  $-\text{cos}(x)$

$+1$ , pela qual obteve o gráfico da função em cima do eixo. Ela então percebeu que a figura já apresentava a forma esperada, no entanto a posição no plano cartesiano não estava igual à figura do modelo (ações de reflexão/discussão e **depuração compartilhada**).

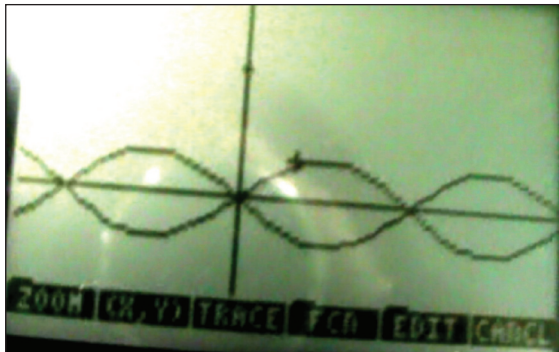
Destacamos essa passagem, pois proporcionou um dos diversos momentos em que podemos vislumbrar como se mostra o processo educacional matemático, com seus respectivos sujeitos envolvidos, a calculadora e as outras mídias. Todos em uma totalidade, na realização das atividades-com-calculadora-HP50g. Esse episódio teve início quando a aluna percebeu que a figura encontrada não era a figura esperada: “Não funcionou muito bem este peixe”. Ao se expressar e mostrar a representação gráfica das funções na calculadora, a aluna reflete (reflexão/discussão) a respeito da solução encontrada, pois percebeu que a representação gráfica criada estava longe de representar um peixe voltado para a esquerda.

Na sequência, apresentamos também um diálogo entre os alunos (Karyane e Matheus) e a professora. Nesse episódio, os alunos fazem questionamentos e expressam suas ideias e ações, em busca da solução para a atividade.

Professora: Conseguiste fazer?

Karyane: Não funcionou muito bem este peixe! [Mostrando a tela – Figura 4]

Figura 4 – Solução da atividade – Aluna Karyane.



Fonte: a pesquisa.

Professora: **O que tem que mudar?**

Karyane: O intervalo.

Professora: Qual dos intervalos?

Karyane: O eixo do x.

Professora: O que está faltando? O que está sobrando?

Karyane: O eixo dos y.

Professora: Onde que está errado? Onde está diferente?

Karyane: O x, né?

Professora: Na realidade são duas figuras.

[Karyane retoma a configuração dos intervalos, aluno intervém.]

Matheus: **Tem que ajustar os intervalos!**

**O y é de 0 a 2.**

Karyane: E o x?

Matheus: **É de 0 a 4,7.**

[Os alunos retomam a atividade.]

Professora: Então, como ficou o peixe?

[Aluna reproduz a figura do peixe, e o peixe não vira.]

Professora: **Viu como ficou?**

Karyane: É que no caso o seno [o gráfico da função seno] sai da origem, né? É isso?

Professora: Vê se saiu da origem. O que é a origem?

Karyane: Aqui! [Apontando o gráfico da função  $\sin(x)$ .]

Professora: Então é o ponto  $(0,0)$ . **Agora, e o outro continua saindo da origem?**

Karyane: **Aqui sai.** [Aponta novamente a função  $\sin(x)$ .]

Professora: **Antes o que saía da origem? Qual a função?**

Karyane: **O seno.** [Sorri.] **Então, no caso, tem que mudar a função, aqui é cosseno! Menos cosseno, não! Cosseno.**

[Karyane retoma as funções, Matheus ajuda.]

Matheus:  $\cos(x)$ , quando “x” for zero, dá 1 (um). Mais 1(um), porque tá aqui em cima. [Aponta, indicando o deslocamento.]

Karyane: [Insiste] Este aqui é seno.

Matheus: Não, esse é cosseno de “x” mais um  $(\cos(x)+1)$ . [Aponta, indicando novamente o gráfico.] E esse é menos cosseno de “x” mais um  $(-\cos(x)+1)$ , porque vai dar menos um mais um, zero.

Karyane: [Digita as funções  $(\cos(x)+1)$  e  $(-\cos(x)+1)$  e pede para fazer o gráfico.] Tá fazendo. Oh!! Que figura é essa? É que eu não apaguei, também!

Karyane: [Retorna às funções e tenta apagar as funções  $\sin(x)$  e  $-\sin(x)$ , que havia inserido anteriormente na calculadora.]

Matheus: Pra baixo, apaga o seno, mais uma vez pra cima, pra cima [Indicando as teclas (setas) da calculadora, para localizar e apagar as funções.] As duas.

[Karyane refaz o gráfico e encontra a solução esperada.]

Nesse diálogo, foi possível identificar que acontece uma ação de **depuração compartilhada** quanto à situação, uma vez que a aluna retoma a configuração dos intervalos e o colega (Matheus) intervém: “*Tem que ajustar os intervalos! O y é de 0 a 2*”. Na sequência, Karyane ainda tem dúvida a respeito do intervalo de x, e novamente Matheus intervém: “*É de 0 a 4,7*”. Após configurar os intervalos e plotar o gráfico da função, Karyane percebe que o resultado obtido era a figura do peixe voltado para a esquerda, isto é, o peixe não tinha virado e não tinha se deslocado em relação ao eixo x, não correspondendo assim ao resultado esperado. Nesse momento, a professora e os alunos iniciam uma discussão na busca da solução do problema e analisam as operações realizadas envolvendo as funções trigonométricas. A professora indaga: “*Viu como ficou?*”. A aluna estava preocupada, pois não conseguia entender por que o gráfico da função deveria sair da origem (“*É que no caso o seno sai da origem, né?*”). A professora aponta a figura do peixe voltado para a esquerda: “*E agora, o outro continua*

saindo da origem?”. A aluna observa novamente a figura e percebe que a representação gráfica do outro peixe também sai da origem (“*Aqui sai*”). A professora insiste: “*Antes, o que saía da origem?*”. Karyane reflete por alguns instantes, considerando as duas figuras, e conclui: “*O seno. [Sorri]. Então, no caso, tem que mudar a função, aqui é cosseno! Menos cosseno, não! Cosseno*”. Seu colega (Matheus) percebe, então, que não é só isso e ajuda: “*Cos(x), quando ‘x’ for zero, dá 1. Mais 1, porque tá aqui em cima. [Aponta, indicando o deslocamento.]*”. Após a discussão, a aluna Karyane inseriu as funções sugeridas na calculadora HP50g e obteve a figura esperada (execução compartilhada), encontrando a solução para a atividade.

Nos dois excertos analisados na resolução da atividade “virando o peixe de posição”, destacamos a ação de **depuração compartilhada** de ideias que “[...] é feita sobre a atividade desempenhada pelo outro, sobre a ideia do outro, ou seja, uma análise e tentativa de correção no sentido de levar a uma nova reflexão do que foi realizado pelo colega do grupo em um coletivo” (ROSA, 2008, p.212).

Assim, além das ações de aprendizagem, analisamos esses dois excertos sob o prisma do processo de experimentação (SCUCUGLIA, 2006), quando foi possível observar que o uso de tecnologias possibilita que os alunos experimentem e testem conjecturas em relação a determinados conteúdos. Esse processo é percebido uma vez que os alunos, trabalhando essa atividade, foram inserindo nas calculadoras funções e intervalos para as variáveis, testando suas ideias e descobrindo resultados possíveis para a solução do problema.

No registro escrito da aluna Amanda (Figura 3), por exemplo, ela, inicialmente, não coloca parênteses para evidenciar o ângulo da função. É possível identificar isso quando a aluna relata: “[...] usamos a função “(cosseno(x)+1) e

(-cosseno(x)+1), onde obtemos [obtivemos] a função gráfica em cima do eixo”. A aluna reflete sobre a solução encontrada e compara com a figura da solução pretendida, observando que o seu resultado “ficou em cima do eixo”. Depois de refletir e dialogar com sua dupla, Amanda descreve: “*porém quando adicionamos a função cosseno(x)+1 e -cosseno(x)+1 obtivemos o gráfico do peixinho acima do eixo*” (**depuração compar-**

**tilhada**). Esse registro da solução encontrada pela aluna Amanda mostra como se deu o processo educacional matemático na atividade trabalhada, pois esse processo ocorre por meio do Turbilhão de Aprendizagem que tanto se apresenta no desenvolvimento intencional das atividades-com- calculadoras-HP50g (NUNES, 2011) quanto na execução/experimentação das mesmas.

No diálogo entre a professora e os alunos (Figura 4), a aluna Karyane, para encontrar a solução dessa atividade, testa suas ideias, inserindo intervalos e funções, fazendo as representações gráficas das funções na calculadora gráfica, visualizando as soluções encontradas. Somente assim consegue encontrar uma solução, por meio da experimentação com a calculadora gráfica, considerando que esta atividade foi desenvolvida-com-tecnologia, isto é, para ser trabalhada-com-calculadora-HP50g (NUNES, 2011).

## Considerações finais – algumas compreensões

Esta pesquisa buscou identificar indícios em torno da exploração de como se mostra o processo educacional matemático quando se trabalha com *atividades-com-tecnologia*, especificamente, com *atividades-com-calculadora-HP50g* (NUNES, 2011). Em particular, esta pesquisa investigou a pergunta diretriz: *Como se mostra o processo educacional matemático em termos cognitivos quando são utilizadas atividades sobre funções trigonométricas cujo design foi desenvolvido especificamente com tecnologia, nesse caso, atividades-com-calculadora-HP50g?*

Dessa forma, os indícios encontrados revelam que o processo educacional matemático se mostra por meio das ações de aprendizagem do Turbilhão de Aprendizagem (MALTEMPI; ROSA, 2006; ROSA, 2004, 2008), uma vez que, depuração compartilhada, descrição/expressão, execução compartilhada e reflexão/discussão de ideias ocorrem ao realizarmos atividades-com-calculadora-HP50g.

Isso é visto, pois, descrevermos as ações do Turbilhão de Aprendizagem de forma aleatória, uma vez que nem sempre essas ações obedecem à sequência do ciclo e da espiral respectivamente (ROSA, 2004; 2008), como ficou evidenciado através das atividades apresentadas, pelas quais houve diferentes caminhos e, em alguns casos,

não ocorreu alguma dessas ações ou ocorreu de maneira repetida.

Identificamos as ações ao longo desse processo de investigação enquanto buscávamos entender como se comportavam os alunos (ser-com) diante das atividades-com-calculadora (NUNES, 2011). Nesse ínterim, notamos que os alunos descreviam/expressavam suas ideias nas tentativas de solução das atividades-com-calculadora; depuravam tais ideias de forma compartilhada em todo momento em que corrigiam seus próprios procedimentos ou os dos colegas, ou mesmo decorrentes da própria atividade, refletiam/discutiam sobre um tópico, conceito, procedimento matemático necessário para produzir e/ou reproduzir as figuras que desencadeavam as atividades e executavam suas ideias de maneira compartilhada quando, com a calculadora e/ou outras mídias, pensavam-com-a-figura, com-a-função, com-os-comandos. Nesse sentido, por meio das ações de aprendizagem, mostramos o processo educativo matemático que envolveu atividades-com-calculadora-HP50g.

É importante destacar também que a ação de depuração compartilhada de ideias tem a sua origem no erro, e esta está intimamente relacionada com a construção do conhecimento, pois faz com que o aluno busque outros conceitos e estratégias para aprimorar o processo de produção de conhecimento matemático (ROSA, 2008). Essa realidade pode ser identificada no registro da solução da atividade “virando o peixe de posição”, na qual, diante do erro, ao inserir as funções na calculadora, a aluna Karyane foi à busca de outras ideias, com o objetivo de encontrar a solução esperada.

A partir dos registros escritos e os registros em vídeo, observamos, então, o processo de resolução das atividades-com-calculadora-HP50g e vislumbramos que os alunos, apesar de a maioria não ter familiaridade com a calculadora HP50g, buscavam soluções para as atividades apresentadas, compartilhando suas dúvidas e os possíveis caminhos para encontrar a representação gráfica da atividade. Evidenciamos também que a opção de trabalhar em duplas, além de favorecer a produção de dados para esta pesquisa, favoreceu o compartilhamento de ideias, a inserção das funções na calculadora e as reflexões em busca das soluções das atividades propostas.

Acreditamos que essas atividades, que foram produzidas para ser realizadas-com-calculadora, podem possibilitar indícios de possíveis mudanças no processo educacional matemático, uma vez que não se resumem a um simples apertar de teclas e execução de comandos, pois necessitam de processos de resolução diferenciados. Sem essas atividades, não seria possível perceber as ações de aprendizagem e o processo matemático que elas compreendem.

Nesta pesquisa, entendemos que a construção de atividades-pensadas-com-a-calculadora-HP50g, por Nunes (2011), fez parte de uma prática diferenciada em relação a muitas práticas realizadas, pois concebe a tecnologia não como ferramenta de suporte, mas como meio de realização do processo de produção de conhecimento. No entanto, o uso das tecnologias depende da natureza da disciplina e, além disso, como afirma Rosa (2011, p.139), “[...] depende da intencionalidade do professor em relação ao que deseja explorar, depende desse pensar nas possibilidades de desequilibrar, com o uso da tecnologia, o que o estudante possa vir a pensar”. Assim, as atividades-com-a-calculadora-HP50g foram e precisam continuar sendo trabalhadas de forma intencional, visando entender suas possibilidades de uso.

Assim, durante a realização desse trabalho de pesquisa, utilizando as atividades-envolvendo-funções-trigonométricas-com-calculadora-HP50g, estudamos as funções trigonométricas seno e cosseno (suas representações gráficas no Plano Cartesiano) e, mais especificamente, os conceitos de amplitude, período, intervalos, translações verticais e horizontais. Trabalhamos também outros conceitos matemáticos, tais como alterações de escala e representações gráficas das funções, além de explorarmos os recursos e funções da calculadora HP 50g. Os alunos e a professora pesquisadora puderam vivenciar situações diferenciadas ao trabalhar as atividades-envolvendo-funções-trigonométricas-com-calculadora-HP50g por meio da experimentação e, a partir dessa vivência, pudemos vislumbrar a ocorrência das ações de aprendizagem em diferentes níveis.

Concluindo, entendemos que o uso das atividades-com-calculadora-HP50g (NUNES, 2011) pode contribuir para o estudo de funções trigonométricas, não como exclusivo suporte

às aulas ou como mero apertar de teclas, mas como parte integrante do processo educacional matemático e na construção do conhecimento (ROSA; SEIBERT, 2010). Assim, acreditamos que outras atividades-com-calculadora podem ser trabalhadas em diferentes tópicos matemáticos na disciplina de Cálculo I e/ou em outras disciplinas, outros cursos e práticas educativas.

## Referências

- ALTOÉ, A.; PENATI, M. M. O construcionismo e o construtivismo fundamentando a ação docente. In: ALTOÉ, A.; COSTA, M. L. T.; TERUYA, T. K. *Educação e novas tecnologias*. Maringá: Eduem, 2005, p.55-67.
- BICUDO, M. A. V. Filosofia da Educação Matemática segundo uma perspectiva fenomenológica. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). *Filosofia da Matemática: fenomenologia, concepções, possibilidades didático-pedagógicas*. São Paulo: UNESP, 2010. p.23-47.
- BONAFINI, F. C. *Explorando conexões entre a Matemática e a Física com o uso de calculadoras gráficas e o CBL*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UEP, Rio Claro, 2004.
- BORBA, M. C. Coletivos Seres-Humanos-com-Mídias e a Produção de Matemática. In: Simpósio Brasileiro de Psicologia da Educação Matemática, 1, 2001, Curitiba. *Anais...* Curitiba: UFPR, PUCPR, Universidade Tuiuti do Paraná, 2001.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. *Informática e Educação Matemática*. 3.ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.
- CURY, H. N. "Professora, eu só errei um sinal!": como a análise de erros pode esclarecer problemas de aprendizagem. In: CURY, H. (Org.). *Disciplinas matemáticas em cursos superiores: reflexões, relatos e propostas*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004, p.111-138.
- DALLA VECCHIA, R. *A Modelagem Matemática e a realidade do mundo cibernético*. São Paulo: UNESP, 2008. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2012.
- FILATRO, A. *Design instrucional na prática*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.
- GROENWALD, C. L.; ROSA, M. Investigando a Inserção das TIC no Currículo de Licenciatura em Matemática. *Ciências Humanas e Sociais em Revista*, v.32, p.19-38, 2010.
- GROENWALD, C. L.; OLGIN, C. A. Criptografia e calculadoras: uma experiência na 8ª série do Ensino Fundamental. In: GROENWALD, C. L. O.; ROSA, M. (Org.). *Educação Matemática e calculadoras: teoria e prática*. Canoas: Editora da ULBRA, 2010, p.45-73.
- KAIBER, C. T.; DALLA VECCHIA, R.; SCAPIN, D. K. *A incorporação de calculadoras gráficas na estruturação de conceitos relacionados a coordenadas polares e equações paramétricas*. In: GROENWALD, C. L. O.; ROSA, M. (Org.). *Educação Matemática e calculadoras: teoria e prática*. Canoas/RS: Editora da ULBRA, 2010.
- MALTEMPI, M. V. Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à educação matemática. In: BICUDO, M. V.; BORBA, M. C. (Org.). *Educação Matemática: pesquisa em movimento*. São Paulo: Cortez, 2004, p.264-282.
- MALTEMPI, M. V.; ROSA, M. Learning Vortex, Games and Technologies: a new approach to the teaching of mathematics. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION, 10., 2004, Copenhagen. *Proceedings...* Copenhagen: Technical University of Denmark, 2004. Disponível em: <<http://www.icme-organisers.dk/tsg14/TSG14-08.pdf>> Acesso em: 25 ago. 2006.
- NUNES, J. A. *Design instrucional na Educação Matemática: trajetória de um professor de Matemática que elabora atividades sobre funções trigonométricas com a calculadora HP 50g*. Canoas: ULBRA, 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática).
- PAPERT, S. Instrucionismo versus construcionismo. In: PAPERT, S. (Org.). *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994, p.123-139.
- \_\_\_\_\_. *Logo: computadores e educação*. 3.ed. São Paulo: Brasiliense, 1988.
- REZENDE, F. As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. Rio de Janeiro: *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 2002. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewfile/13/45>>. Acesso em: 17 maio 2013.
- ROSA, M. *A construção de identidades online por meio de Role Playing Game: relações como o ensino e aprendizagem e aprendizagem de matemática em um curso a distância*. São Paulo: UNESP, 2008. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2008.
- \_\_\_\_\_. *Atividades semipresenciais e as tecnologias da informação: Moodle – uma plataforma de suporte de ensino*. In: MATTOS, A. P. de. et al. (Orgs.). *Práticas educativas e vivências pedagógicas no ensino superior*. Canoas: Editora da ULBRA, 2011, p.135-147.

\_\_\_\_\_. *Role Playing Game Eletrônico: uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar matemática*. São Paulo: UNESP, 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2004.

ROSA, M.; SEIBERT, L. G. Instrumentos de avaliação que preveem o uso da HP 50g: design e aplicação. In: GROENWALD, C. L. O.; ROSA, M. (Org.). *Educação Matemática e calculadoras: teoria e prática*. Canoas: Editora da ULBRA, 2010, p.45-73.

SCUCUGLIA, R. *A investigação do teorema fundamental do cálculo com calculadoras gráficas*. Dis-

sertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UEP, Rio Claro, 2006.

VALENTE, J. A. A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e da comunicação: repensando conceitos. In: JOLY, M. C. (Org.). *A tecnologia no ensino: Implicações para a aprendizagem*. São Paulo: Casa do Psicólogo Editora, 2002, p.15-36.

\_\_\_\_\_. *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas: UNICAMP/NIED, 1993.

\_\_\_\_\_. *Informática na educação no Brasil*. In: VALENTE, J. A. (Org.). *O computador na sociedade do conhecimento*. São Paulo: USP, 1999, p.01-28.

---

**Madalena da Rocha Pietzsch** – Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil – ULBRA – Canoas/RS. Professora do CEULM-LBRA – Manaus – AM. [ulbramada@yahoo.com.br](mailto:ulbramada@yahoo.com.br)

**Maurício Rosa** – Professor orientador, Doutor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA – Canoas/RS. [mauriciomatematica@gmail.com](mailto:mauriciomatematica@gmail.com)