

# MATEMATIZAÇÃO NA ELABORAÇÃO DE SIMULADORES COM GEOGEBRA

**Luis Andrés Castillo B**

luiscastleb@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5174-9148>

Universidade Federal do Pará (UFPA)

Belém, Brasil.

**Ivonne C. Sánchez S.**

ivonne.s.1812@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2485-1059>

Universidade Federal do Pará (UFPA)

Belém, Brasil.

**Recibido:** 11/12/2021 **Aceptado:** 26/05/2022

## Resumo

Nas últimas décadas, fazer com que os alunos estabeleçam vínculos entre a matemática e a realidade representa um assunto de grande interesse para professores e pesquisadores em Educação Matemática. Portanto, para os alunos modelar matematicamente situações problemáticas contextualizadas tornou-se uma demanda educacional e social. Nesse sentido, a simulação com o GeoGebra representa uma oportunidade na qual os alunos podem estabelecer esses vínculos. Vale ressaltar que na simulação os alunos passam por diversos processos, um deles é a matematização, com a finalidade de representar matematicamente um fenômeno da realidade ou algum aspecto dela. A matematização na elaboração de simuladores com GeoGebra dá origem a determinar modelos matemáticos com os quais uma realidade ou alguma questão dela é representada. Por isso, surge a necessidade de compreender esse processo com maior profundidade. Portanto, neste trabalho caracteriza-se um desses tipos, a matematização horizontal em uma experiência de elaboração de simuladores com GeoGebra na qual um estudante do ensino médio participa junto com um professor-estudante de matemática que atua como professor da aprendizagem. Consideramos que esta primeira caracterização deste processo pode ajudar a promover nos alunos cada vez mais matematizações horizontais de maior qualidade com que se conseguem modelos matemáticos que representam os fenômenos da forma mais fiel possível.

**Palavras chave:** Matematização, Elaboração de Simuladores GeoGebra, Desenho Dinâmico.

## MATEMATIZACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE SIMULADORES CON GEOGEBRA

### Resumen

En las últimas décadas, lograr que los estudiantes establezcan vínculos entre la matemática y la realidad representa una cuestión de gran interés para profesores e investigadores en Educación Matemática. Por lo cual, que los estudiantes modelen matematicamente situaciones problemáticas contextualizadas se ha convertido en una demanda educativa y social. En este sentido, la elaboración de simuladores con GeoGebra representa una oportunidad en la cual los

estudiantes puedan establecer dichos vínculos. Vale destacar que en la en esta actividad los estudiantes trascurren por diversos procesos, uno de éstos es la matematización, con el propósito a representar matemáticamente un fenómeno de la realidad o algún aspecto de éste. La matematización en la elaboración de simuladores con GeoGebra da pie a determinar modelos matemáticos con los cuales se representan una realidad o alguna cuestión de ésta. Por esta razón emerge la necesidad comprender este proceso a mayor profundidad. Por lo cual en este trabajo se caracteriza uno de estos tipos, la matematización horizontal en una experiencia concreta de elaboración de simuladores con GeoGebra en al cual participa un estudiante-liceísta junto a un estudiante para profesor de matemática el cual funge como profesor del aprendizaje. Consideramos que esta primera caracterización de éste procese puede ser de ayuda para promover en los estudiantes cada vez más matematizaciones horizontales de mayor calidad con los cuales se consigan modelos matemáticos que representen a los fenómenos lo más fiel posible.

**Palabras clave:** Matematización, Elaboración de Simuladores GeoGebra, Dibujo dinâmico.

## MATHEMATIZATION IN THE BUILDING SIMULATORS WITH GEOGEBRA

### Abstract

In recent decades, getting students to establish links between mathematics and reality represents a matter of great interest for teachers and researchers in Mathematics Education. Therefore, for students to mathematically model contextualized problematic situations has become an educational and social demand. In this sense, the simulation with GeoGebra represents an opportunity in which students can establish these links. It is worth noting that in the simulation the students go through various processes, one of these is mathematization, with the purpose of mathematically representing a phenomenon of reality or some aspect of it. The mathematization in the simulation with GeoGebra gives rise to determine mathematical models with which a reality or some question of it is represented. For this reason, the need to understand this process in greater depth emerges. Therefore, in this work one of these types is characterized, horizontal mathematization in a concrete simulation experience with GeoGebra in which a high school student participates together with a student teacher of mathematics who acts as a promoter of learning. We consider that this first characterization of this process can be of help to promote in students more and more horizontal mathematicizations of higher quality with which mathematical models are achieved that represent the phenomena as faithfully as possible.

**Keywords:** Mathematization, Building Simulators with GeoGebra, Dynamic drawing.

### Considerações Iniciais

O impacto que a modelagem matemática teve no campo educacional nos últimos anos resultou em um crescente interesse de professores e pesquisadores da Educação Matemática por situações problemáticas contextualizadas, consideradas como meios adequados para conectar a realidade com o ensino e a aprendizagem. Além de gerar consciência sobre a utilidade dessa ciência para dar sentido à vida cotidiana (DE LANGE, 1996), a ligação entre a matemática escolar e a realidade tornou-se uma demanda da sociedade em geral e em todos os níveis

educacionais (PARRA, 2015; SERRES, 2015). Além disso, Vasco (2006) afirma que as tecnologias digitais potencializam os processos de modelagem matemática devido às facilidades que oferecem para visualização, manipulação e dinamismo no estudo de fenômenos reais. Nesse sentido, a modelagem da realidade é assumida como um assunto necessário para fazer emergir novas matemáticas ou releituras das já existentes.

O GeoGebra é um *software* de matemática dinâmica que permite ao usuário ver e relacionar objetos matemáticos por meio de seus diferentes registros de representação (algébrica, geométrica, entre outros), tudo em uma mesma interface (FIORITI, 2012; HOHENWARTER, 2007). Além disso, as ferramentas e funcionalidades dinâmicas do GeoGebra facilitam a criação de modelos computacionais de objetos da realidade ou de outras fontes (BU; SPECTOR; HACIOMEROGLU, 2011).

Na Elaboração de Simuladores com GeoGebra (ESG), os alunos interpretam o fenômeno ou algum aspecto dele em termos matemáticos; especificamente, eles estabelecem relações entre características espaciais e objetos ou propriedades do domínio da geometria euclidiana e assim geram modelos matemáticos, neste caso geométricos, com os quais os alunos representam seu fenômeno particular. Pelo exposto, consideramos que os alunos envolvidos nessa experiência passam por processos de matematização.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar a matematização realizada em experiências concretas de Elaboração de Simuladores com GeoGebra em que um estudante do Ensino Médio representa um Escape de Âncora e um Pêndulo (partes de um relógio de pêndulo) no *software* sob o olhar desde a modelagem matemática à Educação Matemática Realista. Para isto, nas próximas seções apresentamos o conceito de matematização na literatura, logo como consideramos a Elaboração de Simuladores com GeoGebra (ESG), e depois como entenderemos a matematização na ESG.

## **Matematización**

Blum e Borromeo (2009) consideram a matematização como um processo pelo qual um modelo real é transformado em um modelo matemático, geralmente de natureza algébrica. Para Hershkowitz (2001), a matematização é um processo organizacional pelo qual os elementos de uma situação de contexto são transformados em objetos matemáticos. Uma característica comum entre essas perspectivas é que, por meio da matematização, são gerados modelos matemáticos que representam a realidade. Outros autores relatam duas formas bem

diferenciadas de matematização: horizontal e vertical. (BU; SPECTOR; HACIOMEROGLU, 2011; FREUDENTHAL, 1991; MASON, 2014; TREFFERS, 1987).

Heuvel-Panhuizen e Drijvers (2014) consideram a matematização horizontal como um processo em que a matemática é usada para organizar e estruturar situações contextualizadas. Dessa forma, os sujeitos transitam por dois mundos: o da realidade do problema contextualizado e o dos símbolos matemáticos. Em suma, a matematização horizontal é entendida como o mecanismo pelo qual os sujeitos interpretam um problema contextualizado (da realidade) em termos matemáticos.

Embora ambas as formas de matematização possam estar presentes na mesma experiência de Elaboração de Simuladores com GeoGebra, neste trabalho o interesse é colocado na matematização horizontal, considerando-a um componente essencial da atividade, pois nesse processo surgem modelos matemáticos com possibilidades de serem representantes do fenômeno, selecionado a simular. No entanto, a qualidade desses modelos está diretamente relacionada à promoção de processos de matematização horizontal cada vez mais refinados nos estudantes. Portanto, acreditamos que esse tipo de matematização deve ser entendido com maior profundidade.

### **Elaboração de Simuladores com GeoGebra**

No geral, pode entender-se um simulador computacional como um modelo digital de um fenômeno real ou hipotético, utilizado para compreender e prever o comportamento desse fenômeno (CLARK; NELSON; SENGUPTA; D' ANGELO, 2009). Esses autores salientam o fato desses simuladores serem amplamente utilizados em diversos campos científicos como engenharia, medicina, economia, matemática e ciências naturais. No que diz respeito ao campo educativo, esses simuladores são utilizados como artefatos que servem de ponte para o estudo e análise de fenômenos próprios da matemática e das ciências naturais, procurando que os alunos desenvolvam experiências científicas significativas. Ao interagirem com o simulador, os alunos têm a possibilidade de manipular e/ou modificar as variáveis que definem o fenômeno modelado, podendo analisar e compreender o seu comportamento à medida que o tempo transcorre.

Considerando as ideias acima, a ESG é concebida como uma atividade que consiste em obter um simulador computacional na interface do GeoGebra, por meio do uso das ferramentas (de construção e medida) e funcionalidades dinâmicas do *software*. O processo de obtenção

desse simulador se organiza em torno a um conjunto de *tarefas de simulação* que são resolvidas em sequência, na medida em que cada uma dessas tarefas se relaciona com a representação de uma das partes que compõem o fenômeno a modelar (RUBIO; PRIETO; ORTIZ, 2016). Nesse sentido, a resolução de uma tarefa de simulação pressupõe: (i) elaborar um esboço daquela parte do fenômeno que se deseja representar, (ii) identificar as formas e movimentos da parte esboçada matematicamente, e (iii) construir os desenhos dinâmicos que permitam modelar essas formas e movimentos no *software* (GUTIÉRREZ; CASTILLO, 2020; SÁNCHEZ; SÁNCHEZ-N, 2020).

Dependendo do tipo de objetos matemáticos identificados na etapa (ii) acima, os desenhos dinâmicos (LABORDE, 1997) são elaborados na janela 2D ou 3D do GeoGebra. Logo, ora na janela de Visualização ora na janela 3D, a complexidade de cada objeto matemático torna necessário considerar as diferentes ferramentas e funcionalidades do *software* que permitam obter, com consistência e eficácia, os desenhos dinâmicos que modelam o fenômeno de estudo. Dentre as funcionalidades dinâmicas que o *software* GeoGebra dispõe para otimizar a elaboração de um simulador, ressaltam os *comandos* que permitem tanto construir objetos nas diferentes aparências do programa quanto modificar propriedades de outros construídos previamente (CASTILLO; GUTIÉRREZ; SÁNCHEZ, 2020).

### **Matematização Horizontal na ESG**

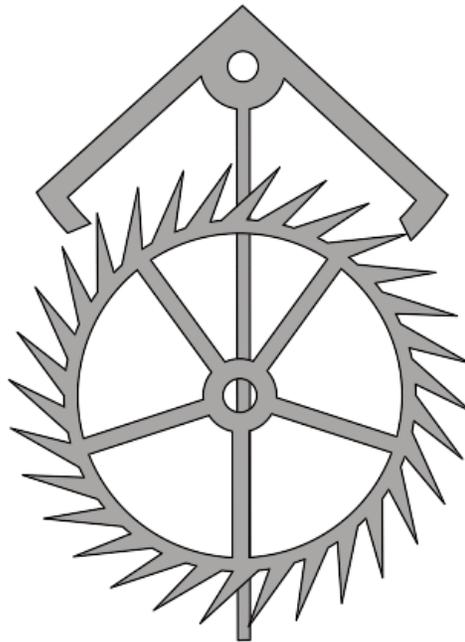
Na Elaboração de Simuladores com GeoGebra, o processo de Matematização Horizontal consideramos que se põe de manifesto na resolução de cada tarefa de simulação, no momento quando os envolvidos tem que *identificar as formas e movimentos da parte esboçada matematicamente*, a um aspecto particular do fenômeno a simular. Essa mudança de interpretação baseia-se no manejo da teoria geométrica pelos envolvidos, que têm a tarefa de vincular as propriedades espaciais das formas e figuras presentes no esboço, com objetos e/ou propriedades geométricas que permitem a modelagem figuras na vista gráfica do GeoGebra. Com o intuito de ilustrar melhor essas ideias, descreve-se a seguir uma experiência específica de matematização horizontal realizada durante a simulação com o GeoGebra.

### **Experiências de Matematização Horizontal**

A experiência descrita a seguir vem de uma sessão de trabalho do Clube GeoGebra "Leonor de Fernández", localizado no município de Mara, estado de Zulia (Venezuela). A sessão

foi desenvolvida com um estudante de ensino médio e um professor de Matemática que atuou responsável pela atividade. O objetivo do projeto abordado na sessão foi simular com o GeoGebra algumas das peças que compõem um relógio de pêndulo. Durante a sessão de 40 minutos, os participantes fizeram e compartilharam esboços do escapamento Âncora e do pêndulo (as partes do relógio de pêndulo) como se observa na figura 1.

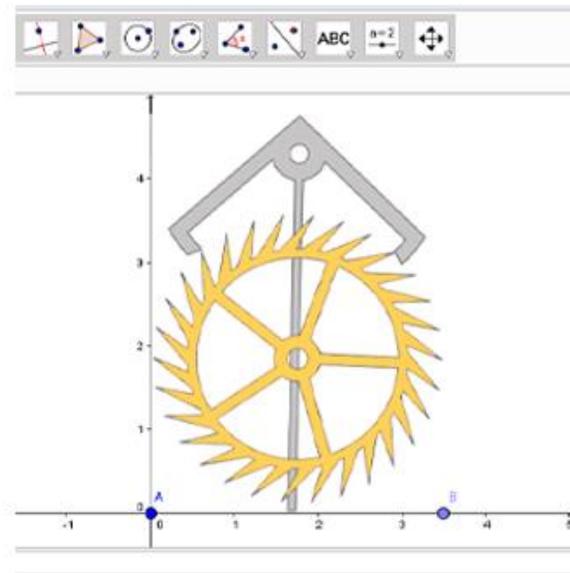
**Figura 1** – Representação do mecanismo do relógio de pêndulo



**Fonte:** <https://eltamiz.com/images/2010/March/escape-ancora.gif>

Posteriormente associaram objetos geométricos às formas e figuras presentes em tais esboços. Para resolver o exposto, o estudante dispunha de uma imagem de referência em formato GIF em que se observavam tanto a forma como o movimento das peças que estavam sendo trabalhadas naquele momento, e uma imagem estática, editada a partir do anterior, que havia sido inserido na visualização gráfica do GeoGebra (ver Figura 2). Cabe destacar que, nesta experiência, a matematização horizontal ocorreu tanto na representação do escapamento Âncora quanto na do pêndulo, então optou-se por estruturar essa descrição por seções.

**Figura 2** – Representação do mecanismo do relógio de pêndulo no GeoGebra

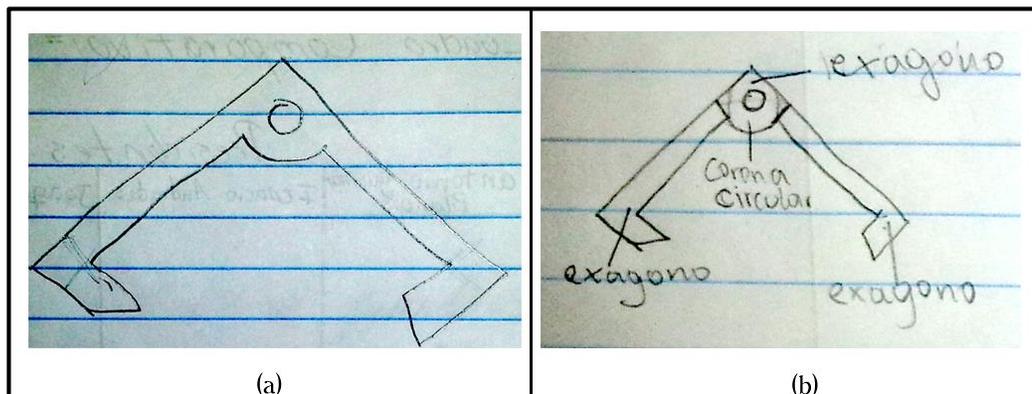


**Fonte:** Elaboração pelos autores

*Matematização associada à representação do escape Âncora*

No início da sessão, o estudante fez o esboço da fuga de Âncora que ele havia feito anteriormente em seu caderno durante um encontro anterior (ver Figura 2a). A um lado deste desenho, o estudante tinha ainda um esboço adicional da peça em que estão indicados os possíveis nomes objetos geométricos que este ele associou às formas e figuras que compõem o desenho do Escape Âncora (ver Figura 2b).

**Figura 2** – Representação do mecanismo do relógio de pêndulo no GeoGebra



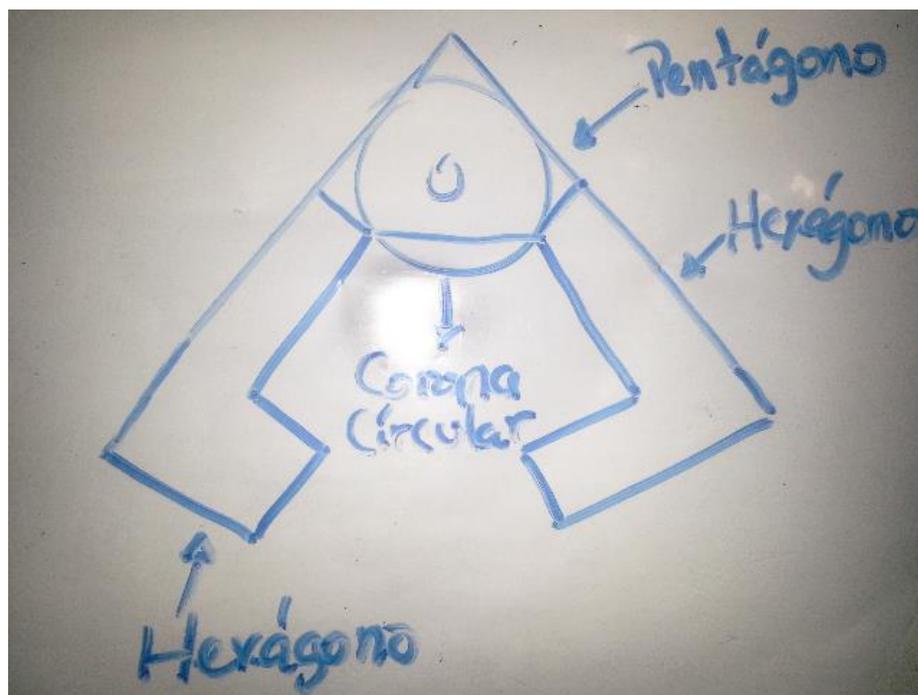
**Fonte:** Registros dos desenhos realizados pelo estudante

Após olhar para a figura 2b, o professor identificou inconsistências na interpretação geométrica das formas presentes no esboço, nomeadamente no que se refere ao que é indicado como hexágono no topo do esboço. Nesse sentido, o desenho não mostra uma figura poligonal fechada, mas quatro (04) linhas retas que, para o estudante, eram lados do polígono. Perante este facto, o professor pediu ao estudante que fizesse um esboço desta peça no quadro-negro (ver Figura 3). Este último esboço diferia do anterior pelo fato de em sua parte superior poder ser vista uma linha poligonal fechada com 05 (cinco) lados. No entanto, o estudante ainda associou essa figura a um hexágono. Diante disso, o professor iniciou o seguinte diálogo com o estudante:

- Professor: *Quantos lados tem essa forma [apontando para a forma no topo]?*  
Estudante: *Um, dois, três, quatro e cinco lados, professor.*  
Professor: *Agora, quantos lados têm as formas que você aponta como um hexágono [apontando para as formas na parte inferior]?*  
Estudante: *Um, dois, três, quatro, cinco e seis lados.*  
Professor: *Então a figura que tem cinco lados também seria um hexágono?*  
Estudante: *Não professor, os hexágonos têm seis lados e esta forma tem cinco lados. Então [o polígono] seria um pentágono.*

O diálogo acima revela como o estudante “refina” seu modelo geométrico da parte do Escape de Âncora do desenho, fazendo uma mudança na interpretação do esboço que começa a ser visto devido a um objeto geométrico (pentágono) diferente do anterior (hexágono). Neste caso, o estudante, com a ajuda do professor, passou do mundo da realidade do mecanismo para o mundo matemático da representação gráfica. Como consequência desta discussão, o estudante gerou um novo esboço que lhe permitiria continuar com a simulação (ver Figura 3).

**Figura 3** – Esboço do Escape Âncora com objetos geométricos

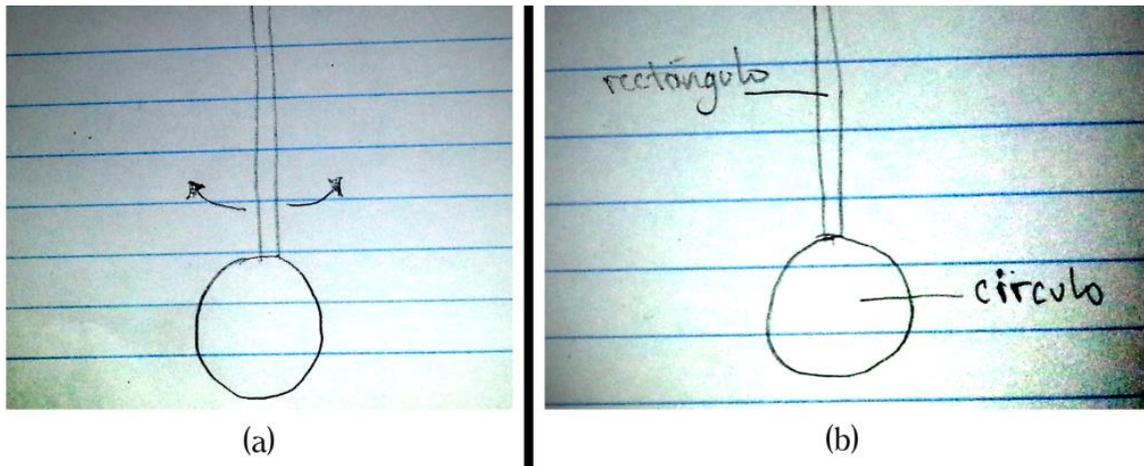


**Fonte:** Registros do desenho realizado pelo estudante

#### *Matematização associada à representação do pêndulo*

A sessão começou quando o estudante compartilhou o esboço do pêndulo que havia sido desenhado em seu caderno durante uma sessão anterior, destacando o movimento da peça com setas (ver Figura 4a). De um lado deste esboço, foi mostrado um desenho do pêndulo no qual estão indicados os objetos geométricos associados pelo estudante às formas e figuras deste desenho (ver Figura 4b). Ambos os gráficos refletem as conclusões alcançadas pelo estudante ao interpretar o desenho do pêndulo em termos matemáticos.

**Figura 4** – Esboços de pêndulo feitos pelo aluno



**Fonte:** Registros do desenho realizado pelo estudante

Para aprofundar a matematização horizontal realizada pelo estudante, o professor colocou uma série de questões referentes aos objetos geométricos identificados e indicados no esboço, primeiro considerando o retângulo e depois o círculo. Essas perguntas são exibidas na caixa de diálogo a seguir:

- Professor: *Por que você decidiu representar a forma do topo do pêndulo com um retângulo?*
- Estudante: *Porque o retângulo é uma figura que tem dois lados mais curtos que os outros. [...] Então, eu pensei que essa parte [apontando para o topo do pêndulo] deve ser um retângulo.*

No diálogo anterior, o estudante estabelece uma relação entre as propriedades espaciais da parte superior do pêndulo e o retângulo, objeto geométrico que “se encaixa” melhor com a forma da peça em sua perspectiva. A matematização horizontal da parte inferior do pêndulo é feita a partir de uma pergunta feita pelo professor:

- Professor: *E em relação à outra figura, por que você a relaciona com um círculo?*
- Estudante: *Porque na maioria das imagens de referência de relógios de pêndulo que eu olhei, o pêndulo tem uma forma circular e, bem, a figura geométrica com a qual eu poderia construí-lo era um círculo.*

A resposta do estudante mostra como ele relaciona as propriedades espaciais da parte inferior do pêndulo com um círculo, objeto geométrico que melhor representa a forma da peça em sua perspectiva.

### **Considerações Finais**

Este trabalho representa uma primeira tentativa de caracterizar a matematização horizontal na Elaboração de Simuladores com GeoGebra. Na experiência de simulação específica exposta, o estudante faz uma mudança em sua interpretação do esboço ao representar a realidade de um ponto de vista mais matemático. Nesse sentido, o estudante recompõe as formas e figuras presentes no esboço, associando-as a um conjunto de objetos geométricos que lhe eram familiares e ideais para representar as peças trabalhadas. Além disso, notou-se que o surgimento dos modelos geométricos associados à peça dependeu, em grande medida, da teoria geométrica conhecida pelo estudante e da mediação do professor de aprendizagem, que nesta experiência cumpriu vários papéis, um dos quais estas consistiam em validar os modelos matemáticos e orientar o estudante (através de questões específicas) a promover um processo de matematização horizontal mais robusto.

Outra característica da matematização horizontal é que dela emergem tipos de modelos geométricos. Porque, por um lado, essa experiência evidenciou o surgimento de um modelo “composto”, ou seja, um modelo matemático formado por mais de um objeto geométrico ao mesmo tempo. Neste sentido, este tipo de modelo revelou-se na interpretação do esboço associado ao Escape de Âncora, quando o estudante evocou os objetos pentágono e hexágono para a sua representação na vista gráfica do GeoGebra. E, por outro lado, outras experiências de matematização mostram o surgimento de modelos “únicos” ou “singulares”, ou seja, modelos que surgem da identificação de um único objeto geométrico capaz de representar todo o desenho no esboço. Vale ressaltar que este último não foi evidenciado na experiência apresentada neste trabalho.

Na experiência descrita, há indícios de que a Elaboração de Simuladores com GeoGebra é uma atividade apoiada na matematização horizontal. Embora, pelo tipo de estudo só apresentar um caso, precisaríamos de posteriores estudos para esta inferência ganhar força epistemológica para teorizar e generalizar este processo de criação de modelos.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da **Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará (FAPESPA)** e da **Universidade Federal do Pará**.

## Referencias

- CASTILLO, L. A.; GUTIÉRREZ, R. E; SÁNCHEZ, I. C. O uso do comando sequência na Elaboração de Simuladores com o software GeoGebra. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 106–119, 2020. <https://doi.org/10.23925/2020.v9i3p106-119>
- BLUM, W.; BORROMEO, R. Mathematical Modelling: Can it be taught and learnt? **Journal of Mathematical Modelling and Application**, v. 1, n. 1, 45-58, 2009
- BU, L.; SPECTOR, J. M.; HACIOMEROGLU, E. S. Toward model-centered mathematics learning and instruction using GeoGebra: A theoretical framework for learning mathematics with understanding. In L. BU; R. SCHOEN (Eds.), **Model-Centered Learning: Pathways to Mathematical Understanding Using GeoGebra**, pp. 13-40. Netherlands: Sense Publishers, 2011
- CASTILLO, L. A.; PRIETO, J. L. El uso de comandos y guiones en la elaboración de simuladores con GeoGebra. **UNIÓN**, n. 52, p. 250-262, 2018.
- CLARK, D.; NELSON, B.; SENGUPTA, P.; D' ANGELO, C. **Rethinking science learning through digital games and simulations: Genres, examples, and evidence**. Learning science: Computer games, simulations, and education workshop sponsored by the National Academy of Sciences. *Anais [...]*, Washington, DC: 2009.
- DE LANGE, J. Using and applying mathematics in education. In A. J. BISHOP, K. CLEMENTS; C. KEITEL; J. KILPATRICK; C. LABORDE (Eds.), **International handbook of mathematics education**, pp. 49-97, Netherlands: Kluwer, 1996
- FIORITI, G. Prólogo. En R. Ferragina (Ed.), **GeoGebra entra al aula de matemática**. Buenos Aires: Miño y Davila, 2012
- FONT, V. Problemas en un contexto cotidiano. **Cuadernos de pedagogía**, n. 355, 52-54, 2006
- FREUDENTHAL, H. **Revisiting mathematics education. China lectures**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991
- GUTIÉRREZ, R.; CASTILLO, L. A. Simuladores com o software GeoGebra como objetos de aprendizagem para o ensino da física. **Tecné Episteme y Didaxis: TED**, [S. l.], n. 47, p. 201–216, 2020. <https://doi.org/10.17227/ted.num47-11336>

- HERSHKOWITZ, R. **Acerca del razonamiento en geometría**. Traducción de Hernández, V. & Villalba, M. PMME-UNISON, 2001
- HEUVEL-PANHUIZEN, M.; DRIJVERS, P. Realistic Mathematics Education. In S. LERMAN (Ed.), **Encyclopedia of Mathematics Education**, pp. 521-525, Dordrecht: Springer, 2014
- HOHENWARTER, M. GeoGebra — didaktische Materialien und Anwendungen für den Mathematikunterricht. **Journal für Mathematik-Didaktik**, [S. l.], v. 28, n. 1, p. 76–77, 2007. <https://doi.org/10.1007/BF03339335>.
- LABORDE, C. Cabri-geómetra o una nueva relación con la geometría. En L. PUIG. (Ed.), **Investigar y Enseñar. Variedades de la Educación Matemática**, pp. 33-48, México: Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V., 1997
- MASON, J. Questioning in Mathematics Education. In S. LERMAN (ed.), **Encyclopedia of Mathematics Education**, pp. 513-519, Dordrecht: Springer, 2014
- PARRA, H. El necesario pero difícil diálogo entre la matemática escolar y la realidad de los estudiantes. En R. Flores (Ed.), **Acta Latinoamericana de Matemática Educativa**, Vol. 28, pp. 137-144. Distrito Federal, México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C., 2015
- PRIETO, J. L.; GUTIÉRREZ, R. E. *Memorias del I Encuentro de Clubes GeoGebra del Estado Zulia*. Maracaibo: A. C. Aprender en Red, 2015
- SERRES, Y. Perspectivas de la educación matemática en Venezuela para el siglo XXI. En X. Martínez & P. Camarena (Eds.), **La educación matemática en el siglo XXI**, pp. 297-318. Mexico: Coordinación Editorial de la Secretaría Académica, Unidad Profesional “Adolfo López Mateos”, 2015
- RUBIO, L.; PRIETO, J. L.; ORTIZ, J. La matemática en la simulación con GeoGebra. Una experiencia con el movimiento en caída libre. **International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)**, n. 2, 90-111, 2016
- TREFFERS, A. (1987). **Three dimensions. A model of goal and theory description in Mathematics Education: The Wiskobas Project**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1987
- VASCO, C. El pensamiento variacional, la modelación y las nuevas tecnologías. En C. VASCO (Ed.), **Didáctica de las matemáticas: artículos selectos**, pp. 134-148. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, 2006
- SÁNCHEZ, I. C.; SÁNCHEZ-N, I. Elaboración de un simulador con GeoGebra para la enseñanza de la física. El caso de la ley de coulomb. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 40–56, 2020. <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i2.9557>

**Autores:**

**Luis Andrés Castillo Bracho**

Doutorando em Educação em Ciências e Matemáticas com bolsa de estudo da FAPESPA (2021-2025/ Edital 14/2021 PROPESP-UFPA) no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas (PPGECM) do Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI) da Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Educação em Ciências e Matemáticas - área de concentração: Educação Matemática - (PPGECM/UFPA) com bolsa de estudo da CAPES (2018-2020). Graduado em Licenciatura em Educação Matemática e Física pela Universidade do Zulia, Venezuela (2011-2016). Atualmente é Professor Convidado na Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Arraias, no Curso de Licenciatura em Matemática. Membro do Grupo de Pesquisa Práticas Socioculturais e Educação Matemática (GPSEM/UFPA). Pesquisador nível A-1 no Programa de Estímulo à Pesquisa e Inovação da Venezuela (2015 - Atual). Pertence ao corpo Editorial de periódicos nacionais e internacionais, como parte do Conselho Consultivo, Equipe Técnica e Parecerista ad hoc. Possui experiência na área de Educação Matemática com ênfase em: Formação de Professores com Tecnologias Digitais, Ensino de Matemática com Tecnologias Digitais, Uso do GeoGebra no Ensino da Matemática, Modelagem Matemática com GeoGebra.

**Correo electrónico:** [luiscastleb@gmail.com](mailto:luiscastleb@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5174-9148>

**Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/4358821746569093>

**Ivonne C. Sánchez S.**

Doutoranda em Educação em Ciências e Matemáticas com bolsa de estudo da FAPESPA (2021-2025/ Edital 14/2021 PROPESP-UFPA) no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas (PPGECM) do Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI) da Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Educação em Ciências e Matemáticas - área de concentração: Educação Matemática - (PPGECM/UFPA) com bolsa de estudo da CAPES (2018-2020). Graduada em Licenciatura em Educação Matemática e Física pela Universidade do Zulia, Venezuela (2011-2016). Membro do Grupo de Pesquisa Práticas Socioculturais e Educação Matemática (GPSEM/UFPA). Pesquisadora nível A-2 no Programa de Estímulo à Pesquisa e Inovação da Venezuela (2015 - Atual). Possui experiência na área de Educação Matemática com ênfase em: Formação de Professores com Tecnologias Digitais, Ensino de Matemática com Tecnologias Digitais, Uso do GeoGebra no Ensino da Matemática.

**Correo electrónico:** [ivonne.s.1812@gmail.com](mailto:ivonne.s.1812@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2485-1059>

**Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/9964399535972053>