

A MATERIALIZAÇÃO DA MODELAGEM DE DADOS: o uso de Realidade Aumentada com Unity e Vuforia no ensino de TI

Felipe Madison da Silva Veloso[1]
Lázaro Vinícius de Oliveira Lima[2]
Cristiane Jorge de Lima Bonfim[3]

RESUMO: Esta pesquisa de desenvolvimento tecnológico e metodológico, fundamentada na abordagem de *Design-Based Research (DBR)*, investiga a alta carga cognitiva no ensino de modelagem relacional de banco de dados, frequentemente agravada por representações bidimensionais estáticas. O estudo apresenta o desenvolvimento de um protótipo interativo em Realidade Aumentada (RA) criado no motor gráfico *Unity 3D* com o *Vuforia Engine*, visando materializar a construção de Diagramas Entidade-Relacionamento (DER). A solução utiliza marcadores físicos (*Image Targets*) para rastrear entidades no espaço. A lógica computacional, implementada em *scripts C#*, calcula a distância euclidiana entre os marcadores para identificar intenções de ligação. Quando a proximidade é detectada, o sistema gera dinamicamente conexões visuais tridimensionais através do componente *LineRenderer*, enquanto informações de cardinalidade e nomes de tabelas são renderizados com *TextMeshPro* diretamente no ambiente de Realidade Aumentada. Esta abordagem permite que o esforço cognitivo do estudante seja direcionado à arquitetura de dados e regras de negócio, reduzindo as barreiras de abstração ao ancorar informações lógicas no ambiente físico de forma tangível e interativa, otimizando significativamente o processo de ensino e aprendizagem em tecnologia da informação.
Palavras-chave: realidade aumentada, *Unity 3D*, *Vuforia*, modelagem relacional, diagrama entidade-relacionamento.

ABSTRACT: This technological and methodological development research, based on the Design-Based Research (DBR) approach, investigates the high cognitive load in teaching relational database modeling, often aggravated by static two-dimensional representations. The study presents the development of an interactive Augmented Reality (AR) prototype created in the Unity 3D graphic engine with the Vuforia Engine, aiming to materialize the construction of Entity-Relationship Diagrams (ERD). The solution uses physical markers (Image Targets) to track entities in space. The computational logic, implemented in C# *scripts*, calculates the Euclidean distance between markers to identify connection intentions. When proximity is

[1] Graduando em Tecnologia em Sistemas para Internet no Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação de Brasília – Campus Brasília. E-mail: felipemadson190@gmail.com
[2] Graduado em Tecnologia em Informática pelo Instituto Federal de Goiás (IFG), Mestre em Computação Gráfica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Doutor em Informática pela Universidade do Minho (UMinho) - Portugal. Email: lazaro.lima@ifb.edu.br.
[3] Bacharel em Sistemas de Informação, Doutora em Multimédia em Educação e Professora do Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação de Brasília – Campus Brasília. E-mail: cristiane.bonfim@ifb.edu.br.

detected, the system dynamically generates three-dimensional visual connections through the LineRenderer component, while cardinality information and table names are rendered with TextMeshPro directly within the augmented reality environment. This approach allows the student's cognitive effort to be directed toward data architecture and business rules, reducing abstraction barriers by anchoring logical information in the physical environment in a tangible and interactive way, significantly optimizing the teaching and learning process in information technology.
Keywords: augmented reality, Unity 3D, Vuforia, relational modeling, entity-relationship diagram.

Introdução

A modelagem conceitual de bancos de dados, especialmente por meio de Diagramas Entidade-Relacionamento (DER), ocupa posição central na formação em tecnologia da informação, mas é recorrentemente descrita pelos estudantes como uma das etapas mais complexas do curso. Essa dificuldade decorre do fato de que o aluno precisa traduzir requisitos de negócio ambíguos em estruturas lógicas rígidas, coordenando ao mesmo tempo o nível de abstração, o contexto do domínio da aplicação e as regras sintáticas e semânticas dos diagramas, o que impõe uma alta carga cognitiva (Makovska et al., 2025; Gürtl *et al*., 2025). A literatura evidencia que essa mediação *2D* atua como um gargalo na aprendizagem. Abdelaziz et al. (2025) mostram que, quando a visualização da estrutura de dados permanece apenas no plano simbólico, tornam-se frequentes concepções equivocadas relacionadas à determinação de cardinalidades, à interpretação de relacionamentos complexos e ao escopo de entidades.

Nesse contexto tecnológico emergente, a combinação do motor gráfico *Unity 3D* com o *kit* de desenvolvimento *Vuforia* configura uma infraestrutura robusta e flexível para o desenvolvimento de protótipos educacionais baseados em RA, ao oferecer recursos de rastreamento de marcadores (*Image Targets*), renderização de modelos *3D* e processamento de interações em tempo real (Al Husaeni; Munir; Rasim, 2024). O presente trabalho tem como objetivo explorar e propor o desenvolvimento de um protótipo em Realidade Aumentada orientado ao ensino de modelagem e arquitetura de dados estruturados. Tendo como objetivo a materialização visual de Diagramas de Engenharia de Software, usando como caso de uso os Diagramas Entidade-Relacionamento, por meio de *Unity 3D* aliado ao *Vuforia*, a proposta permite que os estudantes manipulem fisicamente marcadores que representam entidades e visualizem, em tempo real, os relacionamentos gerados entre elas.

A metodologia de desenvolvimento integra *scripts* em *C#* para monitorar a posição dos marcadores, calcular a proximidade entre entidades e criar dinamicamente as conexões visuais no cenário aumentado, de forma a alinhar a sintaxe teórica da modelagem relacional com uma experiência concreta, interativa e potencialmente menos sobrecarregada do ponto de vista cognitivo. Para o próximo, abordaremos o levantamento técnico e teórico do projeto.

Referencial teórico

A modelagem relacional de bancos de dados constitui um dos pilares da formação em tecnologia da informação, pois envolve a identificação de entidades, atributos e relacionamentos representados por meio de Diagramas Entidade-Relacionamento (DER). Contudo, estudos recentes apontam que essa etapa é percebida pelos estudantes como uma tarefa de alta complexidade, pois exige a tradução de requisitos de negócio em estruturas formais, o domínio de regras sintáticas e semânticas e a articulação de múltiplas camadas de abstração (Makovska et al., 2025; Gürtl et al., 2025).

Nesse cenário, a combinação do motor gráfico *Unity 3D* com o *Vuforia Engine* se consolida como uma infraestrutura técnica robusta para a implementação dessa interface tangível aplicada à modelagem de dados. Ao unir essa base tecnológica às evidências sobre redução de carga cognitiva proporcionada por visualizações tridimensionais, o presente estudo fundamenta a proposta de um artefato que materializa entidades e relacionamentos, buscando superar as barreiras de abstração impostas pelo ensino *2D* tradicional e contribuir para a mitigação das concepções equivocadas identificadas por Makovska et al. (2025), Gürtl et al. (2025) e Abdelaziz et al. (2025).

Metodologia e solução tecnológica

A solução proposta foi desenvolvida sob a abordagem de *Design-Based Research (DBR)* elaborada por Matta (2014), tendo o *Unity 3D* como núcleo de representação gráfica e controle de interação, integrado ao *Vuforia Engine* como motor de rastreamento em Realidade Aumentada. O *Vuforia* foi empregado para gerenciamento dos *Image Targets*, de modo que cada marcador físico impresso corresponde a uma entidade específica, funcionando como âncora espacial para o posicionamento estável dos modelos *3D*.

A lógica computacional do protótipo foi implementada em *C#*, por meio de *scripts* que monitoram continuamente a cena em busca de marcadores ativos e atualizam suas posições e rotações a cada frame. A detecção de relacionamentos entre entidades baseia-se no cálculo da distância euclidiana entre os marcadores reconhecidos: quando dois *Image Targets* se aproximam abaixo de um raio de proximidade pré-definido, o sistema interpreta essa ação como intenção de ligação, acionando a criação automática de um vínculo relacional. Essa conexão é materializada visualmente com componentes do tipo *LineRenderer*, responsáveis por desenhar arestas tridimensionais entre as tabelas, e enriquecida com elementos textuais configurados em *TextMeshPro*, que permitem identificar entidades, relacionamentos e, quando necessário, indicar cardinalidades e outros atributos semânticos diretamente no espaço aumentado.

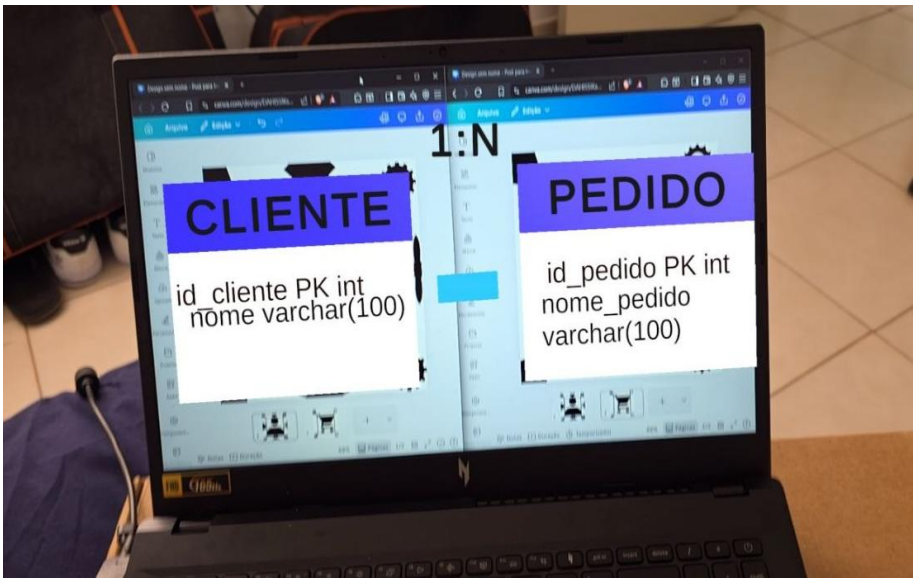
Resultados

Os resultados parciais obtidos com o desenvolvimento do protótipo em Realidade Aumentada indicam que a arquitetura técnica baseada na integração entre *Unity 3D* e *Vuforia* é funcional e estável para o contexto de modelagem de dados. Em ambiente de testes, o *Vuforia* demonstrou capacidade consistente de detecção e rastreamento dos marcadores físicos do tipo *Image Target*, mantendo a ancoragem dos modelos tridimensionais sobre as tags mesmo diante de variações moderadas de iluminação e de movimento da câmera.

Do ponto de vista da visualização das estruturas relacionais, os *scripts* em *C#* responsáveis pelo cálculo da distância euclidiana entre os marcadores se mostraram eficazes para acionar a criação automática de relacionamentos no cenário aumentado. Ao aproximar fisicamente dois marcadores associados a entidades distintas, o sistema identifica quando a distância entre eles atinge o raio de proximidade configurado e, em seguida, gera uma conexão tridimensional utilizando componentes do tipo *LineRenderer*, acompanhada da indicação de cardinalidade, como “1:N”, renderizada com suporte de *TextMeshPro*.

Esses resultados iniciais do protótipo reforçam a hipótese de que a visualização tridimensional do DER em um ambiente interativo contribui para redistribuir a carga cognitiva associada à modelagem de dados, conforme pode ser observado na Figura 1, que mostra Visualização, pela câmera do dispositivo móvel, do modelo entidade-relacionamento em Realidade Aumentada, ilustrando o funcionamento do sistema durante o desenvolvimento.

Figura 1 – Visualização do DER em RA



Fonte: Elaboração do autor (2026).

Esses resultados iniciais do protótipo reforçam a hipótese de que a visualização tridimensional do DER em Realidade Aumentada em um ambiente interativo que contribui para redistribuir a carga cognitiva associada à modelagem de dados.

Referências bibliográficas:

ABDELAZIZ, Noha et al. Identifying and addressing common undergraduate database design conceptual misunderstandings. **Frontiers in Education**, Lausanne, v. 10, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1554089. Acesso em: 10 abr. 2026.

AL HUSAENI, Dwi Novia; MUNIR, M.; RASIM, R. How to Create Augmented Reality (AR) Applications Using Unity and Vuforia Engine to Teach Basic Algorithm Concepts: Step-by-Step Procedure and Bibliometric Analysis. **Indonesian Journal of Teaching in Science**, Bandung, v. 4, n. 2, p. 189-204, 2024. Disponível em: https://ejournal.upi.edu/index.php/JoTis/article/view/75836. Acesso em: 10 abr. 2026.

GÜRTL, Sebastian et al. Automated Feedback on Student-Generated UML and ER Diagrams Using Large Language Models. **arXiv**, Ithaca, 2025. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2507.23470. Acesso em: 2 abr. 2026.

MAKOVSKA, Viktoriia et al. Seasoning Data Modeling Education with GARLIC: A Participatory Co-Design Framework. In: **DATA SYSTEMS EDUCATION WORKSHOP (DATAED'26)**, 5., 2026, Tampere. **Proceedings [...]** 2026 Joint Conference. [S.l.: s.n.], 2025. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2602.18274. Acesso em: 28 abr. 2026.

MATTA, Alfredo Eurico Rodrigues; SILVA, Francisca de Paula Santos da; BOAVENTURA, Edivaldo Machado. Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. **Revista da FAEEBA: Educação e Contemporaneidade**, v. 23, n. 42, p. 23–36, dez. 2014. Acesso em: 30 abr. 2026