

TECNOLOGIAS DIGITAIS AUXILIANDO NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE MATEMÁTICA A PARTIR DA TEORIA DA OBJETIVAÇÃO

Murilo Silva de Souza, Jeferson de Arruda

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul

Aquidauana – MS – Brasil

murilo.souza2@estudante.ifms.edu.br, jeferson.arruda@ifms.edu.br

Resumo

O ensino da matemática, ao longo dos anos, tem despertado o interesse de diferentes pesquisadores com o objetivo de compreender e propor mudanças que possam auxiliar na aprendizagem mais significativa. Como uma das alternativas, a Teoria da Objetivação, tendo como um dos principais pesquisadores o professor doutor Luiz Radford, apresenta a aprendizagem como resultado de um processo coletivo e social onde o estudante é incentivado a posicionar-se de modo crítico. Esta pesquisa propõe o desenvolvimento de uma situação problema enunciada em um artigo específico de Radford, a saber “Pierre e Marthe”, com três estudantes de uma turma do segundo semestre curso Técnico Integrado em Informática, do campus de Aquidauana, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS). O Geogebra é utilizado como ferramenta alternativa ao instrumento usado originalmente na execução do experimento.

Palavras-chave: Teoria da Objetivação; GeoGebra; Matemática; Tecnologias Digitais.

Introdução

A Teoria da Objetivação (TO) surge a partir de vários estudos de Luis Radford, professor doutor da Laurentian University, em Ontário, Canadá. (PLAÇA e GOBARA, 2020; MATOS e SANTOS, 2020). Dentro de um movimento que se iniciou na Educação Matemática nos anos 90, em particular, nos trabalhos apresentados durante a Conferência Anual do Grupo Internacional de Psicologia e Educação Matemática, como uma resposta à necessidade de novas possibilidades para a aprendizagem matemática, diferente da abordagem individualista que dominava na época. Estudos posteriores despertaram o interesse da educação matemática por entender o ensino e a aprendizagem matemática como fenômenos sociais, culturais e históricos. (RADFORD, 2014).

Plaça e Radford (2021) acrescentam que a TO apresenta o entendimento de que a aprendizagem é um processo social,

coletivo, onde os estudantes se posicionam de maneira crítica considerando as formas de ações e pensamentos já construídos historicamente dentro de uma cultura

Ainda para Radford(2014), a ideia principal da TO é que a educação em geral e, em particular, o ensino e aprendizagem tratam de saberes e seres, sendo seus dois objetivos: a compreensão da produção de saberes e subjetividades em sala de aula e a identificação de formas de ações pedagógicas que conduzam ao ensino e a aprendizagem significativos

Plaça e Gobara (2020) também afirmam que a TO é formada por processos de objetivação e de subjetivação. Esses, atualizam o saber e o ser do indivíduo, ou seja, ao resolver atividades em grupo, o conhecimento é compartilhado (o saber), assim como, as formas de pensar e aplicar o conhecimento na realização de uma determinada atividade (o ser).

Os processos de objetivação e subjetivação são indissociáveis e acontecem simultaneamente, sendo que a objetivação representa a materialização do saber enquanto que a subjetivação representa a transformação do ser. (PLAÇA e RADFORD, 2021).

Em outras palavras, de acordo com a TO, a aprendizagem ocorre por meio de troca social de saberes, durante a análise de uma situação problema, onde, cada estudante, com os seus conhecimentos prévios, criticamente, interage com os demais na busca pela solução da situação e, ao mesmo tempo, na análise das propostas de soluções apresentadas pelos demais. Por meio dessa interação social, ocorre as subjetividades, ou seja, os participantes, quase inconscientemente, transformam a sua forma de agir e pensar na busca da solução.

Neste contexto para Plaça e Radford (2021) o papel do professor não é de guia ou de auxílio para a aprendizagem - TO não é uma teoria construtivista - também não é de detentor do conhecimento a ser passado para o estudante - TO não é uma teoria behaviorista - mas sim, de alguém que participa da circulação do conhecimento na sala de aula, ou

seja, na TO, docente e discentes devem trabalhar juntos por meio da cooperação mútua e que favoreça a solidariedade e a ética comunitária, onde cada indivíduo se envolve na busca, sugere, avalia, aprova ou discorda, porém, sempre com respeito aos colegas e em busca do mesmo objetivo.

Radford (2006), destaca que toda aprendizagem pressupõe alguma atividade de pensamento. Para ele, é usual que se entenda por pensamento uma série de processos e ideias mentais que direcionam um indivíduo. Na TO o pensamento não ocorre de maneira isolada, ele é influenciado pelo social e pelo meio onde ocorre.

As ferramentas utilizadas para incentivar o pensamento e estimular a busca por alternativas consideradas satisfatórias como solução de uma situação problema são diversas, entre elas, o uso da Tecnologias Digitais.

É impossível apresentar aqui todas as influências das tecnologias digitais na educação, mas a partir do foco do ensino e da aprendizagem de matemática, para Silva (2022), ocorreram quatro diferentes fases do uso das tecnologias digitais no ensino e na aprendizagem de matemática, nas três primeiras se destacam o uso da linguagem LOGO, *software* de funções ou de geometria e Educação Matemática *on-line* e a partir da quarta fase surge as amplas possibilidades de uso da “internet, performance matemática digital, *Facebook*, *YouTube* e GeoGebra”.

Ainda de acordo com Silva (2016), o Geogebra foi criado em 2001 dentro da tese de Markus Hohenwarter e está disponível em vários idiomas. Atualmente é usado em diversos países, na área de pesquisa, em escolas, e universidades.

Já para os pesquisadores Oliveira(2020) e Helder(2020), o GeoGebra é um *software* livre de matemática dinâmica, de uso gratuito e disponível que na sua origem era considerado apenas como um *software* de geometria dinâmica, mas atualmente é classificado como *software* de matemática dinâmica, por trazer recursos não apenas de geometria, mas para várias áreas da matemática tais como álgebra e estatística, ampliando seu uso no ensino desta disciplina ao disponibilizar ferramentas para elaboração de materiais interativos inclusive através de um aplicativo disponibilizado para *iOS*, *Android*, *Windows*, *Mac*, *Chromebook* e *Linux*, além de calculadora de probabilidade e gráfica, realidade aumentada que possibilita o trabalho em duas e três dimensões, gráficos, calculadora, estatística, tabelas, entre outros. Um dos pontos mais benéficos do Geogebra é a possibilidade de se trabalhar, simultaneamente, com a representação numérica, algébrica e gráfica/geométrica.

Atualmente, o Geogebra possui versões *online* e para *desktop*, ambas de acesso livre. O uso da versão *online* depende unicamente de um computador com acesso à internet sem necessitar de qualquer instalação.

A Pesquisa ora apresentada, propõe o desenvolvimento de uma situação problema enunciada em um artigo específico de Radford (2006), a saber “Pierre e Marthe”, que será realizada com alguns estudantes de uma turma do curso Técnico Integrado em Informática, do campus de Aquidauana, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul(IFMS). O Geogebra será utilizado como ferramenta alternativa ao instrumento usado originalmente na execução do experimento.

O problema denominado como “Pierre e Marthe”, trata-se de um experimento sobre a interpretação de movimento realizado com estudantes de 15 a 16 anos. Por meio de um *Calculator Based Ranger* (CBR), um instrumento capaz de obter a distância de um sensor até um determinado objeto. O CBR conectado a uma calculadora gráfica é capaz de gerar gráficos da distância em função do tempo.

Estes estudantes já tinham alguma experiência com o uso do CBR, assim o problema proposto foi o seguinte: dois alunos, Pierre e Marthe, colocaram-se a uma distância de um metro e começaram a andar em linha reta. Marthe, que está atrás de Pierre, carrega uma calculadora conectada a um CBR. O gráfico obtido é reproduzido abaixo.(RADFORD, 2006).

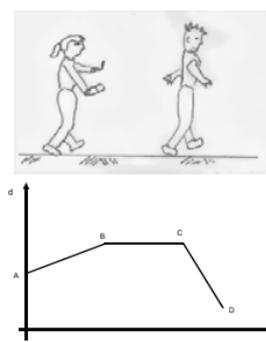


Figura 1. Pierre e Marthe (RADFORD, 2006, p.119)

Para auxiliar na interpretação do movimento, ou seja, descrever como foi o percurso de Pierre e Marthe de modo a obter o gráfico apresentado, os estudantes, em pequenos grupos, deveriam caminhar por um dos corredores da escola a fim de verificar suas hipóteses.

Conforme Radford(2006), durante a aplicação da atividade, como era esperado, houve dificuldades conceituais. Para superá-la, os estudantes transformaram o enunciado do problema em uma situação mais simples onde eles podiam resolver, por exemplo, supondo que Pierre e Marthe não se moviam. No decorrer do desenvolvimento da atividade, observou-se a interação entre os participantes do grupo, formulando, reformulando e analisando hipóteses. As reflexões no grupo ou com outros grupos, frequentemente, são o caminho para compartilhar soluções que contribuem para compreender outros pontos de vista, melhorando o seu próprio.

A busca coletiva pela solução da atividade proposta, sem a interferência do docente no direcionamento do pensamento, permite uma aprendizagem mais significativa, pois esta é construída, analisada e aperfeiçoada pelos próprios estudantes, o que a torna mais significativa.

Como estudar Matemática, muitas vezes se resume a decorar e aplicar fórmulas, as análises do desenvolvimento da atividade Pierre e Marthe indicam que é possível ensinar e aprender de modo mais significativo a partir de um trabalho em equipe de discentes e docente.

Nesta pesquisa, a atividade de Pierre e Marthe é reproduzida substituindo o CBR conectado a uma calculadora gráfica pelo uso do Geogebra. O percurso das soluções é registrado, com objetivo de entender como ocorreu o processo de compartilhamento de informações e a busca coletiva de estratégias para a solução com objetivo, indicando, a possibilidade de uma aprendizagem mais significativa.

Metodologia

A pesquisa se iniciou com uma revisão bibliográfica sobre a Teoria da Objetivação e as possibilidades do uso de tecnologias digitais como ferramenta de apoio ao processo de ensino e aprendizagem de matemática.

A seguir, ela foi direcionada para o *software* Geogebra com os objetivos de compreender o que ele é e como funciona. A próxima etapa foi dedicada à análise das possibilidades de uso dele na reprodução de resultados semelhantes àqueles alcançados com o uso do CBR e de uma calculadora gráfica, na pesquisa de Radford.

Com os conhecimentos acumulados sobre a TO e o Geogebra, a pesquisa se concentrou em encontrar formas de reproduzir o problema de “Pierre e Marthe” através de configurações adequadas deste *software*.

Com uso de pontos deslizantes e algumas configurações para obtenção da distância entre os dois pontos que se movem em linha reta cujo sentido e velocidade pode se alterar, um esboço do gráfico representando a distância entre os pontos com o passar do tempo, foi criado. (Figura 2)

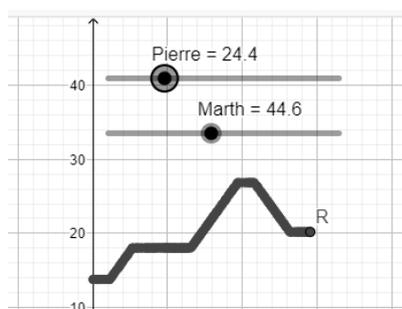


Figura 2. Pierre e Marthe com o Geogebra
Fonte: Próprio Autor, 2022

Vencidas essas etapas, selecionou-se três estudantes do segundo semestre do curso Técnico Integrado em Informática (que já possuíam conceitos iniciais a respeito de Funções, obtidos no primeiro semestre do Curso), para participarem da atividade de pesquisa.

Após compreenderem a proposta da atividade a partir do uso do Geogebra previamente configurado de modo a exibir o gráfico que representa a distância entre dois pontos que se movem em linha reta cujo sentido e velocidade podem ser alterados, o gráfico da Figura 3 foi apresentado aos estudantes com a proposta de descreverem como ocorreu o movimento dos pontos, que representam Pierre e Marthe.

Para direcionar a atividade, o seguinte comando foi apresentado: dois estudantes, Pierre e Marthe, colocaram-se a uma distância de um metro e começaram a andar em linha reta. Marthe, inicialmente, está atrás de Pierre. Sabendo que o gráfico representa a distância entre eles, descreva como foi o percurso de Pierre e Marthe de modo a obter o gráfico abaixo.

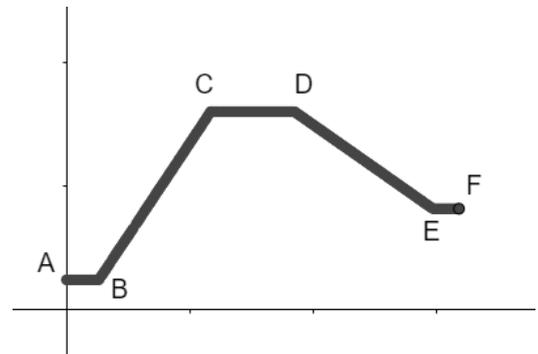


Figura 3. Pierre e Marthe com o Geogebra
Fonte: Próprio Autor, 2022

O início do desenvolvimento da atividade foi marcada pelo domínio quase total das ideias sobre as possibilidades de solução pelo Estudante 2, o qual argumentava com os demais e insistia em tentar esclarecer seus pensamentos sobre a solução. Porém, desde este momento inicial, houve interação e contribuições para a avaliação de outras possibilidades, conforme o diálogo a seguir.

Estudante 2: “Analisando o gráfico, que significa que, aparentemente não...eles não inverteram as posições, ou seja, Marthe não ficou na frente de Pierre.”

Estudante 3: “Mas ele não começou mais na frente?”

Aqui, se percebe que a compreensão do problema não estava igualmente clara a todos os estudantes. Porém, a cada questionamento, eles retornavam a analisar o enunciado e o gráfico, buscando novas informações.

A continuidade da solução considerava apenas que Pierre e Marthe caminhavam sempre para a mesma direção, após poucos minutos, o Estudante 2, já deduzia ter encontrado a resposta, conforme ele descreve na explicação a seguir.

Estudante 2: “Eles andaram em velocidade igual, depois Pierre começou a andar mais rápido...”

Nesse momento, os estudantes são informados que podem utilizar papel, levantar, caminhar, testar hipóteses.

A seguir, o Estudante 3, questiona sobre o que está representando cada eixo ao Estudante 2, o qual diz que “o eixo X representa o tempo e o eixo Y distância”.

Assim, a interação entre eles continua, surgindo de tempo em tempo, o questionamento sobre o ponto de vista dos colegas.

Após passarem a considerar que havia a possibilidade de Pierre e Marthe também mudarem o sentido da sua caminhada, vários minutos foram dedicados à análise das possibilidades.



Figura 4. Simulação de Pierre e Marthe com os dedos e uma caneta. **Fonte:** Próprio Autor, 2022

Os objetos disponíveis no local de execução da atividade foram considerados como meios para tentar compreender e resolver a situação. Por exemplo, na figura 4, um estudante utiliza uma caneta em uma das mãos e um dedo da outra mão para simular os movimentos de Pierre e Marthe, na busca pela compreensão de todas as possibilidades. Na figura 5, o estudante tenta propor o uso de uma tesoura com marcações de medidas em centímetros para tentar compreender como ocorreu a alteração da distância entre Pierre e Marthe, visando encontrar informações que os levassem a uma única resposta.

Após as análises, os estudantes começam a discutir como descrever o movimento de Pierre e Marthe, buscando informações que pudessem associar aos pontos presentes no gráfico, A, B, C, D, E, F e R.

Nesse momento, surge um novo questionamento, sobre o que representa R. Sugerindo entre eles, a possibilidade de representar Pierre ou Marthe. Mas, logo em seguida, com o auxílio do Geogebra e a simulação previamente configurada da formação do gráfico correspondente à distância entre dois pontos deslizantes, essa possibilidade foi descartada, concordando todos de que se tratava de apenas um ponto.



Figura 5. Busca da identificação do movimento de Pierre e Marthe por meio da análise do gráfico com uma caneta milimetrada. **Fonte:** Próprio Autor, 2022

Finalmente, chegaram ao consenso de que haveria muitas possibilidades de gerar o gráfico apresentado como representando o movimento de Pierre e Marthe, optando por descrever apenas uma das possibilidades e argumentar que existem outras além daquelas.

Resultados e Discussão

Durante a observação dos estudantes, enquanto estes desenvolviam a atividade, percebeu-se que, no início havia um domínio perceptível do diálogo por um dos participantes. Enquanto isso, os outros dois se esforçaram para compreender os argumentos do colega, analisando simultaneamente o Gráfico em análise, buscando relações com as palavras que estavam sendo ditas. Conforme o tempo passava, o discurso deixava de ser de domínio único, e se tornou um debate onde todos argumentam, analisam as propostas e apresentam apoio ou não ao pensamento dos demais colegas.

Ao término da atividade, além de perceptível o grau de interação e, aparente, melhor compreensão do problema proposto, as palavras do Estudante 3, “no começo eu não entendi nada, mas no decorrer da interação houve entendimento do Gráfico”, confirma que ocorreu o compartilhamento do saber, presumindo também, a transformação do ser.

Considerações Finais

Acreditamos que essa Pesquisa é de suma importância não somente para propor alternativas para auxiliar na aprendizagem mais significativa da Matemática, mas também para que o estudante bolsista, matriculado no Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet, envolvido neste Projeto, possa ampliar e consolidar suas habilidades de trabalhar e construir *softwares* didático pedagógicos interativos e eficientes, não somente para dar suporte ao ensino e aprendizagem de conteúdos de matemática mas também de outras disciplinas.

Referências

GOMES, L. P. da S. **Introdução à álgebra nos anos iniciais do Ensino Fundamental:** uma análise a partir

da Teoria da Objetivação. 2020. 180f. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/29327>>.

HEDLER, L. W. M. **Desenvolvimento do pensamento geométrico espacial abstração reflexionante e tecnologias digitais.** 2020. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/219414>>

MATOS, F. C. C.; SANTOS, M. J. C. Proposta de formação docente crítico-reflexiva a partir da teoria da objetivação e da metodologia sequência Fedathi. pág. 247 - 264. In: GOBARA, S.; RADFORD, L. (Org.) **Teoria da objetivação: fundamentos e aplicações para o ensino e aprendizagem de ciências e matemática.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2020. Disponível em: <http://www.luisradford.ca/pub/2020%20-%20Gobara%20_%20Radford%20-%20Teoria%20da%20objetivacao.pdf>

OLIVEIRA, E. S. de S. **Estudo das funções seno e cosseno por meio de um modelo didático alternativo integrado ao Geogebra.** 2020. 322fls. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências-PPGEFHC) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/handle/ri/33143>>

PLAÇA, J. S. V.; RADFORD, L. Formação de professores para o ensino de Ciências na perspectiva da Teoria da Objetivação. **Interfaces da Educação.** Paranaíba, v. 12, n. 36, p. 308 a 328, 2021. Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php/interfaces/article/view/6284>>

_____. V.; GOBARA, S. T.; O uso de um dispositivo de análise fundamentado nos pressupostos da teoria da objetivação. pág. 95 - 115. In: GOBARA, S.; RADFORD, L. (Org.) **Teoria da objetivação: fundamentos e aplicações para o ensino e aprendizagem de ciências e matemática.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2020. Disponível em: <http://www.luisradford.ca/pub/2020%20-%20Gobara%20_%20Radford%20-%20Teoria%20da%20objetivacao.pdf> Acesso em: 26 Abr. 2022

_____. De la teoría de la objetivación. Revista Latinoamericana de Etnomatemática, 7(2), 132- 150. 2014. pp. 132-150. **Revista Latinoamericana de Etnomatemática.** (tradução nossa) Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2740/274031870010.pdf>> Acesso em: 19 Abr. 2022

_____. RADFORD, L. De la teoría de la objetivación. **Realime**, Número Especial, 2006, p. 13-129. Disponível em: <<http://funes.uniandes.edu.co/9703/1/Radford2006Elementos.pdf>>. Acesso em: 19 Abr. 2022.

SILVA, A. H. M. da. **O uso do software GeoGebra no ensino de funções polinomiais do 1º e do 2º grau.** 2016. 56fls. Trabalho de Conclusão de Curso -(Licenciatura de Matemática) - Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/41071/1/SILVA%2C%20Alan%20Henrique%20Marques%20da.pdf>>

SILVA, J. R. G. da. **Como o preparo tecnológico pode influenciar o cenário escolar frente ao surto pandêmico da COVID-19.** 2022. 40 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura de Pedagogia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/216779/silva_jrg_tcc_rcla.pdf?sequence=7>