

Qubism 3D Modeling e GeoGebra: softwares adequados para promover a visualização 3D nos temas de projeção ortogonal e seção de cilindros

Qubism 3D Modeling and Geogebra: Suitable Softwares to Promote 3D Visualization in the Topics of Orthogonal Projections and Cylinder Sections

Cacilda Helena Chivai ^{*1}, Armando Assunção Soares ^{†2} e Paula Catarino ^{‡3}

¹Universidade Pedagógica de Maputo, Faculdade de Engenharias e Tecnologias, Departamento de Desenho, Maputo, Moçambique.

²Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Física, Vila Real, Portugal.

³Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Matemática, Vila Real, Portugal.

Resumo

No Ensino Secundário Geral em Moçambique, ainda é raro o uso de recursos tecnológicos para o aprendizado de Desenho Técnico e de Geometria Descritiva. O objetivo desta pesquisa é verificar se as simulações dos *softwares* Qubism 3D Modeling e GeoGebra, nos temas de Projeção Ortogonal e de Seção de Cilindros, contribuem para a formação de alunos nesse tipo de habilidade. Para o estudo das Projeções Ortogonais, adaptamos o Qubism 3D Modeling para ajudar na clarificação das representações das vistas ortogonais. Para o estudo das seções produzidas em cilindro, utilizamos o *software* de geometria dinâmica GeoGebra, por facilitar a percepção da forma da figura resultante da seção. Este estudo é quase-experimental, seguindo uma abordagem qualitativa, conduzido em uma escola do sul de Moçambique. As técnicas empregadas incluíram observação, tomadas de notas e registros fotográficos, e os instrumentos utilizados foram questionários de satisfação. Participaram 50 alunos, dos quais 25 experimentaram o *software* Qubism 3D Modeling e os 25 restantes utilizaram o *software* GeoGebra. Esses alunos resolveram exercícios práticos de Desenho Técnico e de Geometria Descritiva durante a intervenção didática. A análise dos resultados sugere que os alunos desenvolveram competências de visualização espacial, e os dados também indicaram que os *softwares* aplicados promoveram aprendizagens significativas, possibilitando verificar o aprendizado resultante das simulações computacionais. A partir da pesquisa já realizada, existem algumas curiosidades e percepções que podem servir de ponte para novas pesquisas sobre a aplicabilidade da tecnologia no estudo de diversos temas de Desenho Técnico e de Geometria Descritiva.

Palavras-chave: Simulações computacionais. Qubism 3D Modeling. Software de geometria dinâmica Geogebra. Projeções ortogonais. Seções de cilindros..

Abstract

In General Secondary Education in Mozambique, the use of technological resources for learning Technical Drawing and Descriptive Geometry is still rare. The aim of this research is to see if Qubism 3D Modeling and GeoGebra software simulations, in the subjects of Orthogonal Projection and Section of Cylinders, contribute to improving students 3D spatial visualization, considering students previous difficulties in this type of skill. For the study of Orthogonal Projections, we adapted Qubism 3D Modeling to help clarify the representations of orthogonal views. For the study of cylinder sections, we used the dynamic geometry software GeoGebra, as it facilitates the perception of the shape of the figure resulting from the section. This is a quasi-experimental study, following a qualitative approach, conducted in a school in southern Mozambique. The techniques employed included observation, note-taking and photographic records, and the instruments used were satisfaction questionnaires. Fifty students took part, 25 of whom tried out the Qubism 3D Modeling software and the rest

Texto livre
Linguagem e Tecnologia

DOI: 10.1590/1983-
-3652.2024.49117

Seção:
Artigos

Autor Correspondente:
Cacilda Chivai

Editor de seção:
Fernando da Costa Barbosa
Editor de layout:
João Mesquita

Recebido em:
8 de dezembro de 2023
Aceito em:
12 de março de 2024
Publicado em:
4 de maio de 2024

Esta obra tem a licença
"CC BY 4.0".



*Email: cacildachivai@gmail.com

†Email: asoares@utad.pt

‡Email: pcatarin@utad.pt

used the GeoGebra software. These students solved practical exercises in Technical Drawing and Descriptive Geometry during the didactic intervention. The analysis of the results suggests that the students developed spatial visualization skills, and the data also indicates that the software applied promoted significant learning, making it possible to verify the learning resulting from the computer simulations. From the research already carried out, there are some curiosities and perceptions that can serve as a bridge for further research into the applicability of technology in the study of various subjects in Technical Drawing and Descriptive Geometry.

Keywords: Computer simulations. Qubism 3d modeling. GeoGebra dynamic geometry software. Orthogonal projections. Cylinder sections.

1 Introdução

Em Moçambique, ainda há grandes desafios na adoção efetiva das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) nas salas de aula. Especificamente, o ensino de disciplinas como Desenho Técnico (DT) e Geometria Descritiva (GD) permanece ancorado em métodos tradicionais, utilizando apenas recursos convencionais, como quadro negro, giz, régua de madeira/plástico, lápis e borracha. É evidente a escassez de Recursos Tecnológicos (RTs), como computadores, projetores, tablets e smartphones. O acesso limitado à internet e aos computadores representa uma das principais barreiras ao progresso educacional em Moçambique. Ali e Abibo (2018, p. 16) argumentam que, em Moçambique, as relações computador/utilizador “são os principais desafios identificados no domínio das Infraestruturas” escolares. É importante observar que, no contexto educacional moçambicano, o uso de tecnologia frequentemente se restringe aos conteúdos de TDICs, como os pacotes básicos da Microsoft Office, à plataforma Moodle (utilizada para o Ensino a Distância no Ensino Superior) e a alguns programas de televisão que abordam temas do Ensino Secundário Geral (ESG).

Os alunos demonstram menor interesse nas disciplinas que abrangem conteúdos de DT. Na opinião deles, os temas são de difícil compreensão, devido à abstração relacionada à Visualização Espacial (VE) 3D e à sua representação no plano bidimensional (folha de desenho). Por um lado, os alunos enfrentaram dificuldades na VE 3D, e, por outro lado, ESG público é tradicionalmente ministrado sem o uso de qualquer RT. O regulamento interno do ESG proíbe o uso de smartphones como meio didático para aprendizagem em sala de aula. Esses dispositivos portáteis acessíveis poderiam substituir os computadores, já que permitem uma representação dinâmica em 3D dos elementos geométricos. Com o avanço da tecnologia, foram desenvolvidos softwares suportados em smartphones, nos quais os elementos geométricos são modelados, possibilitando a comparação com a representação dos mesmos elementos em Aplicativos Tecnológicos (ATs) no plano bidimensional da folha de desenho em 2D.

Nesse contexto, o ensino em Moçambique é tradicional, ministrado sem o auxílio de RTs que facilitam a representação em 3D, o que pode contribuir para a dificuldade dos alunos do ESG na VE em 3D; por isso, optou-se por selecionar dois ATs para a presente pesquisa: o Qubism 3D Modeling (Q3DM) e o software de geometria dinâmica GeoGebra. Ambos os aplicativos têm potencial para promover a VE. Daí surge a pergunta de pesquisa: De que modo os aplicativos Qubism 3D Modeling e software de geometria dinâmica GeoGebra, adaptado para smartphone, melhora a visualização espacial no estudo das Projeções Ortogonais (POs) e Seções de Cilindros (SCs)?

A tecnologia oferece uma vantagem significativa para a nova geração de nativos digitais, que cresceram imersos em um ambiente tecnológico. Eles têm uma habilidade natural para aprender utilizando ATs, o que facilita a compreensão de conteúdos complexos de diversas disciplinas. Segundo Prensky (2001, p. 1), ao se referir a esses alunos como “Nativos Digitais”, ele destaca que eles são fluentes na linguagem digital dos computadores, videogames e internet. Essa familiaridade com a tecnologia faz com que os alunos atuais tenham facilidade no uso de ATs, influenciando positivamente sua conexão com os conteúdos educacionais. Por outro lado, grande parte dos professores, que podem ser considerados emigrantes digitais, enfrentam o desafio de ensinar aos nativos digitais com o auxílio da tecnologia. Para isso, os professores precisam se adaptar aos recursos tecnológicos e à sua linguagem, a fim de facilitar a aprendizagem dos alunos na sala de aula. As tecnologias oferecem um suporte eficiente para a elaboração de projetos inovadores e de qualidade.

1.1 Tecnologia na educação

As tecnologias adequadas à educação podem ser utilizadas como ferramentas pedagógicas para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de forma colaborativa e interativa. Tais tecnologias promovem efetivamente novas formas de ensinar e aprender, potencializando o desenvolvimento de novas competências (Baeta; Pedro, 2018, p. 83). Para os autores, as tecnologias na educação têm importância na formação dos alunos, pois podem despertar o interesse deles, impulsionando o desenvolvimento de novas competências.

Especificamente nas disciplinas de DT e GD, a tecnologia surge pela necessidade de representar em 3D todos os elementos geométricos e sua dinâmica no espaço, promovendo a capacidade de visualizar em 3D e a percepção da dinâmica dos elementos geométricos no espaço. Tais tecnologias fornecem informações que possibilitam a construção do conhecimento abstrato, auxiliando na melhoria da aprendizagem dos alunos e na mediação do professor. Por isso, Nóvoa (2017, p. 1122) defende que “[...] um professor deve se preparar para agir num ambiente de incerteza e imprevisibilidade” Brito (2010, p. 3); “no mesmo pensamento, defende que por isso, deverá estar atenta às inovações tecnológicas para benefício do sucesso educador”. Os autores supracitados sugerem que o professor, hoje, deve aprender e adaptar-se às novas tecnologias, utilizando-as como ferramentas a seu favor, para facilitar em qualquer modelo de ensino e em todos os conteúdos teóricos. É notável a facilidade com que os alunos se motivam, quando interagem com a aprendizagem, auxiliados pelos ATs. O professor, além do poder de selecionar a tecnologia adequada para a sua aula, também se beneficia da eficiência para esclarecer os conteúdos. Assim, o uso da tecnologia na Educação pode garantir uma mediação interativa no processo de ensino e aprendizagem.

Sua implementação-educação trouxe uma nova forma de ensinar e de aprender, transformando conteúdos complexos em simples. Nessa transformação-informação chega ao aluno de forma dinâmica e interativa. Sua progressão impactou em novos métodos e meios de ensino/aprendizagem, especialmente em aplicativos instalados em computadores, *tablets*, *smartphones* e na Internet (Siahaan *et al.*, 2017). Os autores mencionam que o desenvolvimento da tecnologia possibilitou ao ensino vários métodos de aprendizagem, e, particularmente nas disciplinas de DT e GD, trouxeram as simulações computacionais.

É importante destacar que a sala de aula é um espaço onde o professor pode incorporar os ATs adequados aos alunos e ao ensino. Desse modo, o ensino não se limita à transmissão de informações, mas também é um meio de organizar a atividade de estudo dos alunos.

1.2 Simulações computacionais

A processo evolutivo da computação permitiu a prática de novos métodos para o ensino-aprendizagem das disciplinas de GD e DT (Méxas; Guedes; Silva Tavares, 2015), por meio das simulações computacionais. Essas simulações permitem o estudo de casos práticos através de variáveis controladas por sistema programado; facilitam o estudo de conteúdos abstratos de forma simples e interativa, possibilitando a análise de casos sociais ou físicos por meio da variação de variáveis, que definem o comportamento dos sistemas. Em tais cenários, os usuários podem participar ativamente, mesmo quando a realidade é demasiadamente perigosa, cara, complexa, rápida ou lenta, desenvolvendo compreensões intuitivas de fenômenos abstratos (Garneli; Chorianopoulos, 2018).

As situações imitam processos ou simulações da vida real com um modelo limitado para manipular e examinar as relações entre variáveis interativas de fenômenos reais, atuando como uma prática para tarefas no mundo real (Kunkler, 2006; Lamb *et al.*, 2018). Tais simulações têm sido utilizadas na formação dos alunos para adquirirem competências necessárias para executarem uma tarefa em um ambiente de baixo risco, desenvolvendo competências de pensamento crítico e estratégico (Kappers; Cutler, 2016). Na visão dos autores, aliada ao problema da presente pesquisa, as simulações computacionais para aprendizagem do DT e da GD permitem que o usuário visualize os elementos geométricos em qualquer ângulo do ponto de vista. As experiências são realizadas em um ambiente virtual onde os sólidos geométricos são manipulados, facilitando ao aluno praticar várias vezes o mesmo problema. As simulações computacionais não só podem ser executadas em computadores, como também em *smartphones*, *tablets* e quadros interativos. Dessa maneira, essas simulações apresentam-se como um

instrumento didático potencial para a promoção do conhecimento, estimulando a aprendizagem de forma motivadora, além de auxiliar a compreensão dos conceitos abstratos de DT e GD.

1.3 Aplicativos tecnológicos

A implementação dos ATs como ferramenta didática pode trazer um leque de alternativas para o professor mediar os conteúdos com mais facilidade, além de estimular a curiosidade do aluno em aprender. Eles oferecem uma qualidade significativa de ensino, visto que os alunos são incentivados a desenvolver os pensamentos crítico e lógico, tornando-se o centro das atenções, ao contrário do ensino tradicional, no qual o foco está no professor. Ademais, o professor assume outras dinâmicas de ensino, tornando-se um pesquisador digital e orientador.

As vantagens dos ATs incluem: facilidade de manipulação; possibilitam descoberta e exploração de novas informações; permitem a construção de elementos em 3D; estimulam a criatividade em projetos; proporcionam uma visualização clara, facilitando comparações e análises; possibilitam simulações computacionais nos conteúdos de DT e de GD; e garantem uma aprendizagem significativa com qualidade. Oliveira Vargas da Silva e Flores Victér (2017, p. 212) acrescentam, argumentando que “despertam o interesse por algo que mal entendiam, ou acreditavam não ser tão importante conhecer, como conceitos geométricos tridimensionais, envolvendo o conhecimento de sólidos, como prismas, pirâmides, cilindros, cones e esferas”.

A abordagem da aprendizagem significativa envolve o processo pelo qual o aluno, utilizando-se de conhecimentos e habilidades prévias, incorpora novos conceitos. Nesse processo, o professor atua como facilitador e interage com o aluno, proporcionando uma compreensão mais profunda dos conteúdos abordados. Essa interação visa, principalmente, a alcançar resultados substanciais e tangíveis no aprendizado. Esse aumento de aprendizagem foi encontrado no estudo de Oliveira Vargas da Silva e Flores Victér (2017), no qual os autores argumentam que:

Despertar o interesse por algo que mal entendiam, ou acreditavam não ser tão importante conhecer, conceitos geométricos tridimensionais, envolvendo o conhecimento de sólidos, como prismas, pirâmides, cilindros, cones e esfera. A aprendizagem significativa traz essa concepção, onde o aprendiz, a partir de um conhecimento e competência já adquiridos, agrega novos conceitos, e o professor pesquisador interage com o educando, contribuindo para um maior aprofundamento do conteúdo abordado, sobretudo, alcançando resultados expressivos (Oliveira Vargas da Silva; Flores Victér, 2017, p. 212).

Para disciplinas como DT e GD, podem ser utilizados vários aplicativos, incluindo o Qubism 3D Modeling, GeoGebra, SketchUp, AutoCAD, Euclidian, Cabri 3D e HyperCAL³. Esses aplicativos são apropriados para o estudo das disciplinas de DT e GD, porém, para este estudo, optou-se pela aplicação do Q3DM e o GeoGebra, por se adequarem melhor ao estudo das PO (Projeção Ortogonal) e SCs (Secção de Cilindros). Desse modo, a pesquisa focou-se de forma peculiar em perceber se realmente promovem a VE nos alunos.

1.4 Qubism 3D Modeling

O Q3DM, versão 0.9.6, é um aplicativo gratuito, que permite simular e construir modelos 3D simples usando o toque na tela do dispositivo. Sua construção em blocos digitais, denominados Qubes, viabiliza que esses blocos sejam adicionados, apagados, deslocados, esticados, inclinados e coloridos de maneira diversificada. Ele foi adaptado para dispositivos móveis e pode ser aliado ao estudo de PO, pois possibilita a visualização em 3D dos sólidos e melhora a compreensão de partes abstratas complexas (Chivai; Soares; Catarino, 2022). O Q3DM contém, ainda, várias ferramentas com tarefas específicas que são adequadas ao estudo de PO, desde a construção dos sólidos em 3D até a visualização das vistas ortogonais (VO). Além de possuir a ferramenta Qubes para a construção do formato do sólido desejado, o Q3DM conta com outras ferramentas que permitem seccionar, adicionar, colorir em várias tonalidades e mover/rotacionar para alcançar as VOs (ver Figura 1).

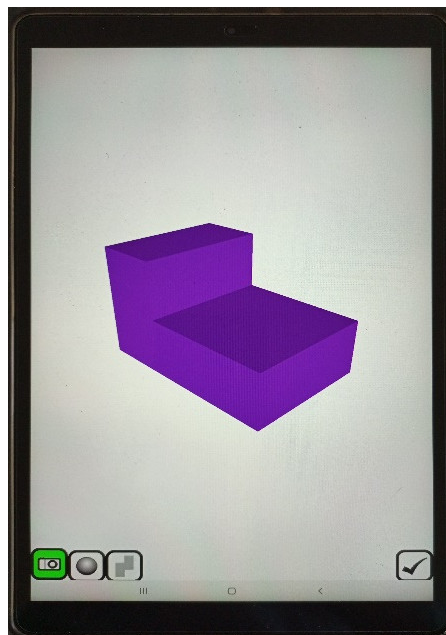


Figura 1. Interface do Qubism 3D Modeling.

Fonte: Elaboração própria.

1.5 Software de geometria dinâmica GeoGebra

O software de geometria dinâmica GeoGebra, versão 5.0.721.0, é uma ferramenta educacional livre, que permite potencializar a aprendizagem, por meio da construção dos elementos geométricos, possibilitando a percepção espacial da dinâmica da modelagem desses elementos. Alves (2007, p. 2) argumenta que “a utilização de softwares educativos nas aulas de geometria, especialmente os de geometria dinâmica, vem ao encontro dessas propostas, pois a utilização do computador ainda possibilita criar ambientes que fazem surgir novas formas de pensar e agir”. De acordo com o referido autor, as ferramentas do GeoGebra permitem representar todos os conteúdos da geometria dinâmica, de modo a impulsionar, de forma lógica, novas construções.

Particularmente para o estudo das SCs, o GeoGebra contém todos os elementos para representar a seção produzida pelo plano secante, permitindo esclarecer a transposição dos elementos geométricos em 3D para 2D na folha de desenho. As ferramentas para a construção no GeoGebra incluem ferramentas básicas de edição, pontos, transformações, retas e polígonos (ver Figura 2).

1.6 Visualização Espacial 3D

Visualização é o ato de observar um determinado foco, com o objetivo de compreender todos os seus detalhes. Essa habilidade busca perceber um objeto específico, sua composição ou ação. A Visualização Espacial é a capacidade de observar mentalmente um determinado foco, para compreender sua dinâmica. De acordo com Cohen e Bairaktarova (2018, p. 2), “Consequently, these traditional psychometric spatial ability tests use domain-general stimuli that bear little resemblance to authentic engineering tasks” (Consequentemente, esses testes tradicionais de habilidade espacial psicométrica usam estímulos de domínio geral, que têm pouco em comum com tarefas de engenharia autênticas). Segundo Suzuki (2002, p. 224), “a capacidade humana de reconhecer representações gráficas é chamada capacidade espacial ou capacidade de visualização espacial”.

Unindo os posicionamentos dos autores, VE é a habilidade de observar espacialmente todos os detalhes do objeto, como cor, forma e posição. Também pode ser considerada a habilidade de manipular mentalmente os objetos no espaço para visualizar as vistas ortogonais. A capacidade espacial nos conteúdos de Desenho Técnico e Geometria Descritiva permite que o aluno visualize os objetos antes de resolver problemas em 2D na folha de desenho. A habilidade espacial que se pretende que o aluno tenha provém de um exercício mental, o que significa que, mesmo que o



Figura 2. Interface do GeoGebra.

Fonte: Elaboração própria.

aluno não tenha capacidade visioespacial, com um treinamento a partir de exercícios progressivos e sistematizados, pode adquirir a habilidade de VE. As disciplinas de DT e GD têm, portanto, como base, o desenvolvimento da habilidade visual do aluno para resolver problemas de representação e construções geométricas. Por isso, é necessária essa habilidade para perceber mentalmente as formas e as relações dos elementos geométricos espacialmente. Já as Projeções Ortogonais é um tópico da disciplina de Desenho Técnico que estuda a representação de um objeto em um plano de projeção. Uma projeção contém um conjunto de elementos que, usando procedimentos específicos, são representados nos planos correspondentes, permitindo diferentes vistas do objeto em relação ao observador e proporcionando uma visão completa do mesmo objeto através das vistas ortogonais. Por sua vez, a Seção de Cilindros é a representação da seção produzida em um cilindro. Os elementos que compõem a figura resultante da seção são determinados pela posição do plano de corte.

1.7 Mediação

A mediação pedagógica é um processo de interação dialógica, no qual tanto professor quanto aluno aprendem e ensinam juntos, em construção, pois quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender (Mori, 2013). Podemos definir o processo de ensinar como uma sequência de atividades do professor e dos alunos, visando a assimilação de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades, por meio dos quais os alunos aprimoram capacidades cognitivas, pensamento independente, observação, análise-síntese e outras (Libâneo, 2013, p. 54). Por sua vez, a aprendizagem caracteriza-se pela assimilação ativa de conhecimentos e operações mentais, para compreendê-los e aplicá-los. É uma forma do conhecimento humano - a relação cognitiva entre aluno e matéria de estudo - desenvolvendo-se sob as condições específicas do processo de ensino (Libâneo, 2013). Na visão deste autor, a unidade ensino-aprendizagem realiza-se na interligação de dois momentos indissociáveis de transmissão e assimilação ativa de conhecimentos, capacidades, em condições específicas de cada situação didática.

A mediação no ensino é o processo de aprendizagem e de interpretação dos conteúdos planejados. Nesse processo, os intervenientes são o aluno, o professor e a matéria. A mediação deve ser planejada com relevância para uma prática educativa entre os intervenientes, em que o professor é o principal agente, responsável por facilitar os conteúdos, e orientar a construção do conhecimento no aluno, de forma colaborativa e com o auxílio da tecnologia adequada aos conteúdos pretendidos. Vygotsky distingue dois elementos básicos responsáveis pela mediação: o instrumento, que tem a função de regular as ações sobre os objetos, e o que regula as ações sobre o psiquismo das pessoas (Rego, 1995,

p. 50).

A mediação didática deve facilitar o processo de aprendizagem e proporcionar ao aluno uma assimilação que lhe permita construir os conhecimentos. A realização didática tem como base a relação entre o aluno e a matéria, com o objetivo de se apropriar dela com a mediação do professor. O professor, nesse estágio, é um agente externo, servindo de mediador entre o aluno e a matéria (Vygotskii; Luria; Leontiev, 1988).

2 Metodologia

Não foi necessária uma análise ética prévia por parte dos conselhos de projetos adequados para a investigação, uma vez que os participantes não foram identificados. Por não haver conflito de interesses, a Texto Livre não terá quaisquer consequências, inclusive assistência integral e eventual, ressarcimento de qualquer dano resultante a qualquer dos participantes da pesquisa, conforme a Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde do Brasil.

A metodologia é a explicação minuciosa, detalhada, rigorosa e exata de toda a ação desenvolvida no método de trabalho da pesquisa (Lakatos; Marconi, 2003). A pesquisa é um estudo de caso, que teve o aluno como objeto de estudo. Yin (2005, p. 32) argumenta que o estudo de caso visa a “conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico”. O estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado. O caso experimental caracteriza-se por determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto (Gil, 2002). A coleta dos dados foi realizada em uma escola secundária do sul de Moçambique. Fizeram parte da amostra 50 alunos do ensino secundário, selecionados de forma aleatória, dos quais 25 participaram do estudo das PO e aplicação do Q3DM. Os restantes 25 estiveram envolvidos no estudo das SCs e aplicação do GeoGebra. Em ambos os estudos, todos os alunos experimentaram as aplicações (Q3DM ou GeoGebra). A pesquisa apresenta um estudo de caso interpretativo, o qual desenvolve categorias conceituais indutivamente para examinar os pressupostos iniciais, as intenções e significados das ações e expressões dos alunos (Amado, 2017). A compreensão interpretativa é sustentada a partir do relato pormenorizado da interação dos sujeitos em seu meio natural (Coulon, 1995). A visão interpretativa descreveu as ações dos alunos em ambiente de sala de aula e os significados das ações no processo de toda a pesquisa (Coutinho, 2011).

Foi possível, pois, observar e interpretar tudo o que ocorreu, tornando viável a análise das relações causa-efeito. Foi possível, também, qualificar as ações dos alunos em todo o processo de aprendizagem, por meio das interpretações dos significados de seus comportamentos durante a mediação da aula e as respostas do questionário de satisfação. Além disso, os dados foram coletados por meio das técnicas de observação do participante, com tomada de notas e de registro fotográfico, assim como dos instrumentos de coleta de dados aplicados, como os questionários de satisfação.

2.1 Realização das aulas

As aulas consistiram na apresentação de dois temas, PO e SCs, de forma separada. Para os alunos da 9ª classe, o tema de pesquisa foi PO, e foi utilizado o Q3DM. A professora primeiramente apresentou o tema, explicando o que eram POs, dizendo que eram figuras geométricas sobre um plano que poderiam ser comparadas à sombra do mesmo objeto no horário em que o sol estaria no ponto mais alto no dia. Depois, demonstrou as vistas ortogonais do sólido. (Ver Figura 3).

Posteriormente a professora apresentou a aplicabilidade das POs, dizendo que eram destinadas à planificação de vários objetos. Com o auxílio das simulações computacionais, construiu os sólidos geométricos e demonstrou suas vistas ortogonais, apresentando os procedimentos para a manipulação do Q3DM. (Ver Figura 4)

A manipulação no Q3DM é feita por meio de cubos chamados Qubes, que facilitam a criação e a montagem de objetos em três dimensões, utilizando elementos digitais que podem ser inseridos, removidos, deslocados, ampliados, inclinados, moldados geometricamente, girados e coloridos.

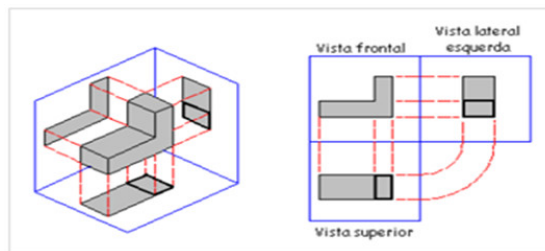


Figura 3. Vistas ortogonais e ortográficas: vista frontal; vista superior; e vista lateral esquerda.

Fonte: Elaboração própria.

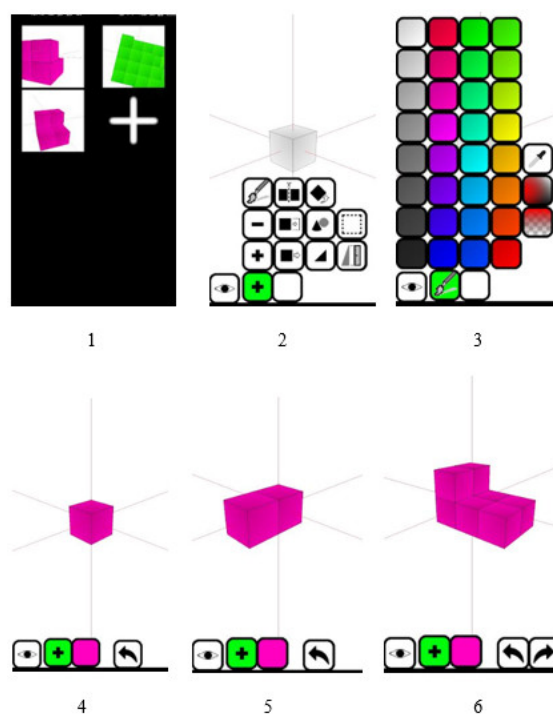


Figura 4. Manipulação no Q3DM.

Fonte: Elaboração própria.

Para os alunos da 12ª classe, o tema de pesquisa foi SCs e foi utilizado o GeoGebra. A professora iniciou com a apresentação do tema SCs de cilindro, explicando que a seção cilíndrica é uma figura resultante de um plano secante no cilindro. A professora acrescentou que existem duas situações distintas: quando o plano secante é paralelo ao eixo central do cilindro; e quando o plano secante não é paralelo ao eixo central do cilindro (ver as figuras Figura 5 e Figura 6).

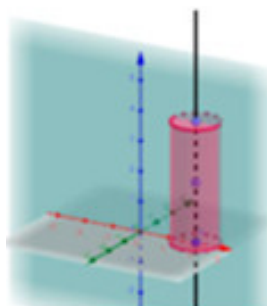


Figura 5. Seção paralela ao eixo central do cilindro.

Fonte: Elaboração própria.

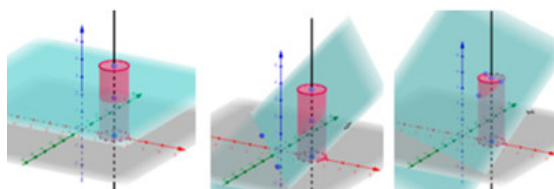


Figura 6. Seção não paralela ao eixo central do cilindro.

Fonte: Elaboração própria.

A professora, primeiramente, apresentou os diferentes posicionamentos dos planos em relação ao eixo central do cilindro. Em seguida, com o auxílio da tecnologia, apresentou à turma o software de geometria dinâmica GeoGebra, indicando as funcionalidades de suas ferramentas e como construir do ponto até o plano secante, com a ajuda dos procedimentos para a sua manipulação no GeoGebra. Os alunos simularam as SCs com o plano de nível; eles apresentaram-se atentos e motivados em aprender a resolver o exercício no GeoGebra, particularmente para os rapazes, os quais procuravam descobrir como construir diferentes sólidos geométricos e como simular as VOs (vistas ortogonais).

2.2 Realização do questionário

O questionário de satisfação aplicado teve como objetivo compreender se o Q3DM e o GeoGebra facilitaram a aprendizagem das POs e SCs, e se o *smartphone* foi fácil de manipular. Ambos os questionários foram preenchidos em 10 minutos. As questões visavam a coletar, nos dois estudos, várias opiniões, incluindo: (1) se os aplicativos tecnológicos facilitaram as representações 3D; (2) qual é a opinião deles sobre os benefícios de usar os aplicativos ou se seria melhor resolver de forma tradicional; (3) se os aplicativos são fáceis e intuitivos de usar; (4) quais foram os aspectos positivos e negativos da aula; e, (5) como eles classificariam a aprendizagem com o auxílio dos aplicativos.

3 Resultados

3.1 Análise de realização das aulas

Para a mediação do estudo das POs, foi observada a facilidade que os alunos tiveram em construir os sólidos no Q3DM, suportado no *smartphone*, e sua transposição para a folha de desenho (Ver Figura 7).

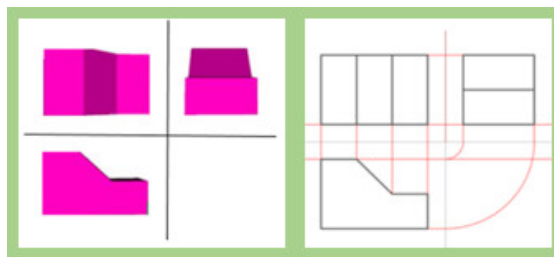


Figura 7. Transposição do exercício para a folha de desenho.

Fonte: Elaboração própria.

Várias vezes, quando a professora perguntava se tinham dificuldade em simular o exercício no Q3DM, os alunos respondiam que não. Eles também demonstravam um comportamento descontraído e motivado para a aprendizagem com o auxílio das simulações computacionais.

Os procedimentos facilitaram a construção dos sólidos geométricos no Q3DM adaptado para o *smartphone*. Foi possível perceber a conexão do Q3DM com os rapazes, pois rapidamente conseguiram construir os sólidos geométricos e manipular suas ferramentas. Os rapazes demonstraram curiosidade em descobrir mais funcionalidades do Q3DM, em comparação com as moças, que mostraram algum receio em manipular o *smartphone* e executavam apenas o que a professora solicitava.

Para a mediação do estudo das SCs, os alunos apresentaram-se atentos e motivados em aprender a simular exercícios no GeoGebra o que facilitou a comparação do exercício no *smartphone* e na folha de desenho. (Ver Figura 8).

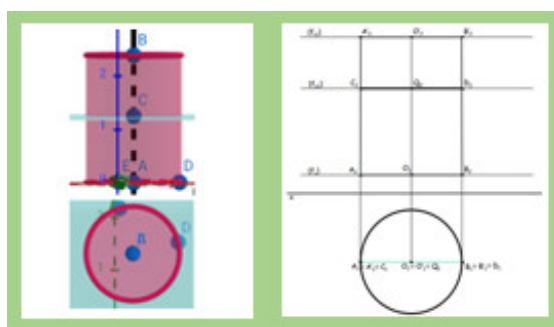


Figura 8. Exercício no *smartphone* e na folha de desenho.

Fonte: Elaboração própria.

Foi notável uma semelhança no comportamento dos alunos: uma conexão com a tecnologia e sua facilidade em compreender os conteúdos abstratos das POs e SCs. A respeito disso, Jesus, Oliveira e Oliveira (2019, p. 145), em seu estudo, argumentaram que “quando estudamos geometria descritiva sem o uso do GeoGebra, percebe-se a dificuldade em organizar e visualizar o que está sendo solicitado pelo professor, assim, acaba provocando desinteresse e insucesso do aluno”. Concordando com os autores, foi notório que, na primeira parte da aula, os alunos demonstraram dificuldade em compreender os conteúdos teóricos, mas, após a apresentação do AT e dos procedimentos para a sua manipulação, eles demonstraram uma mudança de comportamento e mostraram-se motivados em manipular a AT, o que facilitou a mediação da professora no processo de ensino e aprendizagem. Esses resultados são coerentes com os encontrados em vários estudos, nos quais os grupos experimentais desenvolveram competências de visualização espacial, por terem utilizado a tecnologia (Carbonell-Carrera *et al.*, 2017; Łukaszewicz; Skorulski; Szczepiot, 2018; Omar *et al.*, 2019).

Foi observada uma conformidade nos dois temas(PO e SC): os alunos demonstraram motivação em explorar mais conteúdos relacionados à aula, o que permitiu o desenvolvimento de habilidades de VE. Também foi notável, nos alunos, um comportamento diferente entre os gêneros. Os rapazes mostraram interesse em explorar os Recursos Tecnológicos e descobrir mais funcionalidades dos ATs,

enquanto as moças tendiam a apenas seguir as instruções da professora com uma certa timidez, sem explorar totalmente o potencial das ferramentas. Esse comportamento pode ser comparado com o estudo de Fiantika *et al.* (2018), no qual os autores concluíram que os gêneros têm comportamentos diferentes na resolução de problemas geométricos que requerem a VE. Enquanto os rapazes utilizam geralmente a atividade mental, imaginando objetos espaciais 2D e 3D, as moças, de forma geral, focam-se em desenhar esboços e criar esquemas 2D. Isso sugere que a timidez das alunas pode ter a ver com a dificuldade de VE em 3D, enquanto os rapazes têm mais capacidade de relacionar o 2D com o 3D.

3.2 Análise do questionário de satisfação

Para a análise dos questionários de satisfação da utilização do Q3DM e GeoGebra, foram extraídas 3 categorias designadas: modelo de ensino, ações positivas da aula e ações negativas da aula. No estudo da aplicação de Q3DM, as descrições ilustraram que a simulação facilitou a resolução dos exercícios das POs, por meio da sua interface, o que permitiu a visualização detalhada dos sólidos e a sua respectiva construção. As respostas indicaram que, além da sua facilidade, o AT foi seguro. Reiteraram que o modelo de aula com o auxílio do Q3DM pode auxiliar a resolução dos exercícios de forma rápida e prática, e não requer muito trabalho. Destacaram a importância da simulação do Q3DM pela sua eficiência de utilização e pela visualização das vistas ortogonais.

Quanto ao estudo da aplicação do GeoGebra, as descrições dos alunos nortearam que o aplicativo, além de motivar a aprendizagem, facilita a resolução dos exercícios. Afirmaram que o modelo tradicional é mais difícil em comparação com o modelo com auxílio da tecnologia. Não obstante, certificaram que o uso do GeoGebra foi benéfico pela sua facilidade de simulação e promoção da VE na aprendizagem da seção do cilindro. Referiram, ainda, que a simulação permite construir, de forma rápida, os elementos da GD, o que impulsionou a percepção da dinâmica dos sólidos no espaço e a sua comparação com as representações na folha de desenho. Alegaram que é vantajoso usar o GeoGebra, porque promove a imaginação em 3D e a percepção das seções de acordo com a posição do plano no sólido. Confirmaram que o AT facilitou a projeção das figuras e a leitura das VOs de forma detalhada. Argumentaram que o GeoGebra possibilitou a construção de pontos, retas e outros elementos necessários para GD, o que tornou a aprendizagem mais facilitada. Esses resultados estão alinhados com o estudo de Oliveira Vargas da Silva e Flores Victér (2017), no qual os autores afirmaram que os alunos ficaram animados com a dinâmica de ATs, se propuseram a fazer o download em casa e a investigar as suas funcionalidades. Isso sugere que os ATs podem ser um potencial para facilitar a aprendizagem dos alunos.

Quanto às descrições dos aspectos positivos da aula, os alunos do estudo da aplicação do Q3DM evidenciaram que a aprendizagem foi facilitada pela boa mediação da professora. Houve motivação e gosto pela aprendizagem, possibilitando a construção dos sólidos no Q3DM. Isso incluiu a modelagem de sólidos, inclusive os complexos, com facilidade de representações. A percepção rápida dos alunos foi evidente, assim como a facilidade de visualização das vistas ortogonais. Eles demonstraram aprendizado das POs e facilidade em manusear o Q3DM, revelando um gosto pelo software. A facilidade de percepção da visualização dos sólidos em 3D também foi notável.

Relativamente ao estudo da aplicação do GeoGebra, as respostas clarificaram que houve boa mediação e paciência por parte da professora, o que facilitou a construção de sólidos que antes os alunos não conseguiam realizar. A mediação da professora tornou os exercícios mais fáceis, promovendo a facilidade de aprendizagem e motivando os alunos a aprender. Eles demonstraram percepção rápida durante o estudo do cilindro e na manipulação do GeoGebra. A construção do cilindro no GeoGebra permitiu aprofundar os conteúdos das seções, promovendo a visualização espacial e a projeção de sólidos. A simulação no GeoGebra também contribuiu para a promoção do conhecimento dos conteúdos da Geometria Descritiva, tornando-o um excelente aplicativo para abordar a GD.

No que se refere aos aspectos negativos na aula do estudo da aplicação do Qubism 3D Modeling, as descrições apresentam que, no decorrer da aula, não foi identificado nenhum aspecto negativo. Os alunos não apresentaram dificuldades e nenhum problema foi relatado. No entanto, no início da aula, houve uma situação em que foi complicada a compreensão da VE sem o auxílio da tecnologia, mas

foi rapidamente resolvida.

Em relação ao estudo da aplicação do GeoGebra, os alunos afirmaram que, no início da aula, parecia que tudo seria difícil, e o tempo disponível para a resolução do exercício acabou sendo curto. Além disso, os alunos acharam o exercício um pouco difícil e requereram muita concentração para completá-lo.

Desse modo, dos resultados obtidos nas 3 categorias, fez-se a análise das frequências das palavras e a categorização indutiva para obter uma compreensão da pesquisa que foi desenvolvida em torno da pergunta de pesquisa deste estudo. Constatou-se que os alunos tiveram facilidade para resolver os exercícios das POs/SCs. Através da sua interface, permitiu-se a construção dos sólidos e a sua visualização detalhada. As definições também indicaram que, além dos aplicativos possibilitarem a facilidade de construção dos elementos geométricos, o modelo de aula com o auxílio da tecnologia auxilia a resolução dos exercícios de forma rápida e prática.

Os ATs auxiliam no processo de aprendizagem, porque não só é fácil de manusear, como também é interativo, permitindo ao aluno uma mudança imediata de ponto de vista, aumentando a compreensão dos sólidos geométricos (Méxas; Guedes; Silva Tavares, 2015, p. 220). Corroborando os autores e aliando as definições acima apresentadas, as simulações dos ATs (Q3DM/GeoGebra) são eficientes para a aprendizagem de representações em 3D.

De modo geral, as definições apresentaram a resposta da pergunta de pesquisa que é: através da eficácia da realização das simulações computacionais de aplicativos adequados aos conteúdos das POs e Scs., porque os aplicativos, além de terem motivado a aprendizagem, facilitaram a resolução dos exercícios, promoveram a VE dos sólidos de forma rápida e impulsionaram a comparação das representações nos aplicativos com as representações na folha de desenho. Esses resultados podem ser comparados com os resultados do estudo de (Qin; Tao, 2018, p. 154), que argumentam que, para melhorar a qualidade da aprendizagem, é necessário mudar o modo tradicional de ensino, aplicar novas tecnologias, reforçar a prática de produção de animação 3D para auxiliar a melhora da interação entre o professor e o aluno.

Durante a realização do questionário, os alunos apresentaram-se motivados e responderam rapidamente. Os alunos resolveram o problema prático de forma interativa e colaborativa. Apesar da simulação com o uso da tecnologia, o professor continua sendo o agente mediador dos conteúdos, responsável por selecionar a tecnologia adequada ao ensino, avaliador do processo de ensino e aprendizagem. Isso significa que o professor é quem faz as intervenções pedagógicas com uso das tecnologias, planeja, organiza e conduz a mediação para sucesso-processo do processo de aprendizagem do aluno (Zanatta; Brito, 2015). Na mesma linha de pensamento com os autores, concordamos que o professor continua sendo o orientador do processo de ensino e aprendizagem.

4 Conclusão

As tecnologias 3D são primordiais para a visualização 3D dos sólidos geométricos, promovem a VE no estudo de vários temas de Desenho Técnico, oferecendo simulações de experiências virtuais em tempo curto, assim sendo, permitindo repetições das experiências e com baixo custo. Essas experiências devem-se ao rápido desenvolvimento das tecnologias nos últimos anos, em que se assistiu a muitas invenções de dispositivos tecnológicos e de informação e criação de programas espaciais de modelação 3D.

O AT Q3DM é uma ferramenta com potencial para o estudo das Pos, porque é adequado aos conceitos de representação das VOs resultantes da sua projeção. Dessa forma, estimula a aprendizagem dos alunos, por meio da sua apresentação interativa com alta resolução de nitidez dos elementos geométricos.

O AT de geometria dinâmica GeoGebra é um meio didático que gerou grande interesse e motivação nos alunos nas atividades de resolução de SCs. Por conseguinte, promoveu a VE da seção produzida em qualquer posição do plano secante no cilindro.

Respondendo à questão de investigação, os alunos melhoraram a VE no estudo das POs e Scs, por meio de simulações computacionais de exercícios práticos em 3D em ATs. Assim sendo, os alunos simularam os exercícios de forma interativa e dinâmica, o que facilitou o transporte para a folha de

desenho. Portanto, foi observada uma redução de dificuldades e um desenvolvimento de habilidades de VE. Os pressupostos da pesquisa interpretativa possibilitaram adentrar no mundo social dos alunos, para compreender, em diversas situações, qual o significado de suas ações. A tecnologia na sala de aula pode garantir bons resultados, porque permite uma representação de todos os elementos de DT e GD, mas não substitui o professor, porque o professor é o agente que desenvolve situações no ensino e integra a tecnologia relacionada com o conhecimento pretendido na aprendizagem.

Agradecimentos

O primeiro autor agradece à Fundação Calouste Gulbenkian, no âmbito do programa de apoio à formação dos PALOP e de Timor-Leste. Além disso, o último autor agradece aos Fundos Portugueses, através da FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia, no âmbito dos Projectos UIDB/00013/2020, UIDP/00013/202.

Referências

ALI, Momade Amisse; ABIBO, Taibo. Novas Tecnologias de Informação e Comunicação e Ensino Superior em Moçambique: Integração Curricular e Desafios. *Revista de Investigação em Educação*, p. 1–18, 2018. Disponível em: <https://up-mz.academia.edu/TaiboAbibo>. Acesso em: 26 set. 2023.

ALVES, George. Um estudo sobre o desenvolvimento da visualização geométrica com o uso do computador. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE – Mackenzie. [S. l.: s. n.], 2007. Disponível em: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/sbie/article/view/550/0>. Acesso em: 26 set. 2023.

AMADO, João. *Manual de investigação qualitativa em educação*. 3. ed. [S. l.]: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2017. Disponível em: <https://digitalisdsp.uc.pt/jspui/bitstream/10316.2/35271/1/Manual%5C%20de%5C%20investiga%5C%C3%A7%C3%A3o%5C%20qualitativa%5C%20em%5C%20educa%5C%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 26 set. 2023.

BAETA, Patrícia; PEDRO, Neuza. Salas de Aula do Futuro: análise das atividades educativas desenvolvidas por professores e alunos. *Indagatio Didactica*, v. 10, n. 3, p. 81–95, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.34624/id.v10i3.11259>. Acesso em: 26 set. 2023.

BRITO, Rita. As TIC em educação pré-escolar portuguesa: Atitudes, meios e práticas de educadores e crianças. *Instituto de Educação da Universidade do Minho*, v. 311, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.26/2509>. Acesso em: 26 set. 2023.

CARBONELL-CARRERA, Carlos; SAORIN, Jose Luis; MELIAN, Dámari; LA TORRE CANTERO, Jorge de. 3D creative teaching-learning strategy in surveying engineering education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, v. 13, n. 11, p. 7489–7502, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.12973/ejmste/78757>. Acesso em: 26 set. 2023.

CHIVAI, Cacilda Helena; SOARES, Armando Assunção; CATARINO, Paula. Cube test applied to the study of orthogonal projections: spatial development promoted by Qubism 3D Modeling. *Open Education Studies*, v. 4, n. 1, p. 356–366, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/edu-2022-0177>. Acesso em: 26 set. 2023.

COHEN, Cheryl; BAIRAKTAROVA, Diana. A cognitive approach to spatial visualization assessment for first-year engineering students. *The Engineering Design Graphics Journal*, v. 82, n. 3, p. 1–19, 2018. Disponível em: <http://www.edgj.org/index.php/EDGJ/article/view/702>. Acesso em: 26 set. 2023.

COULON, Alain. *Etnometodologia e Educação*. Petrópolis: Vozes, 1995. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4216052/mod%5C_resource/content/0/AULA%5C%2011%5C_Coulon%5C%20-%5C%20Etnometodologia.pdf. Acesso em: 26 set. 2023.

COUTINHO, Clara Pereira. *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática*. 2. ed. [S. l.: s. n.], 2011. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/barbaramorim/2011-metodologia-de-investigao-em-cincias-sociais-e-humanas-teoria-e-prtica>. Acesso em: 26 set. 2023.

FIANTIKA, Feny Rita; MAKNUN, Churun L; BUDAYASA, I Ketut; LUKITO, Agung. Analysis of students' spatial thinking in geometry: 3D object into 2D representation. *Journal of Physics: Conference Series*,

v. 1013, n. 1, p. 012140, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012140>. Acesso em: 26 set. 2023.

GARNELI, Varvara; CHORIANOPOULOS, Konstantinos. Programming video games and simulations in science education: exploring computational thinking through code analysis. *Interactive Learning Environments*, v. 26, n. 3, p. 386–401, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ITSE-11-2018-0097>. Acesso em: 26 set. 2023.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. [S. l.]: Atlas, 2002. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo%5C_C1%5C_como%5C_elaborar%5C_projeto%5C_de%5C_pesquisa%5C_-%5C_antonio%5C_carlos%5C_gil.pdf. Acesso em: 26 set. 2023.

JESUS, Andressa Rezende De; OLIVEIRA, Beatriz De Jesus; OLIVEIRA, Livia Fernanda Sandes de. Uso Do Software Geogebra Como Alternativa Ao Ensino Da Geometria Descritiva Na Engenharia. *Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE*, v. 5, n. 2, p. 143–143, 2019. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/view/6993>. Acesso em: 26 set. 2023.

KAPPERS, Wendi; CUTLER, Stephanie. Simulation to application. The use of computer simulations to improve real-world application of learning. *Computers in Education Journal*, v. 7, n. 1, p. 64–74, 2016. Disponível em: <https://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1379%5C&context=publication>. Acesso em: 26 set. 2023.

KUNKLER, Kevin. The role of medical simulation: an overview. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*, v. 2, n. 3, p. 203–210, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/rcs.101>. Acesso em: 26 set. 2023.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina Andrade. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 5. ed. [S. l.]: Atlas S.A, 2003. Disponível em: http://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy%5C_of%5C_historia-i/historia-ii/china-e-india/view. Acesso em: 26 set. 2023.

LAMB, Richard Leonard; ANNETTA, L; FIRESTONE, Jonah; ETOPIO, Elisabeth. A meta-analysis with examination of moderators of student cognition, affect, and learning outcomes while using serious educational games, serious games, and simulations. *Computers in Human Behavior*, v. 80, p. 158–167, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.10.040>. Acesso em: 26 set. 2023.

LIBÂNEO, José Carlos. *Didática*. 2. ed. [S. l.]: Cortez, 2013. Disponível em: https://www.professorrenato.com/attachments/article/161/Didatica%5C%20Josecarloslibaneo%5C_obra.pdf. Acesso em: 26 set. 2023.

ŁUKASZEWICZ, Andrzej; SKORULSKI, Grzegorz; SZCZEBIOT, Ryszard. The main aspects of training in the field of computer-aided techniques (CAx) in mechanical engineering. In: PROCEEDINGS of 17th International Scientific Conference on Engineering for Rural Development. [S. l.: s. n.], 2018. p. 865–870. Disponível em: <https://doi.org/10.22616/ERDev2018.17.N49>. Acesso em: 26 set. 2023.

MÉXAS, José Geraldo Franco; GUEDES, Karla Bastos; SILVA TAVARES, Ronaldo da. Stereo orthogonal axonometric perspective for the teaching of Descriptive Geometry. *Interactive Technology and Smart Education*, v. 12, n. 3, p. 222–240, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ITSE-09-2014-0027>. Acesso em: 26 set. 2023.

MORI, Katia Gonçalves. A Mediação Pedagógica e o uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação na Escola. In: XI Encontro de pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Educação: Currículo. [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: https://www4.pucsp.br/webcurriculo/edicoes%5C_anteriores/encontropesquisadores/2013/downloads%20anais%5C_encontro%5C_2013/oral/katia%5C_regina%5C_goncalves%5C_mori.pdf. Acesso em: 26 set. 2023.

NÓVOA, António. Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. *Cadernos de pesquisa*, n. 47, p. 1106–1133, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/WYkPDBFzMzrvnbsbYjmvCbd/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 26 set. 2023.

OLIVEIRA VARGAS DA SILVA, Quezia de; FLORES VICTÉR, Eline das. Aprendizagem Significativa E A Geometria Espacial-Uma Abordagem Com O Uso Do Geogebra 3d. *Revista Uniabeu*, v. 25, n. 10, 2017. Disponível em: <https://revista.uniabeu.edu.br/index.php/RU/article/viewFile/2898/pdf>. Acesso em: 27 set. 2023.

OMAR, Marliisa; ALI, Dayana Farzeeha; NASIR, Ahmad Nabil; SUNAR, Mohd Shahrizal. AREDApps: Integrating mobile augmented reality in orthographic projection teaching and learning. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, v. 8, n. 1C2, p. 821–825, 2019.

PRENSKY, Marc. Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon*, v. 9, n. 5, p. 1–6, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>. Acesso em: 26 set. 2023.

QIN, Zhenyan; TAO, Zonghua. Construction of SOA Based VR Technology in Animation Teaching. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, v. 13, n. 5, p. 153–164, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i05.8435>. Acesso em: 26 set. 2018.

REGO, Teresa Cristina. *Vygotsky uma perspectiva histórico-cultural da educação*. Petrópolis: Vozes, 1995.

SIAHAAN, Parsaoran; SURYANI, Ajeng; KANIAWATI, Ida; SUHENDI, Endi; SAMSUDIN, Achmad. Improving students' science process skills through simple computer simulations on linear motion conceptions. *Journal of Physics: Conference Series*, v. 812, n. 1, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/812/1/012017>. Acesso em: 26 set. 2023.

SUZUKI, Kenjiro. Activities of the Japan society for graphic scienceresearch and education. *Journal for Geometry and Graphics*, v. 6, n. 2, p. 221–229, 2002. Acesso em: 27 set. 2023.

VYGOTSKII, Lev Semenovich; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alex Nikolaevich. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. 11. ed. [S. l.]: Ícone, 1988. Disponível em: <https://www.unifal-mg.edu.br/humanizacao/wp%20content/uploads/sites/14/2017/04/VIGOTSKI-Lev-Semenovitch-Linguagem-Desenvolvimento-e-Aprendizagem.pdf>. Acesso em: 27 set. 2023.

YIN, Robert. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3. ed. [S. l.]: Bookman, 2005. Disponível em: <https://ria.ufrn.br/jspui/handle/123456789/943>. Acesso em: 27 set. 2023.

ZANATTA, Beatriz Aparecida; BRITO, Maria Aparecida de. Mediação pedagógica com uso das tecnologias digitais na educação. *Educativa*, v. 18, n. 1, p. 8–23, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.18224/educ.v18i1.4248>. Acesso em: 27 set. 2023.

Contribuições dos autores

Cacilda Helena Chivai: Conceituação, Aquisição de financiamento, Investigação, Programas, Escrita – rascunho original, Escrita – revisão e edição; **Armando Assunção Soares**: Análise formal, Recursos; **Paula Catarino**: Metodologia, Administração de projetos.