



II Seminário Sul-Mato-Grossense de Tecnologias Digitais na Escola

REFLEXÕES SOBRE TECNOLOGIAS DIGITAIS COM PROFESSORES DE MATEMÁTICA DO ENSINO SUPERIOR EM MOÇAMBIQUE

Teodósio de Jesus Cosme
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
jesus.cosme09@gmail.com

Marilena Bittar
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
marilenabittar@gmail.com

Resumo

No presente artigo apresentamos alguns elementos de uma pesquisa de doutorado em andamento, que tem como objetivo investigar a apropriação de tecnologias digitais por professores de Matemática que atuam no ensino superior em Moçambique. Como principais referenciais teóricos adotamos a Abordagem Instrumental proposta por Rabardel e o Construcionismo proposto por Papert. Para a produção de dados foi desenvolvido um projeto de extensão na modalidade online com um total de oito encontros que consistiam em uma formação continuada com 14 professores que lecionam em cursos de formação de professores de Matemática permitindo contribuir para o ensino de matemática por meio dos softwares matemáticos (GeoGebra e SuperLogo). A metodologia de pesquisa adotada foi a qualitativa, na perspectiva proposta por Bogdan e Biklen. Os participantes do projeto elaboraram e apresentaram atividades de modo que as habilidades adquiridas possam ser desenvolvidas com seus estudantes - futuros professores - de forma que estes, ao concluírem a formação inicial tenham refletido sobre o uso de tecnologias digitais para o ensino e a aprendizagem de matemática. Os resultados mostram que, embora os professores tenham enfrentado desafios iniciais com as ferramentas tecnológicas, houve uma evolução significativa no processo de integração de tecnologias em sua prática docente.

Palavras-chave: GeoGebra; Abordagem Instrumental; Abordagem Construcionista; Formação de Professores.

1. Introdução

Atualmente, as instituições de ensino empenham-se na modernização educativa, com um foco maior no apetrechamento de recursos tecnológicos do que no passado. Esse processo foi intensificado pela emergência da pandemia de COVID-19, que impulsionou uma nova dinâmica de ensino, particularmente no nível superior, conforme as condições específicas de cada instituição. Entretanto, para que essa modernização atinja os resultados desejados no ensino, é preciso capacitar adequadamente os professores, de modo que estes consigam refletir com seus estudantes.

Considerando a relevância das tecnologias digitais no contexto educacional, este estudo justifica-se pelo fato de os Planos Curriculares do Ensino Superior em Moçambique bem como



II Seminário Sul-Mato-Grossense de Tecnologias Digitais na Escola

os Planos Curriculares do Ensino Secundário preverem a necessidade de envolver os estudantes em atividades pedagógicas e de investigação que incorporem o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação para acesso e produção de conhecimento. No entanto, os professores de Matemática em exercício nas quatro¹ universidades públicas moçambicanas participantes da pesquisa não receberam formação inicial ou continuada para a utilização pedagógica de recursos tecnológicos específicos da área matemática. Em consequência disso, os futuros professores de Matemática formados nessas instituições de ensino superior concluem sua formação sem desenvolver reflexões críticas sobre a utilização de tecnologias digitais e suas potencialidades pedagógicas para o ensino e aprendizagem matemática.

Com base nos motivos descritos anteriormente, pretendemos investigar *como ocorre o processo de apropriação das tecnologias digitais por professores de matemática do ensino superior, ao participarem de uma ação de formação continuada*. Face a estes propósitos, o nosso objetivo é investigar a apropriação das tecnologias digitais por professores de Matemática que atuam no ensino superior ao participarem de uma ação de formação continuada. Para estudar a apropriação da tecnologia pelos professores (que é o objetivo geral), vamos estudar: (i) os processos de instrumentalização e de instrumentação vivenciados pelos professores; (ii) dificuldades enfrentadas por professores no uso do GeoGebra e do SuperLogo na construção de figuras geométricas.

O presente artigo organiza-se iniciando pela contextualização do problema, seguida da exposição dos objetivos da pesquisa, de seus fundamentos teóricos e da estratégia metodológica empregada para a coleta de dados. Nas seções subsequentes, procede-se à análise dos resultados e à discussão de suas implicações, concluindo, por fim, com as considerações finais do estudo.

2. Referencial Teórico

Os referenciais teóricos mobilizados para analisar os fenômenos que nos interessam são a Teoria da Instrumentação, proposta por Rabardel (1995), e a Abordagem Construcionista,

¹ Universidades Save (sul do país), Licungo (centro do país), Rovuma e Academia Marechal Samora Moises Machel (norte do país).



II Seminário Sul-Mato-Grossense de Tecnologias Digitais na Escola

proposta por Papert (1998). Acreditamos que estas teorias possibilitam atender os objetivos deste trabalho e trazem fundamentos que sustentam a nossa investigação.

A Teoria da Instrumentação (Rabardel, 1995) tem por finalidade estudar a ação do sujeito mediada por instrumento. Esta teoria investiga não só o uso de tecnologias em contexto escolar, mas também em outros domínios além deste. Este autor descreve as relações que existem entre o sujeito, o artefato e os esquemas de utilização.

Rabardel (1995) compreende o sujeito como indivíduo ou grupo de indivíduos que desenvolvem a ação. Este sujeito é o agente que ao interagir com as ferramentas transforma-as segundo seus objetivos pretendidos num processo contínuo. No contexto deste estudo os sujeitos são os professores que discutiram a apropriação das tecnologias digitais utilizando estratégias próprias (esquemas de utilização) adaptando os softwares (GeoGebra e SuperLogo) às suas necessidades em sala de aulas; artefato como um dispositivo que pode ser material (lápiz, computador etc.) ou simbólico (uma figura, um gráfico etc.) sendo GeoGebra e o SuperLogo artefatos que serviram de base no processo de apropriação das tecnologias digitais pelos professores que fizeram parte do nosso estudo. Rabardel define esquema de utilização a partir da definição de esquema dada por Vergnaud (1996) como uma organização invariante de comportamentos para uma classe de situações.

Para Rabardel (1995) os esquemas são estruturas cognitivas que permitem ao usuário mobilizar conhecimentos e ações para utilizar um artefato. Eles são fundamentais para entender como as pessoas aprendem e adaptam-se às ferramentas conforme seus objetivos pretendidos. A transformação de artefato pelo sujeito associado aos esquemas de utilização, dá lugar ao chamado instrumento, que é, assim, uma entidade híbrida composta pelo artefato e por esquemas de utilização. À medida que o sujeito ganha experiências, o artefato já não é mais artefato e sim instrumento que vai se transformando conforme o sujeito agrega novos esquemas. Assim,

Cada sujeito constrói seus próprios esquemas de utilização, portanto, seu próprio instrumento, que difere do instrumento do “outro”. A medida que o sujeito continua a manipular o instrumento, vai construindo novos esquemas que vão transformando o instrumento. Estes esquemas são modificados pelo sujeito de acordo com suas necessidades. Um mesmo artefato dá origem a diferentes instrumentos construídos por diferentes sujeitos (Bittar, 2011, p. 160-161).



II Seminário Sul-Mato-Grossense de Tecnologias Digitais na Escola

É importante esclarecer que “quando falamos em esquemas na teoria da instrumentação, estamos pensando no sujeito que age sobre alguma coisa” (Bittar, 2011, p.160). Rabardel (1995) distingue três tipos de esquemas podendo se diferenciar em *esquemas de uso*, que são aqueles relacionados às tarefas secundárias, que envolve a gestão de características e propriedades particulares do artefato, como por exemplo: ligar um computador, localizar os aplicativos, colocar atalhos na tela. Estes esquemas são essenciais para a manipulação e o funcionamento do artefato podendo ser transformados ao longo do tempo. Os *esquemas de ação instrumentada* estão associados às atividades primárias (principais), nas quais o artefato é utilizado como um meio para alcançar um objetivo específico. Eles são fundamentais para a realização da atividade principal, enquanto os *esquemas de atividade coletiva instrumentada* referem-se ao fato de que os sujeitos, inseridos numa atividade coletiva, valem-se de esquemas de utilização individuais que se integram ao meio coletivo com vistas a alcançar resultados que atendam aos objetivos comuns.

Entendemos que na Teoria da Instrumentação os esquemas ganham um papel importante, pois são eles que transformam o artefato em instrumento num processo denominado por Rabardel de Gênese Instrumental que é composto por duas dimensões: a instrumentalização e a instrumentação.

A instrumentalização concerne a emergência e a evolução dos componentes artefato do instrumento: seleção, reagrupamento, produção e instituição de funções, transformações do artefato [...] que prolongam a concepção inicial dos artefatos. A instrumentação é relativa à emergência e à evolução dos esquemas de utilização: sua constituição, seu funcionamento, sua evolução assim como a assimilação de artefatos novos aos esquemas já constituídos (Rabardel, 1999, p. 210).

Na abordagem construcionista desenvolvida por Seymour Papert (1928-2016), é enfatizado que “as pessoas constroem novos conhecimentos de forma mais eficaz quando estão engajadas na construção de produtos pessoalmente significativos” (Papert, 1991, p. 1).

Esta teoria enfatiza a aprendizagem por meio da realização de atividades significativas para o sujeito, sem que seja necessária a imposição de regras para a construção do conhecimento. No entanto, na maioria das escolas moçambicanas, quando o professor entra em sala de aula, raramente concede espaço aos alunos para expressarem suas ideias. Os professores justificam essa postura alegando que as turmas são numerosas e que, se permitissem que os



II Seminário Sul-Mato-Grossense de Tecnologias Digitais na Escola

alunos participassem ativamente, o ano letivo poderia terminar com a discussão apenas dos conteúdos do primeiro semestre.

Partindo deste conceito de construcionismo e tendo em conta o contexto educacional é importante que os alunos sejam motivados na construção do seu saber pois "o papel do professor é criar as condições para a invenção, em vez de fornecer conhecimento pronto" (Papert, 1980, p. 32).

O uso do computador no ensino reveste-se de grande importância, pois, como afirma Valente (1993, p. 12) "o computador não é mais o instrumento que ensina o aprendiz, mas a ferramenta com a qual o aluno desenvolve algo, e, portanto, a aprendizagem ocorre pelo fato de estar executando uma tarefa por meio do computador". Para Scherer (2018, p. 4)

[...] ainda hoje, observamos que na maioria das escolas, as práticas com uso de computadores são de abordagem instrucionista, orientada por processos de transmissão de informação, e/ou práticas desconectadas ao movimento do currículo escolar, mesmo que se tenha acesso a novas tecnologias digitais, como os celulares, bibliotecas virtuais, por exemplo.

Tendo em vista nosso objetivo de pesquisa e os referenciais teóricos adotados, a formação de professores deve prever situações que os coloquem em situação análogas às pretendidas para os estudantes de modo que eles possam também vivenciar o processo a ser proposto a seus estudantes de onde a proposta de oferecer um projeto de extensão a professores formadores de professores, conforme apresentamos na próxima seção.

3. Aspectos Metodológicos

Para tornar possível o presente estudo, e de acordo com os objectivos do mesmo, optamos por uma pesquisa de cunho qualitativo (Bogdan; Biklen, 1994) levando em conta as especificidades do contexto que ela é inserida tanto para a produção de dados quanto para sua interpretação, pois (Bogdan e Biklen, 1994, p.47) referem que:

- i) Na investigação qualitativa a fonte de dados é o ambiente natural constituindo o investigador o instrumento principal;
- ii) A investigação qualitativa é descritiva;
- iii) Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos;
- iv) Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva;
- v) O significado é de importância vital na abordagem qualitativa.



II Seminário Sul-Mato-Grossense de Tecnologias Digitais na Escola

Para realizar o estudo decidimos oferecer um projeto de extensão a professores moçambicanos. Este projeto teve duplo objetivo: por um lado refletir com os professores do ensino superior participantes do projeto sobre o uso de tecnologias para o ensino de matemática visando contribuir para a formação de futuros professores que irão lecionar no Ensino Secundário Geral em Moçambique; e, por outro lado, estudar o processo de gênese instrumental vivenciado por estes professores ao longo de sua participação no processo.

Inicialmente, planejou-se a produção dos dados de forma presencial na Universidade Licungo, em Moçambique, instituição onde o autor atua como docente há 19 anos. Por questões logísticas, não foi possível viajar de Campo Grande (Brasil) para Moçambique a fim de concretizar este projeto. Diante da inviabilidade da primeira proposta, optamos por realizar a coleta de dados de forma remota, utilizando o Google Meet como recurso de apoio nesse processo.

A utilização deste recurso permitiu ampliar a pesquisa para outras universidades do país, que seria conduzida online. Convidamos professores de três universidades moçambicanas (Save, no Sul; Licungo, no centro; e Rovuma, no Norte), mas, antes da produção de dados, docentes de Matemática da Academia Militar Marechal Samora Machel (norte) manifestaram interesse em participar da discussão sobre tecnologias no ensino de matemática, sendo incorporados ao estudo. Com o objetivo de obter uma noção preliminar do perfil dos professores interessados em participar do projeto, elaboramos um questionário via *Google Form* para avaliar as expectativas dos participantes em relação à iniciativa planejada.

Este projeto foi cadastrado na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e todos os participantes receberam certificados após sua conclusão. O nosso trabalho com os professores foi desenvolvido na modalidade online durante os meses de outubro e novembro de 2023 com uma participação inicial de 19 professores chegando, ao final, com 14 participantes. Este decréscimo foi devido ao envolvimento dos professores na administração de provas finais que decorriam naquele período nas suas universidades impossibilitando sua presença em todos os encontros. Nossa produção de dados contou com vídeos dos encontros, que foram transcritos e analisados. Além disso, coletamos as atividades criadas pelos professores no mural



II Seminário Sul-Mato-Grossense de Tecnologias Digitais na Escola

de padlet² criado para o projeto. Foram realizados 8 encontros no total, sendo dois encontros semanais de 2 horas cada via *google meet*.

Dentre os diversos artefatos disponíveis para o ensino, neste estudo foram utilizados os softwares GeoGebra e SuperLogo. A escolha do software GeoGebra deve-se por este ser gratuito e ser “um *software* dinâmico de matemática para todos os níveis de educação que reúne geometria, álgebra, planilhas, gráficos, estatísticas e cálculos em uma única plataforma” (GeoGebra, 2022, p.1). Já o SuperLogo é uma linguagem de programação desenvolvida por Seymour Papert que enfatiza a construção de procedimentos e algoritmos, o que é essencial para o desenvolvimento das habilidades de pensamento computacional. Esse foco na programação permite que os pesquisadores estudem como crianças e jovens desenvolvem o pensamento computacional e resolvem problemas por meio da criação de programas que mobilizam linguagem acessível a seu nível de desenvolvimento cognitivo. Assim, este software foi escolhido para esta pesquisa devido à sua acessibilidade, à capacidade de promover o pensamento computacional e criativo, e a sua utilidade em permitir a exploração de conceitos matemáticos e geométricos de maneira prática e visualmente envolvente.

4. Descrição e Análise dos Dados

Dada a limitação de espaço, neste texto apresentamos apenas duas atividades realizadas com os professores que permitem identificar elementos do processo de instrumentalização vivenciado por eles. Trata-se de duas atividades de construção de triângulos equiláteros sendo um construído no aplicativo GeoGebra e outro no SuperLogo. As atividades desenvolvidas nestes *softwares*, apresentam os seguintes enunciados respectivamente: (i) *construir um triângulo equilátero ABC no GeoGebra. Deslocar um dos vértices do triângulo. O que você observa? Como explica a observação realizada?* (ii) *construir um triângulo ABC no SuperLogo. Que requisitos são necessários para a construção do triângulo?* Para as duas atividades seguiram-se as seguintes perguntas: 1) as atividades apresentaram dificuldades de

² É uma plataforma em que é possível criar murais interativos e colaborativos. Por meio dessa plataforma, os docentes e os alunos podem trocar arquivos, realizar atividades, acompanhar o processo de ensino-aprendizagem, entre outros benefícios. Endereço: <https://ceduc.unifei.edu.br/tutoriais/tutorial-para-uso-da-plataforma-padlet/>



II Seminário Sul-Mato-Grossense de Tecnologias Digitais na Escola

construção? As duas? Em que momentos? 2) que conceitos são/podem ser trabalhados em cada uma delas? Nestas atividades pretendíamos estudar as dificuldades enfrentadas pelos professores para a integração da tecnologia em atividades de ensino.

No início da atividade de construção do triângulo equilátero no software GeoGebra, não foram fornecidas instruções aos professores sobre quais ferramentas deveriam ser utilizadas, deixando essa decisão a seu critério. Esse procedimento teve como objetivo permitir que os professores explorassem livremente as funcionalidades disponíveis, sem restrições prévias. Solicitou-se aos professores que recordassem as características de um triângulo equilátero, uma vez que a construção dessa figura geométrica requer o conhecimento de suas propriedades específicas.

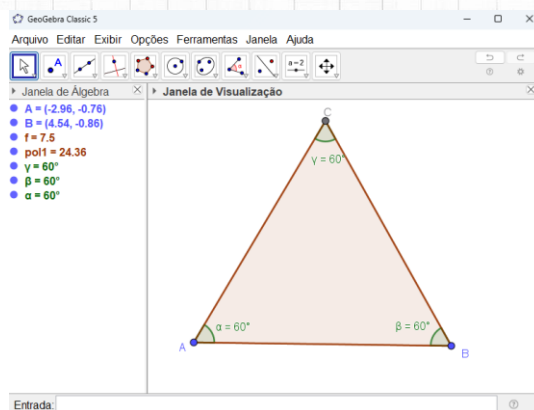
O professor Xanga (nome fictício), começou a construir este triângulo (figura 1) recorrendo à ferramenta padrão do GeoGebra denominada *polígono regular* que facilita a construção de figuras automaticamente desde que seja definido o número de lados. Não queremos dizer com isso que o procedimento usado por ele esteja errado, mas reforçar que, para além do caminho que usou, existem diversas outras formas de construir polígonos além da escolhida por Xanga.

Como forma de comprovar se a construção feita pelo professor obedecia às características de um triângulo equilátero, arrastou-se o vértice A e as medidas dos lados mantinham-se iguais, o mesmo sucedeu com o vértice B e o vértice C não se movia porque foi construído em função de A e de B , e ao arrastar os vértices do triângulo na janela de visualização, os valores na janela de álgebra também alteravam. Além de os lados do triângulo permanecerem inalteráveis, as medidas de seus ângulos internos também se mantinham constantes, com amplitude de 60 graus. Neste software, além da visualização, a manipulação constitui um elemento fundamental para a compreensão dos conceitos geométricos envolvidos.

Figura 1: triângulo equilátero no GeoGebra



II Seminário Sul-Mato-Grossense de Tecnologias Digitais na Escola



Fonte: Construção do professor Xanga

Concordamos com Papert (2008) quando argumenta que os instrumentos digitais oferecem aos alunos a oportunidade de experimentar, errar e aprender de maneira interativa, o que é fundamental para um aprendizado profundo e significativo. Em sua visão, ao trabalhar com ferramentas digitais, os alunos podem desenvolver uma compreensão mais profunda de conceitos matemáticos, já que essas ferramentas podem permitir a visualização e a experimentação de ideias abstratas de uma maneira concreta e tangível.

Para a construção do triângulo no SuperLogo, primeiramente foi realizada uma breve revisão/apresentação dos comandos básicos que fazem a tartaruga mover-se na tela, como, por exemplo, os comandos: “para frente X” ou (pf X) e “para esquerda X” ou (pe X) assim em diante.

Adotando uma perspectiva construcionista (Papert, 2008), deixamos os professores livres para construírem o triângulo equilátero sem diretrizes específicas sobre medidas ou ângulos e sem indicar procedimentos a seguir. Acreditamos que seus conhecimentos acerca de propriedades das figuras contribuiriam para que empregassem os comandos do software de modo a atingir os objetivos.

No processo de instrumentalização o professor Langa (nome fictício) logrou mover a tartaruga para frente. Entretanto, ao inserir o comando para girar à esquerda, não identificou que o artefato já se encontrava alinhado nessa orientação. Diante da ausência de resposta perceptível ao comando de rotação, ele questionou:



II Seminário Sul-Mato-Grossense de Tecnologias Digitais na Escola

Eu estou a encontrar uma dificuldade, quando tento fazer essa programação para frente e coloco as unidades desloca; mas para esquerda e para direita quase que não se move.

Percebendo a preocupação do professor Langa, a professora Katiane³ não deu uma resposta imediata. Em vez disso, solicitou que ele compartilhasse sua tela no Google Meet, permitindo que todos os professores acompanhassem as etapas de sua construção e observassem os efeitos que surgiriam. Após o compartilhamento de tela, a professora Katiane cedeu a palavra ao professor Langa, que iniciou sua explanação verbalizando:

Professor Langa: para mim, por exemplo eu ponho aqui para frente, coloco aqui.

Katiane: para frente quanto?

Professor Langa: 80 e já saiu uma linha e ele já se moveu para cima, sim, e agora quando coloco ali para esquerda, ele praticamente só vira a cabeça e não se move;

Katiane: para esquerda quanto?

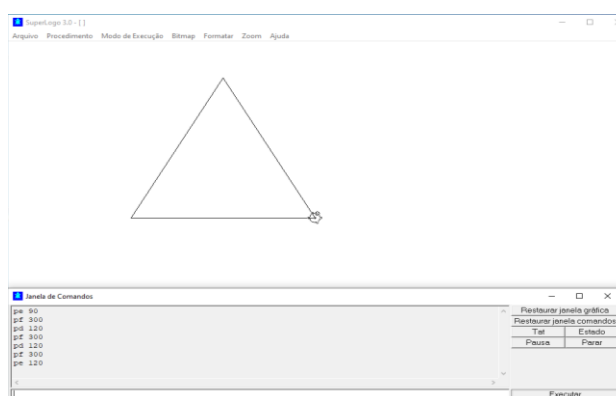
Professor Langa: suponhamos como aqui, para esquerda 50. Ele só se moveu a cabeça só um pouco.

Katiane: vamos olhar. Coloca para frente 70

Professor Langa: coloco aqui 70.

Professor Langa: Ah, ah, ok, ok, ok, ok. Já entendi. Agora vou construir o triângulo e o quadrado.

Figura 2: triângulo equilátero no SuperLogo



Fonte: Construção do professor Langa

³ Professora convidada para apoiar no projeto de extensão.



II Seminário Sul-Mato-Grossense de Tecnologias Digitais na Escola

Após o procedimento descrito no parágrafo anterior, o professor Langa construiu o triângulo equilátero tendo em atenção às medidas dos ângulos externos de modo que a construção obedecesse às características, isto é, ângulos internos de 60° e lados congruentes.

As dificuldades encontradas na construção dos triângulos equiláteros em cada software relacionam-se às diferentes abordagens exigidas por suas interfaces. No GeoGebra, os conceitos de construção baseiam-se em ferramentas pré-programadas, demandando principalmente que o usuário identifique o ícone correto. Em contrapartida, no SuperLogo, a construção exige que o usuário oriente a tartaruga por meio de comandos sequenciais, o que implica uma lógica distinta de pensamento geométrico.

5. Considerações Finais

Este artigo apresenta duas atividades com um objetivo comum: a construção de um triângulo equilátero, desenvolvida separadamente nos softwares GeoGebra e SuperLogo. A análise demonstrou que a apropriação de tecnologias digitais não é um processo linear, uma vez que exige dos professores a adoção de estratégias construcionistas e a integração das ferramentas ao seu contexto pedagógico. Conclui-se, portanto, que a apropriação consolida-se na dialética entre o sujeito (professor) e o artefato, mediação esta efetuada pelos esquemas de utilização construídos e reconstruídos durante a ação formativa.

Nestas duas atividades trazidas neste texto pode-se verificar apenas elementos do processo de instrumentalização vivenciado pelos dois professores, Xanga e Langa, conforme anunciado anteriormente. O estudo do processo de gênese instrumental vivenciado pelos professores participantes do projeto é foco de outro texto em redação.

6. Agradecimentos

Agradecemos aos colegas professores de Moçambique que, apesar da alta carga de trabalho, aceitaram participar do nosso estudo; à CAPES pelo apoio financeiro com a bolsa de doutorado de Teodósio de Jesus Cosme; e ao CNPq pelo apoio da bolsa produtividade pesquisa de Marilena Bittar.



II Seminário Sul-Mato-Grossense de Tecnologias Digitais na Escola

7. Referências

BITTAR, Marilena. A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica do professor de matemática. **Educar em Revista**. Curitiba: Editora UFPR, v.1, pp.157 - 171, 2011.

BOGDAN, Robert; BIKLEN. Sari. K. *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto: Porto, 1994

GEOGEBRA. **O que é o GeoGebra?** Disponível em <https://www.geogebra.org/about>. Acesso em 24 de jul. de 2022.

PAPERT, Seymour. **LOGO: computadores e educação**. São Paulo, SP: Brasiliense, 1985.

RABARDEL, Pier. **Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains**. Paris: Armand Colin, 1995.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. ed.rev. Porto Alegre: Artmed, 2008.

SCHERER, Suely. A Abordagem Construcionista e o uso de Tecnologias Digitais em Aulas de Matemática: um diálogo sobre pesquisas desenvolvidas no GETECMAT. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 11, n. 26, 2018.

VALENTE, José Armando. Diferentes usos do computador na educação. In: **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. 1ª ed. Campinas, NIED-Unicamp, 1993