GEOGEBRA E FOTOGRAFIA NO CONCURSO FOTOGEBRA: MOTIVAÇÃO, OLHAR GEOMÉTRICO E REPRESENTAÇÕES ESPACIAIS

GEOGEBRA AND PHOTOGRAPHY IN THE FOTOGEBRA COMPETITION: MOTIVATION, GEOMETRIC PERSPECTIVE, AND SPATIAL REPRESENTATIONS

GEOGEBRA Y LA FOTOGRAFÍA EN EL CONCURSO FOTOGEBRA: MOTIVACIÓN, PERSPECTIVA GEOMÉTRICA Y REPRESENTACIONES ESPACIALES

10.56238/IIMultiCientifica-169

Savio Oliveira Vieira
Mestre Profissional em Matemática
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)
E-mail: saviomatematica@gmail.com

Fernando dos Santos Silva
Doutor em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial
Instituição: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)
E-mail: fssilva@uesb.edu.br

Rubens Pedroso Nogueira Junior
Mestre Profissional em Matemática
Instituição: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)
E-mail: rubens.junior@enova.educacao.ba.gov.br

Sebastiana de Souza Borges
Mestre Profissional em Matemática
Instituição: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)
E-mail: ana.brumado@gmail.com

Gustavo Prates de Oliveira
Mestre Profissional em Matemática
Instituição: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)
E-mail: gpratesouro@gmail.com

Nathan Lopes dos Santos
Mestre Profissional em Matemática
Instituição: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)
E-mail: nathanlopes.emcristo@gmail.com

Robson da Silva Souza
Mestre Profissional em Matemática
Instituição: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)
E-mail: borsilva@gmail.com

RESUMO
Este estudo de caso analisou como a participação no Concurso FotoGebra mobilizou a motivação, o olhar geométrico e a coordenação de representações de Geometria Espacial, bem como os obstáculos encontrados por estudantes do 3º ano do Ensino Médio. Participaram 16 estudantes de uma escola pública. A sequência didática envolveu fotografar objetos cotidianos e modelá-los no GeoGebra. Questionários, depoimentos e produções estudantis foram examinados por análise de conteúdo, com apoio de percentuais descritivos. O GeoGebra favoreceu a relação entre objeto fotografado, construção geométrica e cálculo de área e volume. Persistiram confusões entre circunferência e círculo e dificuldades com o volume da esfera. A maioria das produções associou o objeto a um sólido padrão; poucas apresentaram reconstrução geométrica deliberada. As avaliações foram positivas, mas a participação teve motivações diversas. No contexto investigado, a proposta favoreceu a coordenação de representações, contribuindo para o ensino de Geometria Espacial.

Palavras-chave: Geometria Espacial. GeoGebra. Fotografia. Concurso FotoGebra. Ensino de Matemática.

ABSTRACT
This case study examined how participation in the FotoGebra Contest shaped motivation, geometric observation, and the coordination of Solid Geometry representations, as well as the obstacles encountered by third-year high school students. Sixteen students from a public school participated. The teaching sequence involved photographing everyday objects and modeling them in GeoGebra. Questionnaires, interviews, and student work were examined through content analysis supported by descriptive percentages. GeoGebra helped students connect photographed objects, geometric constructions, and area and volume calculations. Confusion between circumference and circle and difficulties with the volume of a sphere persisted. Most entries matched objects to standard solids; fewer showed deliberate geometric reconstruction. Student evaluations were positive, although their reasons for participating varied. In this case study, the proposal supported the coordination of representations and offered a way to teach Solid Geometry.

Keywords: Solid Geometry. GeoGebra. Photography. FotoGebra Contest. Mathematics Education.

RESUMEN
Este estudio de caso analizó cómo la participación en el Concurso FotoGebra movilizó la motivación, la mirada geométrica y la coordinación de representaciones de Geometría Espacial, así como los obstáculos de estudiantes del tercer año de Educación Secundaria. Participaron 16 estudiantes de una escuela pública. La secuencia didáctica consistió en fotografiar objetos cotidianos y modelarlos en GeoGebra. Cuestionarios, testimonios y producciones estudiantiles se examinaron mediante análisis de contenido, apoyado en porcentajes descriptivos. GeoGebra favoreció la relación entre el objeto fotografiado, la construcción geométrica y los cálculos de área y volumen. Persistieron confusiones entre circunferencia y círculo y dificultades con el volumen de la esfera. La mayoría de las producciones relacionó el objeto con un sólido estándar; pocas mostraron una reconstrucción geométrica deliberada. Las evaluaciones fueron positivas, aunque las motivaciones para participar variaron. La propuesta favoreció la coordinación de representaciones y la enseñanza de la Geometría Espacial en este caso.

Palabras clave: Geometría Espacial. GeoGebra. Fotografía. Concurso FotoGebra. Enseñanza de las Matemáticas.



1 INTRODUÇÃO

O ensino de Geometria Espacial no Ensino Médio ainda representa um desafio para professores e estudantes, especialmente quando os conceitos são apresentados de forma predominantemente abstrata e desvinculada das experiências cotidianas dos educandos. Embora prismas, pirâmides, cilindros, cones e esferas estejam presentes em objetos, construções, embalagens, utensílios e diferentes situações da vida diária, muitos estudantes demonstram dificuldade em reconhecer essas formas no espaço ao seu redor e em relacioná-las aos conceitos matemáticos estudados em sala de aula. Nesse sentido, a Base Nacional Comum Curricular destaca a importância de consolidar e ampliar as aprendizagens geométricas, favorecendo a interpretação, a representação e a análise de formas presentes em diferentes contextos (Brasil, 2018).

A aprendizagem em Geometria pode ser fortalecida quando os estudantes são convidados a observar, registrar e interpretar o espaço em que vivem. Santos e Nacarato (2021) apontam que práticas que aproximam a Geometria do cotidiano favorecem a construção de significados, pois permitem ao estudante perceber que os conceitos matemáticos não se restringem ao livro didático ou à exposição do professor, mas estão presentes nas relações espaciais, nas imagens, nos objetos e nas situações concretas que compõem sua realidade.

Nesse contexto, o uso de tecnologias digitais tem ampliado as possibilidades de abordagem da Matemática escolar, favorecendo práticas pedagógicas mais investigativas, visuais e interativas. Borba et al. (2020) ressaltam que as tecnologias digitais modificam os modos de produção do conhecimento matemático, ao possibilitarem novas formas de experimentação, representação e comunicação de ideias. Entre essas tecnologias, o GeoGebra se destaca por permitir a construção, manipulação e visualização de objetos matemáticos em ambientes dinâmicos, contribuindo para que os estudantes explorem propriedades geométricas, formulem conjecturas e relacionem diferentes representações de um mesmo conceito (GeoGebra, [20--]).

Além das tecnologias digitais, práticas contextualizadas podem contribuir para aproximar o conhecimento matemático da realidade dos estudantes. A fotografia, nesse sentido, constitui um recurso potente para o ensino de Geometria, pois estimula o olhar investigativo sobre o cotidiano e permite que os educandos identifiquem formas, padrões e estruturas geométricas presentes em seu entorno. Tavares (2016) defende que o uso da fotografia em atividades de Geometria pode favorecer o reconhecimento de formas no ambiente e a construção de relações entre conceitos escolares e situações reais.

Quando articulada ao GeoGebra, a fotografia deixa de ser apenas um registro visual e passa a integrar um processo de modelagem, análise e interpretação matemática. Essa articulação é explorada em propostas como o FotoGebra, nas quais os estudantes fotografam elementos do cotidiano, identificam conceitos matemáticos e utilizam o software para representar, modelar ou analisar tais

situações. Rizzo (2020) destaca que a combinação entre fotografia e GeoGebra favorece o desenvolvimento de competências digitais e matemáticas, ao incentivar a criatividade, a investigação e a leitura matemática do mundo.

Com base nessa perspectiva, este artigo apresenta um recorte de uma pesquisa desenvolvida com estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual, por meio da realização do Concurso FotoGebra. A proposta integrou fotografia, Geometria Espacial e o uso do software GeoGebra, buscando promover uma aprendizagem mais significativa, dinâmica e contextualizada. Durante a experiência, os estudantes foram convidados a fotografar objetos do cotidiano, reconhecer neles conceitos geométricos e realizar modelagens no GeoGebra, relacionando teoria e prática.

A investigação, desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT), configura-se como um estudo de caso (Ponte, 2006): é predominantemente qualitativa, apoiada por dados quantitativos descritivos, tendo como instrumentos de produção de dados questionários, depoimentos breves orientados por roteiro e as produções fotográficas e geométricas dos próprios estudantes. Os percentuais dos questionários descrevem tendências de adesão e avaliação da proposta, sem sustentar inferência estatística ou constituir, por si sós, evidência de aprendizagem. Ainda assim, indicam boa aceitação: todos os participantes afirmaram ter gostado de estudar Geometria Espacial com o uso do GeoGebra, a maioria declarou que o software facilitou a aprendizagem, e grande parte relacionou a atividade de fotografar objetos do cotidiano à identificação da Geometria Espacial em seu entorno.

Diante disso, este artigo tem como objetivo analisar como a participação no Concurso FotoGebra mobilizou a motivação, o olhar geométrico e a coordenação de representações de Geometria Espacial em estudantes do 3º ano do Ensino Médio, e que obstáculos emergiram nesse processo. Busca-se, assim, discutir de que modo práticas pedagógicas mediadas por tecnologias digitais e vinculadas ao cotidiano podem contribuir para o ensino e a aprendizagem da Matemática na Educação Básica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 VISUALIZAÇÃO E REPRESENTAÇÃO EM GEOMETRIA ESPACIAL

Reconhecer um prisma em uma embalagem, distinguir um cilindro de um cone ou interpretar altura, base, face e aresta exige olhar, comparar, abstrair, representar e justificar. Por isso, a visualização não é tratada aqui como etapa preliminar, mas como parte constitutiva da aprendizagem geométrica — o que dialoga com a competência da BNCC de utilizar diferentes registros de representação (Brasil, 2018; Simonetti; Moretti, 2021).

Na Teoria dos Registros de Representação Semiótica, Duval (2003) sustenta que os objetos matemáticos não são diretamente acessíveis à percepção e só se tornam pensáveis por meio de

representações — figuras, símbolos, linguagem natural —, que não se confundem com o objeto. Duas transformações são centrais: o tratamento, interno a um registro, e a conversão, entre registros; a compreensão depende de coordená-los.

Essa distinção é decisiva quando o ponto de partida é um objeto cotidiano: modelar uma lata como cilindro implica desconsiderar rótulo, espessura e imperfeições e considerar bases circulares, raio e altura. A noção de conceito figural de Fischbein (1993) formula esse ponto — os objetos geométricos articulam componentes figurais e conceituais, e suas propriedades ideais não se confundem com suas manifestações empíricas —, e no caso tridimensional soma-se a dificuldade de reconstruir relações espaciais a partir de representações planas (Gutiérrez, 1996).

Na experiência analisada, o estudante parte de um objeto físico, produz dele uma fotografia bidimensional e constrói, em seguida, uma representação tridimensional no GeoGebra (Esquema 1); cada passagem altera as condições de visualização, pois a fotografia preserva certos aspectos e restringe outros, conforme enquadramento e ângulo, e a construção digital não recupera o objeto fotografado, mas produz uma representação orientada por propriedades matemáticas.

Esquema 1 – Percurso epistemológico no FotoGebra



Fonte: elaboração dos autores.

A teoria de Duval oferece ainda a noção de apreensões figurais. Cassoli e Moran (2025), ao analisarem tarefas de Geometria com estudantes do Ensino Fundamental, distinguem a apreensão perceptiva (reconhecimento das características da figura), a operatória (reorganizações possíveis), a sequencial (etapas de construção) e a discursiva (articulação a propriedades e enunciados) — e observam que a perceptiva, isolada, não garante aprendizagem. Transposta à Geometria Espacial, a ideia indica que um estudante pode associar uma embalagem a um cilindro por aspectos perceptivos, sem mobilizar raio, altura ou as relações necessárias ao cálculo de área e volume — o que esta pesquisa examina diretamente nas produções (seção 4). Moran et al. (2024), ao analisarem exercícios sobre

prismas em livros didáticos, mostram que mesmo esse trabalho já demanda coordenar mais de um registro, o que fundamenta observar, nas produções, as passagens entre construção figural, linguagem natural das situações-problema e registro simbólico de medidas e fórmulas.

2.2 O GEOGEBRA COMO AMBIENTE DE APRENDIZAGEM

Borba et al. (2020) sustentam que as tecnologias digitais participam da produção do conhecimento matemático, reorganizando os modos de experimentar, visualizar, representar e comunicar ideias; Valente (1999) associa o valor pedagógico do computador à construção ativa do conhecimento, o que supõe que o estudante não ocupe a posição de usuário passivo. Nessa perspectiva, o GeoGebra não é tomado aqui como ferramenta que apenas realiza construções, mas como ambiente no qual o estudante age, testa e revê as próprias representações.

Bairral e Barreira (2017) destacam, nos ambientes de geometria dinâmica, a observação do que varia e do que permanece (invariantes) quando as figuras são manipuladas. No caso de sólidos, movimentar a construção é condição para vê-la por inteiro, já que suas faces não podem ser observadas simultaneamente de uma única posição: Koftun e Basniak (2025) associam esses movimentos — rotacionar, reposicionar, ampliar — a habilidades espaciais que ajudam o estudante a validar estratégias e corrigir erros; Bettin e Leivas (2025) descrevem, em outro contexto, a mobilização de registros no GeoGebra da visualização à construção de propriedades. Manipular, portanto, apoia o raciocínio espacial, mas não o substitui: a presença simultânea de registros na tela — construção, medidas, expressões — não garante que o estudante os coordene (Duval, 2003).

A contribuição do software depende, assim, da natureza das tarefas e da mediação docente: cabe ao professor formular perguntas, confrontar interpretações e promover sistematização — “que sólido está representado?”, “o que permanece quando a construção é movimentada?”, “que medidas são necessárias?”, “como justificar que a modelagem corresponde ao objeto fotografado?”. No FotoGebra isso vale de modo particular, pois a construção não parte de um enunciado pronto, mas de uma fotografia escolhida pelo próprio estudante, que precisa interpretar o objeto, decidir que sólido mobilizar, definir medidas plausíveis e validar a aproximação — passagem que pode gerar tanto avanços quanto representações imprecisas, e que por isso é analisada, e não pressuposta, na seção 4.

2.3 FOTOGRAFIA, COTIDIANO E O CONCURSO FOTOGEBRA

Uma fotografia não é um registro neutro da realidade. Fotografar implica escolher o que incluir, o ponto de vista, o enquadramento e a iluminação, produzindo uma imagem bidimensional de uma situação tridimensional — o que, em Geometria Espacial, tem efeitos matemáticos diretos: faces ficam ocultas e segmentos assumem comprimentos aparentes diferentes dos reais. Dubois (1993) mostra que a fotografia foi pensada ora como espelho do real, ora como construção codificada, ora como traço de

uma situação real; nenhuma dessas leituras a torna transparente. Por isso ela não é tratada aqui como registro de representação semiótica no sentido estrito de Duval (2003), e sim como representação visual mediadora, a partir da qual podem ser produzidas interpretações matemáticas.

Na Educação Matemática, a fotografia tem sido mobilizada além da ilustração: Santos e Nacarato (2021) discutem-na como recurso de aprendizagem em Geometria; Rovetta e Silva (2020) e Sá e Rovetta (2021) descrevem experiências com fotografia no estudo de perspectiva e Geometria Espacial no Ensino Médio; Carvalho e Dalcin (2025), com estudantes do 2º ano, identificam elementos matemáticos que emergem tanto do que aparece nas imagens quanto do próprio ato de fotografar. Esses trabalhos convergem num ponto que orienta este estudo: é preciso distinguir ver uma forma na fotografia de interpretá-la geometricamente. Uma garrafa pode lembrar um cilindro, mas o olhar matemático não está dado na imagem — constrói-se quando o estudante seleciona propriedades, nomeia elementos e justifica a associação (Fischbein, 1993). A fotografia adquire sentido pedagógico quando deixa de ser ilustração e passa a integrar uma situação de investigação, com perguntas, critérios e mediação docente.

O Concurso FotoGebra foi criado em 2016, em Quilmes (Argentina), para despertar o interesse pela Matemática presente no entorno: a partir de uma fotografia, os participantes elaboram uma situação-problema, modelizam-na e a resolvem com o GeoGebra, sendo avaliados por um júri segundo rubrica (Rizzo, 2021). Nesta pesquisa, o concurso foi adaptado a uma escola pública, com participação voluntária de estudantes do 3º ano; cada trabalho reuniu fotografia, modelagem e situação-problema, avaliados sem identificação dos autores. O que faz do concurso uma estratégia pedagógica, e não apenas uma competição, é a cadeia de decisões que exige: observar o cotidiano, escolher e fotografar um objeto, interpretar sua forma, reconstruí-lo geometricamente, formular um problema e comunicar a ideia matemática — a competição pode ter atuado como fator de motivação, mas não esgota o sentido formativo da proposta, hipótese examinada a seguir.

2.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Na Teoria da Aprendizagem Significativa, Ausubel (2003) indica que a aprendizagem depende de o material ser relacionável, de modo não arbitrário, aos conhecimentos prévios do aprendiz (ancoragem em subsunçores) e de o aprendiz ter disposição para aprender. Organizadores prévios — materiais introdutórios de maior generalidade que servem de ponte entre o que o aluno sabe e o que precisa saber — não foram elaborados nesse sentido estrito nesta pesquisa, e por isso o conceito não é usado como categoria analítica; aproveitam-se, sim, a retomada de conhecimentos prévios, cujo papel é examinado nas etapas “É hora de relembrar” da sequência didática (seção 3.3), e a disposição para aprender, que aproxima a teoria da motivação.

A motivação é o principal objeto dos dados de questionário e, por isso, precisa ser definida: adota-se a Teoria da Autodeterminação, que distingue componentes intrínsecos e extrínsecos e associa sua promoção às necessidades de autonomia, competência e vínculo (Ryan; Deci, 2000; Guimarães; Boruchovitch, 2004). Neste estudo, motivação é entendida como o engajamento sustentado com as etapas da proposta — fotografar, modelar, formular o problema, inscrever o trabalho — e a disposição declarada para estudar Geometria e participar de propostas semelhantes. O concurso reúne elementos de regulação extrínseca (competição, avaliação externa, premiação) e elementos associados à autonomia (escolha do objeto, autoria da fotografia e do problema) e à competência (o desafio de modelar e comunicar); quais desses elementos aparecem nos dados é questão empírica, examinada na seção 4.1.

As respostas de questionário sobre o que os estudantes acharam da proposta são tratadas como avaliações declaradas, que informam adesão e opinião, mas não constituem, por si sós, evidência de aprendizagem matemática. O que se entende por olhar geométrico — a capacidade de reconhecer formas espaciais no cotidiano e distinguir aparência visual de propriedades geométricas — é analisado nas produções e justificativas dos estudantes, e não em suas opiniões sobre elas.

2.5 CATEGORIAS ANALÍTICAS DERIVADAS DO REFERENCIAL

Do referencial derivam as categorias do Quadro 1, definidas a priori e refinadas na leitura dos dados (seção 3.5). São categorias analíticas, e não tópicos: cada uma organiza dados de mais de uma fonte a partir de um conceito teórico e inclui, explicitamente, erros, dificuldades e opiniões divergentes.

Quadro 1 – Categorias de análise, fundamentos e indicadores

Categoria	Fundamento teórico	Indicadores nos dados
1. Motivação e engajamento	Guimarães e Boruchovitch (2004); Ryan e Deci (2000); Ausubel (2003)	Adesão às etapas (fotografar, modelar, formular o problema, inscrever); interesse, desafio e persistência mencionados; referências à criatividade, à autoria e à competição.
2. Olhar geométrico sobre o cotidiano	Fischbein (1993); Dubois (1993); Rovetta e Silva (2020); Carvalho e Dalcin (2025)	Escolha do objeto e enquadramento; sólido identificado; distinção entre aparência visual e propriedades geométricas; justificativa da associação.
3. Coordenação de representações	Duval (2003); Moran et al. (2024)	Passagens entre construção figural, linguagem natural e registro simbólico; tratamentos e conversões realizados; coerência entre eles.
4. Mediação tecnológica e docente	Borba et al. (2020); Valente (1999); Bairral e Barreira (2017); Koftun e Basniak (2025)	Uso de rotação, reposicionamento e medidas; comandos utilizados; dificuldades com o ambiente; intervenções do professor e seus efeitos.
5. Evidências de aprendizagem matemática	Cassoli e Moran (2025); Ausubel (2003)	Identificação correta de sólidos e propriedades; cálculos de área e volume; pertinência da situação-problema; justificativas.
6. Obstáculos e conflitos de representação	Fischbein (1993); Gutiérrez (1996)	Erros e imprecisões na modelagem; confusão entre objeto físico e sólido ideal; dificuldades na construção 3D; críticas e opiniões divergentes.

Fonte: elaboração dos autores.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

3.1 NATUREZA DA PESQUISA E QUESTÃO ORIENTADORA

Este artigo apresenta um recorte de uma pesquisa desenvolvida no Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT). A questão orientadora é: como a participação no Concurso FotoGebra se manifesta na motivação e no engajamento, no olhar geométrico, na coordenação de representações, na mediação tecnológica e docente e nas evidências de aprendizagem matemática, e que obstáculos emergem nesse processo? O objetivo é analisar essas seis dimensões a partir das produções, dos depoimentos e das avaliações declaradas dos participantes.

A pesquisa é predominantemente qualitativa, apoiada por dados quantitativos descritivos: mais do que medir resultados generalizáveis, busca-se compreender como um grupo específico se envolveu com uma proposta que articulou fotografia, GeoGebra e Geometria Espacial. Configura-se como estudo de caso (Ponte, 2006), pois examina uma experiência situada, em escola pública, com estudantes inscritos voluntariamente. Frequências e percentuais dos questionários descrevem tendências de adesão, familiaridade e avaliação da experiência, mas não sustentam inferência

estatística nem são tomados como evidência de aprendizagem; esta é buscada nas produções e nas falas.

3.2 CONTEXTO E PARTICIPANTES

A pesquisa foi realizada em uma escola da rede pública estadual, com estudantes do 3º ano do Ensino Médio do turno matutino, etapa em que os conteúdos de Geometria Espacial integram a formação matemática. O concurso foi divulgado nas três turmas do turno, com participação voluntária. Das 63 matrículas, 16 estudantes se inscreveram e participaram (25,4%), distribuídos conforme a Tabela 1; oito tinham 17 anos e oito, 18 anos.

Tabela 1 – Adesão ao Concurso FotoGebra por turma

Turma	Estudantes matriculados	Participantes	Adesão (%)
3º A	22	9	40,9
3º B	23	4	17,4
3º C	18	3	16,7
Total	63	16	25,4

Fonte: dados da pesquisa (2024).

O questionário inicial mostrou um grupo heterogêneo: 56,3% declararam conhecer o GeoGebra e 43,8%, não, mas 75% nunca o haviam utilizado, o que indicou que a sequência didática não poderia pressupor domínio do ambiente. Setenta e cinco por cento declararam gostar de estudar Geometria Espacial e de fotografar; 56,3% concordaram que identificam a Geometria Espacial com facilidade no cotidiano, 18,8% concordaram parcialmente e 25% discordaram.

Como a participação foi voluntária, o grupo é autosselecionado e possivelmente mais inclinado à tecnologia, à fotografia ou a atividades diferenciadas do que o conjunto das turmas, o que limita a generalização dos resultados (ver Considerações Finais). A adesão proporcionalmente maior no 3º A não foi investigada quanto às suas razões. A pesquisa foi autorizada pela direção da escola; os estudantes assentiram e seus responsáveis consentiram com a participação. Para preservar a identidade, produções e falas são identificadas por códigos (Aluno A, Aluno B etc.), atribuídos por excerto; assim, a mesma letra não corresponde necessariamente ao mesmo estudante em excertos diferentes.

3.3 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA PEDAGÓGICA

A proposta foi organizada em torno do Concurso FotoGebra e desenvolveu-se em etapas sucessivas (Figura 1): sequência didática, fotografia do cotidiano, modelagem no GeoGebra com elaboração de situação-problema e inscrição das produções.

Figura 1 – Percurso pedagógico adotado na proposta



Fonte: elaboração dos autores.

Antes da inscrição, os estudantes responderam a um questionário diagnóstico e receberam Chromebooks da escola, acessando o GeoGebra Classic com e-mails institucionais; o professor apresentou as principais ferramentas do software, considerando a pouca familiaridade do grupo. A sequência didática teve cinco momentos, um para cada sólido — prisma, pirâmide, cilindro, cone e esfera —, cada um em duas partes: em "É hora de relembrar", retomavam-se conhecimentos prévios por meio de perguntas, identificação de sólidos e comparação de características; em "É hora de construir", os estudantes construíam o sólido no GeoGebra, seguindo-se atividades de exploração, cálculo e verificação. O Quadro 2 sintetiza os momentos.

Quadro 2 – Síntese da sequência didática

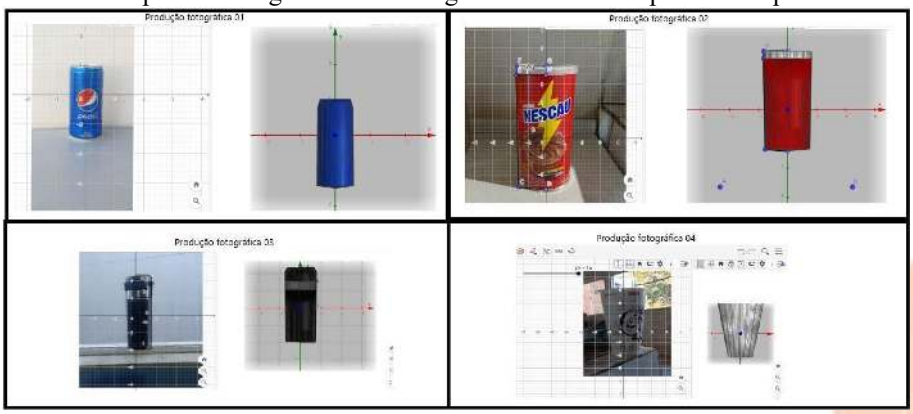
Momento (sólido)	**Objetivos matemáticos**	**Tarefas e recursos no GeoGebra**
1 – Prismas	Definir prismas retos, oblíquos e regulares; identificar bases, faces laterais, arestas e vértices; calcular áreas da base, lateral e total e o volume.	Definição, exemplos e não exemplos; comparação entre prismas; construção e planificação (polígono regular, prisma, rotação, zoom, medida e área).
2 – Pirâmides	Definir pirâmides e pirâmides regulares; identificar base, faces laterais, altura e apótema; relacionar prisma e pirâmide; calcular área e volume.	Identificação e comparação; construção; decomposição de prisma triangular em pirâmides; problema contextualizado.
3 – Cilindros	Conceituar sólidos de revolução; definir cilindro de revolução; calcular áreas lateral e total e o volume.	Definição e exemplos; construção e manipulação; análise de raio, altura e bases.
4 – Cones	Definir cone de revolução; identificar raio, altura e geratriz; calcular áreas lateral e total e o volume.	Definição e situações do cotidiano; comparação com o cilindro; construção; problema contextualizado.
5 – Esferas	Definir esfera como sólido de revolução; relacionar cortes planos; calcular área da superfície e volume.	Retomada do conceito; discussão sobre volume; seções planas; construção e exploração.

Fonte: dados da pesquisa (2024).

A sequência buscou evitar que a fotografia fosse usada apenas como ilustração: identificar um objeto cotidiano como semelhante a um prisma ou cilindro era etapa inicial; a aprendizagem esperada envolvia analisar propriedades, distinguir objeto físico de sólido ideal, construir representações digitais e elaborar argumentos matemáticos. A mediação do professor consistiu em apresentar as ferramentas, orientar a leitura dos comandos, acompanhar as construções e retomar coletivamente os conceitos, necessária porque a familiaridade com o GeoGebra era limitada.

Concluída a sequência, os estudantes fotografaram objetos do cotidiano ou levaram objetos físicos a uma oficina de modelagem (8 de agosto de 2024, três aulas), analisando-os e modelando-os no GeoGebra — em algumas produções, com a fotografia inserida como referência visual (Figura 2) — e elaborando uma situação-problema associada ao sólido escolhido. Observaram-se dificuldades, sobretudo na modelagem digital e na formulação das situações-problema: alguns estudantes concluíram com maior autonomia, outros demandaram intervenções mais frequentes. As produções finais foram inscritas por formulário digital, com fotografia, modelagem e situação-problema, e encaminhadas a avaliadores sem identificação dos autores, numeradas de 01 a 16, segundo critérios do edital.

Figura 2 – Exemplos de fotografias e modelagens no GeoGebra produzidas pelos estudantes



Fonte: dados da pesquisa (2024).

3.4 INSTRUMENTOS DE PRODUÇÃO DE DADOS

Foram utilizadas seis fontes de dados: questionário inicial, questionário final, depoimentos breves orientados por roteiro, produções dos estudantes, registros de observação da sequência e da oficina (fotografias das aulas, folhas de atividades e anotações do professor-pesquisador) e planilhas de avaliação do concurso. O Quadro 3 apresenta os instrumentos. As 16 produções, identificadas apenas por número, foram avaliadas por dez professores com formação em Matemática e experiência com o GeoGebra. Cada avaliador atribuiu notas de 4 a 10 a oito critérios: fotografia, estética, originalidade, criatividade, situação-problema, conteúdo matemático, uso do GeoGebra e destaque. As médias por critério foram somadas para classificar os trabalhos. A classificação contextualiza o concurso, mas não é tomada isoladamente como evidência de aprendizagem.

Quadro 3 – Instrumentos de produção de dados

Instrumento	Exemplos de questões ou solicitações	Finalidade
Questionário inicial	"Você conhece o GeoGebra?"; "Com qual frequência você o utiliza?"; "Você gosta de estudar Geometria Espacial?"	Caracterizar os participantes: conhecimentos prévios, familiaridade tecnológica e relação inicial com a Geometria e a fotografia.
Questionário final	"Você gostou de estudar Geometria Espacial com a utilização do GeoGebra?"; "A utilização do GeoGebra facilitou no seu aprendizado?"; respostas abertas e sugestões.	Registrar a avaliação declarada da proposta; as respostas abertas são analisadas qualitativamente.
Depoimento breve orientado por roteiro	"Como foi a sua experiência geral durante o Concurso FotoGebra?"; "Quais foram as principais dificuldades durante a criação do projeto?"	Complementar as demais fontes: sentidos atribuídos, dificuldades e aprendizagens declaradas.
Produções dos estudantes	Fotografia, modelagem ou representação no GeoGebra e situação-problema vinculada ao sólido escolhido.	Fonte central: analisar a mobilização de conceitos geométricos e a coordenação de representações.
Registros de observação	Fotografias das aulas; folhas de atividades; anotações do professor-pesquisador.	Documentar dificuldades, erros e intervenções ao longo do processo.
Planilhas de avaliação do concurso	Notas de dez avaliadores para oito critérios, atribuídas às 16 produções anonimizadas.	Contextualizar a classificação dos trabalhos; não substituir a análise das produções.

Fonte: dados da pesquisa (2024).

O questionário inicial identificou conhecimentos prévios, familiaridade com o GeoGebra e interesse por Geometria Espacial e fotografia; o final, aplicado após a proposta, abordou a avaliação da experiência, a contribuição do software, o papel da fotografia e a motivação gerada pelo concurso. Os depoimentos breves, orientados por roteiro, foram colhidos em 7 de novembro de 2024 com 14 dos 16 participantes; dois estudantes não compareceram por motivos pessoais. São usados como complemento às produções, e não como fonte principal de aprofundamento. As produções constituem a fonte central de análise, por permitirem observar a passagem entre fotografia, modelagem no GeoGebra e situação-problema.

3.5 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS

A análise seguiu a análise de conteúdo de Bardin (2011), em três etapas: pré-análise (organização dos dados por fonte e leitura flutuante), exploração do material (definição de indicadores ligados ao referencial e codificação dos trechos) e tratamento e interpretação, em que os dados foram triangulados. A unidade de registro adotada foi o trecho de resposta ou fala com sentido completo e, nas produções, cada componente (fotografia, modelagem, situação-problema).

As categorias foram definidas predominantemente a priori, a partir do referencial (Quadro 1), e refinadas durante a leitura para contemplar aspectos emergentes dos depoimentos e das produções;

como categorias analíticas, cada uma responde a um conceito teórico, e não a um tema solto ("GeoGebra", "fotografia"). O Quadro 4 ilustra o procedimento com trechos dos depoimentos.

Quadro 4 – Exemplos ilustrativos de codificação

Trecho (fonte)	Indicador	Categoria
Uso inicial do GeoGebra foi "um pouquinho complicado", mas ficou mais fácil com o tempo (depoimento)	Dificuldade inicial com o ambiente, superada ao longo da sequência	Mediação tecnológica e docente; Obstáculos e conflitos de representação
"a geometria está ao nosso redor a todo tempo" (depoimento)	Reconhecimento de formas espaciais em objetos do entorno	Olhar geométrico sobre o cotidiano
Compreender a Geometria de forma "mais legal", não apenas por cálculos, mas pela criação de objetos (depoimento)	Interesse associado à criação e à autoria	Motivação e engajamento

Fonte: dados da pesquisa (2024).

As produções foram analisadas segundo critérios qualitativos: coerência entre a fotografia e o sólido identificado, adequação da modelagem, reconhecimento dos elementos do sólido, uso de propriedades geométricas, pertinência da situação-problema, clareza da comunicação matemática e presença de dificuldades ou inconsistências — lidos com as apreensões figurais (Cassoli; Moran, 2025): a perceptiva, no reconhecimento do sólido; a sequencial, na organização das etapas; a operatória, nas modificações feitas sobre a construção; e a discursiva, na articulação a propriedades, medidas e situação-problema.

A triangulação (Flick, 2009) busca evitar que percentuais sejam lidos isoladamente: cada eixo de análise é examinado no questionário, no depoimento e na produção (Quadro 5). O dado de que 87,5% consideraram que o GeoGebra facilitou a aprendizagem, por exemplo, é confrontado com relatos de dificuldade e com a qualidade das construções; quando as fontes divergirem, a divergência é apresentada e discutida, e não resolvida em favor de uma delas.

Quadro 5 – Estratégia de triangulação dos dados

Eixo de análise	Questionário	Depoimento	Produção dos estudantes
Motivação	Percentual que afirmou que o concurso o motivou a estudar.	Falas sobre criatividade, desafio, interesse e desejo de participar de novas propostas.	Grau de envolvimento na entrega de fotografia, modelagem e situação-problema.
GeoGebra e aprendizagem	Percentual que avaliou que o GeoGebra facilitou a aprendizagem.	Relatos sobre facilidade, dificuldade inicial, comandos e construção em 3D.	Qualidade da modelagem, uso de medidas, manipulação do sólido e coerência da representação.
Fotografia e olhar geométrico	Percentual que reconheceu a contribuição da fotografia para perceber a Geometria no cotidiano.	Explicações sobre a escolha do objeto e o reconhecimento de formas no entorno.	Relação entre objeto fotografado, sólido identificado e justificativa matemática.

Aprendizagem e obstáculos	Respostas abertas sobre aprendizagem e sugestões finais.	Exemplos de conceitos aprendidos; dificuldades relatadas.	Propriedades identificadas, situações-problema, cálculos, erros e conflitos de representação.

Fonte: elaboração dos autores.

A codificação envolveu a revisitação dos dados em mais de uma leitura. Para tornar as interpretações rastreáveis, as inferências são acompanhadas por exemplos das respostas e produções e confrontadas entre fontes, inclusive quando as evidências não corroboram uma contribuição positiva da proposta. Esse procedimento não elimina a subjetividade da análise.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados pelas seis categorias do Quadro 1 (seção 2.5), cada uma articulada aos dados do questionário, do depoimento, da sequência didática e das produções, conforme a triangulação do Quadro 5 — organização escolhida porque o interesse da pesquisa está em como esses eixos se relacionam, e não nos instrumentos em si. Os excertos são reproduzidos como registrados, identificados pelos códigos Aluno A, Aluno B etc.; a mesma letra não corresponde necessariamente ao mesmo estudante entre um excerto e outro (seção 3.2).

4.1 MOTIVAÇÃO E ENGAJAMENTO

No questionário final, 100% dos 16 respondentes concordaram que gostaram de estudar Geometria Espacial com o GeoGebra; 87,5% concordaram que o software facilitou o aprendizado (12,5%, parcialmente, sem discordâncias); e 75% concordaram que o concurso os motivou a estudar (25% parcialmente, também sem discordâncias) (Tabela 2). Tomados isoladamente, esses percentuais dizem pouco — descrevem avaliação declarada, e não aprendizagem (seção 2.4) —, mas cruzados com os depoimentos mostram consistência quanto ao envolvimento na proposta como um todo.

Tabela 2 – Avaliação declarada da proposta (questionário final, n = 16)

Afirmação	Concordo	Concordo parc.	Discordo
Gostei de estudar Geometria Espacial com o GeoGebra	100%	0%	0%
O GeoGebra facilitou meu aprendizado	87,5%	12,5%	0%
Fotografar objetos do cotidiano me fez perceber a Geometria Espacial circundante	93,8%	6,2%	0%
O Concurso FotoGebra me motivou a estudar	75%	25%	0%

Fonte: dados da pesquisa (2024).

Nos depoimentos, o engajamento aparece associado menos ao cálculo em si do que à autoria: um estudante descreveu a experiência como algo que se aprende "de uma forma mais legal, mais criativa, não apenas no cálculo, mas em criar os objetos" (Aluno A), formulação que aproxima a motivação relatada de componentes de autonomia e competência, e não apenas de regulação externa pela competição. Outro relato liga o interesse a um desafio pessoal assumido voluntariamente: ao descrever a escolha da lata de achocolatado para sua produção premiada, o autor registrou que "tinha um pouco de dificuldade em manuseá-la no GeoGebra, e queria me propor um desafio" — o obstáculo técnico foi incorporado como parte do interesse pela tarefa, não como fator de desistência.

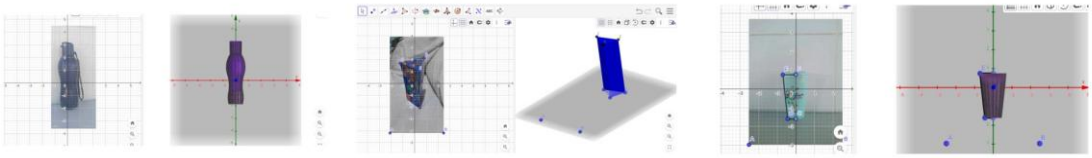
O caráter competitivo também é mencionado, de modo mais instrumental: um estudante afirmou que participaria de uma edição futura "se alguém me convidasse, ou se apenas soubesse pela internet" e que seu objetivo "seria ganhar" — regulação mais extrínseca coexistindo, no mesmo grupo, com relatos ligados à autoria e à criação, o que sugere heterogeneidade de motivos entre os participantes. A adesão desigual entre turmas (40,9% no 3º A, 17,4% no 3º B e 16,7% no 3º C; Tabela 1) é compatível com essa heterogeneidade, ainda que os dados disponíveis não permitam explicá-la.

4.2 OLHAR GEOMÉTRICO SOBRE O COTIDIANO

O reconhecimento de formas espaciais no entorno foi declarado por 93,8% dos respondentes, que concordaram que fotografar objetos do cotidiano os ajudou a perceber a Geometria Espacial circundante (6,2% parcialmente). No questionário inicial, contudo, apenas 56,3% haviam concordado plenamente que já percebiam a Geometria Espacial com facilidade (18,8% parcialmente, 25% discordando; seção 3.2). A comparação entre os dois momentos sugere um efeito da proposta sobre esse reconhecimento, mas não pode ser tratada como evidência de causalidade, pois os instrumentos não são estritamente comparáveis e não houve grupo de comparação.

As produções confirmam esse reconhecimento de modo mais concreto. Os 16 trabalhos inscritos usaram como ponto de partida objetos do cotidiano — entre eles, garrafas, uma lata de achocolatado, uma embalagem de creme dental e um copo — reinterpretados como sólido de revolução, cilindro, prisma triangular e tronco de cone, respectivamente (Figura 3). O trabalho vencedor ilustra que esse reconhecimento pode ir além da associação direta a um sólido-padrão: a garrafa, de contorno curvo, foi modelada por um caminho poligonal ajustado ao contorno da fotografia e girado em torno de um eixo, produzindo uma superfície de revolução fiel ao perfil real do objeto; o segundo colocado descreveu procedimento semelhante com a lata de achocolatado, contornando corpo e tampa e ajustando cores à fotografia original, como tentativa de "recriá-la o mais semelhante possível". Nesses dois casos, o objeto fotografado deixou de ser apenas o gatilho de uma associação para se tornar referência de uma reconstrução geométrica deliberada.

Figura 3 – Exemplos de trabalhos inscritos: garrafa, embalagem de creme dental e copo, modelados no GeoGebra



Fonte: dados da pesquisa (2024).

Os dois trabalhos de destaque em originalidade estendem esse reconhecimento a sólidos não trabalhados na sequência (prisma triangular a partir de uma embalagem de creme dental; tronco de cone a partir de um copo) — este último caso reconhece explicitamente que essa figura "não havia sido diretamente abordada na sequência didática", indicando busca de conhecimento além do ensinado. Examinar as 16 produções, e não apenas as premiadas, qualifica esse reconhecimento (Quadro 6): na maioria — 10 das 16 —, o objeto foi reduzido a um cilindro simples, com raio e altura estimados por régua, sem que o ajuste entre forma real e sólido idealizado fosse questionado; apenas os dois vencedores usaram caminho poligonal para acompanhar o contorno real antes de aplicar a rotação. Essa concentração expõe, de modo concreto, a tensão discutida na seção 2.1 entre objeto físico e sólido idealizado: identificar visualmente "isto parece um cilindro" é uma apreensão perceptiva, e a maioria das produções não foi além dela. Some-se a isso que, no questionário inicial, 25% dos participantes discordaram de que identificavam a Geometria Espacial com facilidade no cotidiano: parte do grupo partia, portanto, de um reconhecimento limitado, e as produções indicam que, para a maioria, esse reconhecimento avançou pouco além da associação perceptiva.

Quadro 6 – Panorama das 16 produções fotográficas inscritas no concurso

Produção	Objeto fotografado	Sólido modelado	Grandeza calculada	Resultado	Observação
01	Latinha de refrigerante	Cilindro	Volume	264,6 ml	Único trabalho a confrontar o resultado com o volume impresso na embalagem (269 ml).
02	Lata de achocolatado	Cilindro (contorno poligonal)	Volume	192π (≈603,19)	2º lugar.
03	Garrafa	Cilindro	Volume em litros	≈1,2 L	Erro de conversão de unidade (seção 4.6).
04	Copo	Tronco de cone	Posição do vértice	3,75 cm	Destaque em originalidade; sólido não trabalhado na sequência didática.
05	Pote (tupperware)	Cilindro	Volume	160π (≈502,65)	—
06	Garrafa	Cilindro	Volume	621,72 cm³	—

07	Embalagem de tempero	Cilindro	Área lateral	75,36 cm²	—
08	Garrafa	Cilindro	Volume	1004,8 cm³	—
09	Copo	Cilindro	Área total	565,2 cm²	Erro na aplicação das fórmulas de área (seção 4.6).
10	Objeto cônico	Tronco de cone	Área total	142,25π (≈446,89)	Pequeno desvio de arredondamento (valor exato: 142,5π).
11	Embalagem de creme dental	Prisma triangular	Área total	≈530 cm²	Destaque em originalidade; erro algébrico no cálculo (seção 4.6).
12	Garrafa de água	Cilindro	Volume	593,46 ≈ 600 cm³	Arredondamento impreciso.
13	Garrafa de água	Cilindro	Volume	480,42 ml	—
14	Lata de leite em pó	Cilindro	Volume	1177,5 cm³	—
15	Caixa	Prisma retangular	Volume	216 cm³	—
16	Garrafa de água	Sólido de revolução (contorno poligonal)	Volume	480,4 ml	1º lugar; contorno poligonal ajustado à fotografia.

Fonte: dados da pesquisa (2024), a partir das produções originais.

4.3 COORDENAÇÃO DE REPRESENTAÇÕES

As passagens entre o registro figural, a língua natural e o registro simbólico puderam ser observadas ao longo da sequência, em atividades de tratamento e de conversão. Um exemplo de conversão: a decomposição de um prisma triangular regular em três pirâmides congruentes — os estudantes construíram o prisma, traçaram diagonais em suas faces, definiram as três pirâmides pelos vértices correspondentes e usaram a ferramenta de volume do GeoGebra para confirmar que tinham volume igual, deduzindo, a partir da construção e não apenas da fórmula, que o volume da pirâmide corresponde a um terço do volume do prisma de mesma base e altura — sequência que articula as quatro apreensões figurais discutidas na seção 2.1.

As produções do concurso mobilizam essa coordenação de modo mais autônomo, por partirem de uma fotografia, e não de um roteiro de construção. No trabalho premiado com a lata de achocolatado, a passagem da representação fotográfica ao registro figural (o caminho poligonal sobre a imagem), deste ao operatório (a rotação em torno do eixo) e, por fim, ao simbólico (a fórmula $V = \pi r^2 h$ aplicada ao problema formulado pelo próprio estudante: “o cilindro de João tinha 12 cm de altura e seu raio mede 4 cm […] $V = \pi \cdot 4^2 \cdot 12 = 192\pi$”) constitui uma cadeia de conversões concatenada quase inteiramente pelo estudante, com a mediação do professor limitada ao suporte técnico do software —

é esse tipo de produção, e não a resposta a um exercício fechado, que melhor evidencia a coordenação de registros como definida por Duval (seção 2.1).

4.4 MEDIAÇÃO TECNOLÓGICA E DOCENTE

A familiaridade inicial com o GeoGebra era baixa (75% nunca haviam usado o software; seção 3.2), o que se reflete nos depoimentos: os estudantes descreveram o início como "um pouquinho complicado de entender, de fazer", mas que, "com o tempo, ficou mais fácil de manusear" (Aluno A), associando a dificuldade à falta de uso recente, mais do que à complexidade do software ("como eu tinha muito tempo sem usar, eu achei meio inovador" — Aluno B). Questionados sobre as principais dificuldades na criação da produção, as respostas convergiram para dois pontos técnicos: a manipulação fina de pontos e segmentos ("ficava com dificuldade de formar os pontos, de traçar, porque eu queria fazer tudo bem direitinho" — Aluno A) e a passagem da construção 2D para a visualização 3D ("acho que foi mais transformar em 3D mesmo" — Aluno B) — não os conceitos geométricos em si.

A mediação docente é mencionada de modo consistentemente positivo: um estudante relatou dificuldade técnica com o próprio equipamento, superada "com a ajuda do professor", e outro resumiu o suporte como constante ("o senhor foi muito presente ali para todo mundo"). Não há, nos dados, relatos de mediação insuficiente, o que é coerente com o planejamento da sequência (seção 3.3).

4.5 EVIDÊNCIAS DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

Nas questões fechadas da sequência que admitiam resposta unívoca, o desempenho foi elevado: todos os estudantes identificaram corretamente as bases como faces paralelas de um prisma e reconheceram que a nomenclatura de prismas e pirâmides deriva do polígono da base. Nas questões de identificação por semelhança, a maioria selecionou corretamente os itens esperados, embora parte do grupo tenha incluído um sólido cuja base superior não é congruente à inferior — erro compatível com apreensão predominantemente perceptiva, não acompanhada da verificação da propriedade de congruência (seção 2.1).

As produções do concurso oferecem evidências de aprendizagem aplicada, por reunirem identificação do sólido, medidas, cálculos e situações-problema. A classificação dos trabalhos integra o contexto do concurso; neste artigo, a análise das construções e dos cálculos, e não a posição obtida, fundamenta as inferências sobre aprendizagem. Uma questão contextualizada sobre a altura da pirâmide de Quéops a partir de suas arestas laterais e do lado da base também foi resolvida corretamente, com os estudantes montando dois triângulos retângulos e aplicando o Teorema de Pitágoras em sequência.

Uma das 16 produções vai além do cálculo isolado: ao modelar uma latinha de refrigerante como cilindro, o estudante comparou o volume obtido (264,6 ml) à capacidade impressa na embalagem (269 ml). A diferença de 4,4 ml, cerca de 1,6% da capacidade indicada, levou o estudante a confrontar um resultado matemático com uma informação do objeto real, gesto de validação não exigido pela sequência (seção 3.3). A proximidade dos valores não prova a exatidão do modelo: dimensões estimadas, espessura da embalagem e diferença entre volume geométrico e capacidade interna podem afetar a comparação. O episódio evidencia, em uma produção, a iniciativa de testar a plausibilidade do cálculo para além do procedimento ensinado.

4.6 OBSTÁCULOS E CONFLITOS DE REPRESENTAÇÃO

Nem todas as passagens entre registros ocorreram sem dificuldade, e esses casos são tão informativos quanto os de sucesso. Na comparação entre prismas, um erro recorrente foi classificar um prisma de base trapezoidal como quadrangular, indício de que a nomenclatura estava sendo associada ao número de lados sem verificar sua forma específica. No estudo da esfera, parte dos estudantes não sabia inicialmente a fórmula do volume, recorrendo à pesquisa para encontrá-la — sugerindo que o conteúdo não fazia parte dos subsunçores disponíveis (seção 2.4) —, e houve confusão, na questão sobre o corte da esfera por um plano, entre circunferência e círculo, indicando obstáculo na coordenação entre o registro figural e o vocabulário técnico. Questões contextualizadas mais extensas também geraram dificuldade, atribuída tanto à extensão do enunciado quanto à necessidade de visualizar o triângulo retângulo envolvido — ou seja, à conversão entre descrição textual e representação figural, etapa anterior ao cálculo. Do lado do software, a dificuldade mais mencionada foi a passagem para a visualização tridimensional (seção 4.4), consistente com a literatura sobre visualização espacial (seção 2.1).

A leitura direta das 16 produções (Quadro 6) revela obstáculos adicionais, internos ao registro simbólico, que questionário e depoimento não captam. Na produção de destaque em originalidade que modelou a embalagem de creme dental como prisma triangular, o cálculo da área total soma corretamente a área lateral (288 cm²) à área das duas bases ($2 \cdot 9\sqrt{3}$ cm²), mas trata a parcela racional e a irracional como termos semelhantes ao somá-las — "$18\sqrt{3} + 288 = 306\sqrt{3}$", arredondado para "≈530 cm²" —, quando na verdade $18\sqrt{3} + 288 \approx 319$ cm²; o erro não está na identificação do sólido, na escolha da fórmula ou na medição, etapas exemplares, mas na etapa final de tratamento dentro do próprio registro simbólico. Em outra produção, que modelou um copo como cilindro, a fórmula da área da base (πr^2) foi aplicada como $\pi \cdot r \cdot h$, e a da área lateral ($2\pi rh$), sem o fator r — os dois desvios internamente consistentes entre si, o que ilustra como um erro de tratamento pode passar despercebido quando a verificação se limita a conferir se as contas "fecham". Uma terceira produção, que modelou

uma garrafa como cilindro, envolve conversão de unidade: o volume calculado, 125,6 cm^3, é reportado como “aproximadamente 1,2 L”, equivalente a dividir por 100 em vez de 1000.

Em conjunto, esses obstáculos indicam que as dificuldades não se concentraram na aprendizagem conceitual dos sólidos isoladamente, mas nas conversões entre registros — entre nome e forma da base, entre fórmula e situação nova, entre texto e figura, entre construção plana e visualização espacial — e em tratamentos dentro do próprio registro simbólico, como manipulação algébrica e conversão de unidades, reforçando a leitura teórica da seção 2.1 de que a verificação de uma produção precisa revisar as etapas intermediárias, e não apenas checar se o resultado final é plausível.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo analisar como a participação no Concurso FotoGebra mobilizou a motivação, o olhar geométrico e a coordenação de representações de Geometria Espacial em estudantes do 3º ano do Ensino Médio, e que obstáculos emergiram nesse processo. A proposta investigada articulou tecnologias digitais, fotografia e objetos do cotidiano, buscando favorecer uma aprendizagem mais visual, contextualizada e significativa.

Os resultados indicaram que o GeoGebra favoreceu a coordenação entre o objeto fotografado, sua construção geométrica e o cálculo de área e volume, elemento central para a compreensão de prismas, pirâmides, cilindros, cones e esferas. A familiaridade inicial dos estudantes com o software era baixa, e as dificuldades relatadas concentraram-se na manipulação fina da construção e na passagem para a visualização tridimensional, superadas ao longo da sequência com o apoio da mediação docente. Ao mesmo tempo, a leitura das produções revelou obstáculos específicos — como a confusão entre circunferência e círculo, o desconhecimento inicial da fórmula do volume da esfera e erros de tratamento algébrico na etapa final de alguns cálculos —, que evidenciam que as dificuldades em Geometria Espacial se concentram menos nos conceitos isolados do que nas conversões entre registros.

A fotografia também se mostrou um recurso relevante para aproximar a Matemática da realidade dos estudantes, mas seu efeito não foi uniforme: na maioria das produções, o reconhecimento de formas geométricas no cotidiano limitou-se à associação de um objeto a um sólido-padrão, sem questionar o ajuste entre a forma real e o modelo idealizado; em um grupo menor, esse reconhecimento avançou para uma reconstrução geométrica deliberada, acompanhando o contorno real do objeto fotografado. Esse contraste indica que fotografar, por si só, não garante a passagem da percepção visual ao olhar geométrico — ela depende da mediação docente e do tipo de tarefa proposta.

O Concurso FotoGebra, por sua vez, configurou-se como uma estratégia pedagógica capaz de estimular a participação e o protagonismo dos estudantes, ainda que por motivos heterogêneos: parte

dos relatos associou o envolvimento à autoria e à criação, e parte, de modo mais instrumental, ao caráter competitivo da premiação. A atividade exigiu que os participantes observassem o cotidiano, selecionassem objetos, produzissem fotografias, realizassem modelagens no GeoGebra e comunicassem ideias matemáticas por meio de situações-problema, o que favoreceu o envolvimento dos educandos e contribuiu para tornar o estudo da Geometria Espacial mais dinâmico.

Conclui-se que a integração entre GeoGebra e fotografia pode contribuir para o ensino de Geometria Espacial no Ensino Médio na medida em que favorece a coordenação entre o objeto observado, sua representação fotográfica e sua construção geométrica — e não apenas pela exposição a tecnologias digitais em si. Como estudo de caso qualitativo, a experiência analisada evidencia esse mecanismo no contexto investigado, sem que seus resultados possam ser tomados como efeito garantido em outros contextos.

Como limitações do estudo, destacam-se a amostra de 16 participantes voluntários, possivelmente mais inclinados à tecnologia e à fotografia do que o conjunto dos estudantes do 3º ano; o caráter descritivo dos percentuais, que não comprovam aprendizagem; e a ausência de acompanhamento posterior, que impede atribuir duração à motivação declarada. A adesão desigual entre turmas também não foi investigada quanto às suas causas. Pesquisas futuras podem examinar se aspectos como calendário, horário ou condições de participação explicam essa diferença, ampliar a proposta para outros contextos e acompanhar seus efeitos ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BAIRRAL, M. A.; BARREIRA, J. C. F. Algumas particularidades de ambientes de geometria dinâmica na educação geométrica. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 46-64, 2017. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/35378. Acesso em: 30 set. 2026.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BETTIN, A. D. H.; LEIVAS, J. C. P. Um ETG para o ensino e a aprendizagem em tópicos de superfícies parametrizadas. **Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 15, n. 1, p. 1-18, 2025. DOI: https://doi.org/10.37001/ripem.v15i1.3963.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática**: sala de aula e internet em movimento. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

CARVALHO, B. L. M.; DALCIN, A. Matemática e fotografias em preto e branco no Ensino Médio. **Educação Matemática em Revista**, v. 30, n. 87, p. 1-16, 2025. DOI: https://doi.org/10.37001/emr.v30i87.4225.

CASSOLI, C.; MORAN, M. A mobilização das apreensões figurais no ensino da circunferência como lugar geométrico. **Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 15, n. 2, p. 1-15, 2025. DOI: https://doi.org/10.37001/ripem.v15i2.4362.

DUBOIS, P. **O ato fotográfico e outros ensaios**. Tradução: Marina Appenzeller. Campinas: Papirus, 1993.

DUVAL, R. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, S. D. A. (org.). **Aprendizagem em matemática**: registros de representação semiótica. Campinas: Papirus, 2003. p. 11-33.

FISCHBEIN, E. The theory of figural concepts. **Educational Studies in Mathematics**, v. 24, n. 2, p. 139-162, 1993. DOI: https://doi.org/10.1007/BF01273689.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GEOGEBRA. **GeoGebra Manual**. [S. l.]: GeoGebra, [20--]. Disponível em: https://geogebra.github.io/docs/manual/en/. Acesso em: 30 set. 2026.

GUIMARÃES, S. É. R.; BORUCHOVITCH, E. O estilo motivacional do professor e a motivação intrínseca dos estudantes: uma perspectiva da Teoria da Autodeterminação. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 143-150, 2004. DOI: https://doi.org/10.1590/S0102-79722004000200002.

GUTIÉRREZ, A. Visualization in 3-dimensional geometry: in search of a framework. In: PUIG, L.; GUTIÉRREZ, A. (ed.). **Proceedings of the 20th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**. Valencia: Universidad de Valencia, 1996. v. 1, p. 3-19.

KOFTUN, C. M.; BASNIAK, M. I. Movimentos relacionados às habilidades espaciais em uma construção de Cenário Animado no GeoGebra. **Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 15, n. 2, p. 1-23, 2025. DOI: https://doi.org/10.37001/ripem.v15i2.4224.

MORAN, M.; MARQUES, J. C.; REZENDE, V.; POLIZELI, R. Transformações semióticas no estudo de prismas: uma análise em exercícios resolvidos presentes em livros didáticos de Matemática. **Educação Matemática em Revista**, v. 29, n. 84, p. 1-15, 2024. DOI: https://doi.org/10.37001/emr.v29i84.3697.

PONTE, J. P. Estudos de caso em educação matemática. **Bolema**, Rio Claro, n. 25, p. 105-132, 2006. Disponível em: https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/1880. Acesso em: 30 set. 2026.

RIZZO, K. A. Fotografía y GeoGebra, una estrategia posible para descubrir la matemática que nos rodea. In: JORNADA ECUATORIANA DE GEOGEBRA, 2., 2020, Azogues. **Memorias** [...]. Azogues: Universidad Nacional de Educación, 2020. p. 59-67.

RIZZO, K. A. FotoGebra: un recurso educativo y creativo en tiempo de pandemia. **Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática**, v. 16, n. 20, p. 180-191, 2021. Disponível em: https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/48502. Acesso em: 30 set. 2026.

ROVETTA, O. M.; SILVA, S. A. F. Reflexões sobre uma trajetória de ações envolvendo perspectiva e fotografia. **Educação Matemática em Revista – RS**, v. 21, n. 2, p. 27-36, 2020.

RYAN, R. M.; DECI, E. L. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. **American Psychologist**, v. 55, n. 1, p. 68-78, 2000. DOI: https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68.

SÁ, L. C.; ROVETTA, O. M. A pandemia sob outra perspectiva: uma experiência com fotografias no ensino não presencial de geometria espacial. **Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 11, n. 3, p. 41-56, 2021. DOI: https://doi.org/10.37001/ripem.v11i3.2459.

SANTOS, C. A.; NACARATO, A. M. **Aprendizagem em geometria na educação básica**: a fotografia e a escrita na sala de aula. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2021.

SIMONETTI, D.; MORETTI, M. T. Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio e Registros de Representação Semiótica: uma articulação possível? **Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 11, n. 1, p. 99-117, 2021. DOI: https://doi.org/10.37001/ripem.v11i1.2548.

TAVARES, L. C. M. **A geometria no ensino médio**: uma sequência didática utilizando a fotografia, os ambientes não formais de ensino e os objetos virtuais de aprendizagem. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Estadual de Goiás, 2016.

VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.