

MER em Cena: uma plataforma interativa para aprendizagem de modelagem de Banco de Dados

Lenara Martins Taveira¹, Rosane da Silva Gomes¹

Vitória Gabrielle Kinshasa Silva de Almeida¹, Osvaldo Tavares Viana Junior¹

¹Escola Superior de Tecnologia (EST)

Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

Av. Darcy Vargas 1200 – 69050-020 – Manaus – AM – Brazil

{lmta.lic24, rdsgo.lic24, vgksda.lic24, ojuniior}@uea.edu.br

Abstract. *This work presents the development of the “MER em Cena” platform, an educational tool aimed at supporting the learning of conceptual modeling in Databases. The proposal seeks to assist students in interpreting the mini-world and identifying entities, attributes, and relationships using visual and interactive resources. The platform focuses on facilitating the understanding of the transition from a textual problem description to its diagram representation. To achieve this, strategies are used to guide students during the model construction process. As a result, this work aims to reduce abstraction-related difficulties and improve the understanding of conceptual modeling concepts.*

Resumo. *Este trabalho apresenta o desenvolvimento da plataforma “MER em Cena”, uma ferramenta educacional para apoio à aprendizagem de modelagem conceitual em Banco de Dados. Um questionário diagnóstico aplicado a 24 estudantes de graduação em Computação revelou que 46,9% consideram a interpretação do mini-mundo a etapa mais difícil, motivando a construção de uma persona como base para o desenvolvimento da plataforma. Fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1968) e na Teoria da Carga Cognitiva de Sweller (1988), a plataforma utiliza animações narrativas, marcação visual e canvas interativo com feedback pedagógico, visando reduzir dificuldades de abstração na modelagem conceitual.*

1. Introdução

O ensino de Banco de Dados é uma etapa importante na formação de estudantes da área de Computação, envolvendo conhecimentos sobre organização e representação de informações em sistemas computacionais. Nesse contexto, a modelagem conceitual destaca-se como etapa inicial no desenvolvimento de um banco de dados, permitindo representar os elementos de um domínio sem depender dos detalhes de implementação (Heuser, 2009). O Modelo Entidade-Relacionamento, proposto por Chen (1976), tornou-se uma das abordagens mais utilizadas para representar entidades, atributos e relacionamentos de um domínio. Segundo Elmasri e Navathe (2016), a modelagem envolve a identificação dos conceitos relevantes de uma aplicação e das relações entre eles, servindo de base para as etapas posteriores da construção do banco de dados.

Apesar de sua importância, o MER apresenta dificuldades para estudantes em contato inicial com a disciplina. Rosenthal et al. (2023) identificam que a modelagem conceitual envolve um conjunto complexo de processos cognitivos, e que estudantes iniciantes frequentemente enfrentam dificuldades para interpretar descrições textuais e identificar os elementos do modelo a partir delas. Um questionário diagnóstico aplicado a 24 estudantes da área de Computação indicou que 46,9% consideram "entender o cenário descrito" a etapa mais difícil, percentual superior à soma das demais dificuldades citadas. Esse resultado sugere que muitas ferramentas ainda oferecem pouco suporte à interpretação do mini-mundo. Este artigo apresenta o MER em Cena, uma plataforma web interativa para apoio à aprendizagem de modelagem conceitual em Banco de Dados. O restante do artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o referencial teórico; a Seção 3 discute os trabalhos relacionados; a Seção 4 descreve a metodologia e a definição da persona; a Seção 5 apresenta a plataforma, os resultados emergentes e as ameaças de validade; e a Seção 6 apresenta as considerações finais e trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico

2.1. Modelagem Entidade-Relacionamento e o Ensino de Banco de Dados

O Modelo Entidade-Relacionamento (MER) foi proposto por Chen (1976) como uma forma de representar dados e suas relações sem considerar detalhes específicos de implementação. Com o passar dos anos, tornou-se uma das abordagens mais utilizadas no ensino de Banco de Dados em cursos da área de Computação. De acordo com Heuser (2009), o MER é formado principalmente por entidades, atributos e relacionamentos, elementos responsáveis por representar as informações de um domínio. Para Elmasri e Navathe (2016), a modelagem conceitual consiste em identificar os conceitos importantes de uma aplicação e compreender como eles se relacionam, servindo como base para o desenvolvimento do banco de dados.

Apesar de ser amplamente utilizado, o aprendizado de MER não depende apenas da compreensão das notações gráficas. O estudante também precisa interpretar corretamente o contexto apresentado nos enunciados e identificar informações que muitas vezes aparecem de forma implícita. Foss (2022) destaca que a avaliação de diagramas conceituais pode ser considerada complexa, principalmente porque diferentes soluções podem ser válidas ao mesmo tempo e porque a interpretação semântica do diagrama influencia diretamente na modelagem construída.

2.2. Aprendizagem Significativa e Teoria da Carga Cognitiva

A Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvida por Ausubel (1968), defende que novos conhecimentos são aprendidos de maneira mais eficiente quando conseguem se relacionar com conhecimentos que o estudante já possui. No contexto do ensino de MER, utilizar exemplos próximos da realidade dos alunos pode facilitar a compreensão dos conceitos e tornar o processo de abstração menos difícil. Dessa forma, apresentar o mini-mundo por meio de situações familiares ao estudante facilita a transição para a abstração formal do MER.

Além disso, a Teoria da Carga Cognitiva, proposta por Sweller (1988), explica que o excesso de informações ou uma apresentação inadequada do conteúdo pode dificultar o processo de aprendizagem. A teoria divide a carga cognitiva em três tipos: intrínseca, relacionada à complexidade do conteúdo; irrelevante, causada pela forma como a informação é apresentada; e relevante, ligada à construção do conhecimento. No ensino de modelagem conceitual, recursos visuais, destaques em elementos importantes do texto e animações contextualizadas podem ajudar a reduzir distrações e direcionar a atenção do estudante para os conceitos principais.

3. Trabalhos Relacionados

O brModeloWeb (Mota et al., 2022) é uma ferramenta CASE educacional amplamente utilizada no ensino de Banco de Dados no Brasil, com mais de 14 mil usuários e média de 84% no questionário SUS. O AutoER (Foss, 2022) permite que o estudante selecione palavras-chave diretamente no enunciado para construir o diagrama em tempo real, alcançando escore SUS de 77,8 em avaliação com 44 estudantes. O KERMIT/EER-Tutor (Suraweera e Mitrović, 2002; Mitrović e Holland, 2020) é um Sistema Tutor Inteligente que fornece dicas graduais ao longo da resolução, reportando aumento de engajamento de 77% para 98% com o uso obrigatório da ferramenta. O LabDER (Lino, 2021) foi desenvolvido para avaliação automática de diagramas ER e comandos SQL, enquanto o DUET (Gürtl et al., 2025) utiliza Large Language Models para gerar feedback automatizado sobre diagramas UML e ER. De maneira geral, nenhuma dessas ferramentas aborda a etapa de interpretação do mini-mundo. O Quadro 1 sistematiza essa comparação.

Critério	brModelo	AutoER	KERMIT/ER-Tutor	LabDER	DUET	MER em Cena
Suporte à interpretação do mini-mundo	Não Possui	Parcial	Não Possui	Não Possui	Não Possui	Possui
Contextualização visual/narrativa do cenário	Não Possui	Não Possui	Não Possui	Não Possui	Não Possui	Possui
Destaque visual de elementos no enunciado	Não Possui	Possui	Possui	Não Possui	Não Possui	Possui
Feedback pedagógico em tempo real	Não Possui	Possui	Possui	Possui	Possui	Possui
Avaliação automática do diagrama	Não Possui	Possui	Possui	Possui	Possui	Não Possui
Ferramenta web	Não Possui	Possui	Possui	Não Possui	Possui	Possui

Tabela 1. Comparação entre ferramentas de apoio ao ensino de modelagem conceitual

4. Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como aplicada, com abordagem qualitativa, voltada ao desenvolvimento de uma solução educacional digital para o ensino de Banco de Dados. O público-alvo é formado por estudantes do ensino superior e técnico da área de Computação que cursam ou cursaram a disciplina de Banco de Dados. O percurso metodológico foi organizado em quatro etapas sequenciais e iterativas: diagnóstico, planejamento, desenvolvimento e avaliação.

A aplicação inicial do estudo foi conduzido em conformidade com a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, que regulamenta pesquisas em Ciências Humanas e Sociais, sendo considerado isento de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), nos termos do Art. 1º, Parágrafo Único, da referida resolução, por tratar-se de pesquisa educacional com dados anonimizados. A aplicação dos testes e questionários diagnósticos com os participantes ocorreu de forma estritamente voluntária e anônima. Os dados operacionais coletados foram tratados de maneira agregada e confidencial, exclusivamente para fins de validação de usabilidade e engenharia de requisitos da ferramenta, em conformidade com as diretrizes éticas de pesquisa e com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

Em paralelo, foi elaborado e aplicado o questionário diagnóstico descrito na Seção 4.1, cujos resultados orientaram a definição dos requisitos funcionais e pedagógicos da plataforma. Com base nesses dados, a equipe delimitou o escopo do protótipo inicial aos elementos fundamentais da modelagem — entidades, relacionamentos, atributos e cardinalidades — documentando herança e agregação como propostas para versões futuras. A etapa de planejamento envolveu a elaboração do roteiro narrativo do mini-mundo e do protótipo de alta fidelidade da interface. O cenário foi baseado em uma maternidade, de modo a favorecer a ativação de subsunçores conforme defendido por Ausubel (1968). Devido à escassez de recursos visuais gratuitos com coesão estética, optou-se pelo uso de Inteligência Artificial Generativa para a criação de ilustrações personalizadas para o cenário.

A plataforma foi implementada utilizando HTML, CSS e JavaScript, responsáveis pela estrutura, estilização e interação da aplicação. O protótipo passou por ciclos internos de testes alpha (caixa-branca e caixa-preta), voltados à estabilidade da interface e ao funcionamento dos mecanismos de interação. Para mitigar a carga cognitiva intrínseca (Sweller, 1988) da modelagem, a interface foi projetada com um layout de tela dividida (split-layout). O painel esquerdo apresenta o cenário contextualizado e o painel direito atua como a área de trabalho. Esta disposição respeita o Princípio da Contiguidade Espacial de Mayer, garantindo que o texto e a representação gráfica sejam processados em conjunto.

A etapa de avaliação é conduzida com base na persona definida pelo levantamento diagnóstico realizado com estudantes. A persona representa um estudante iniciante em modelagem de dados que possui conhecimento teórico dos elementos do MER, mas encontra dificuldade em identificá-los e organizá-los a partir de uma descrição textual. Com base nessa caracterização, cada funcionalidade da plataforma é analisada em relação às dores mapeadas: a dificuldade de interpretar o mini-mundo é confrontada com o módulo de animação narrativa; a dificuldade de identificar os elementos do modelo é confrontada com o destaque visual no enunciado; e a dificuldade de construir o diagrama sem orientação é confrontada com o módulo de feedback pedagógico em tempo real e o mascote guia. Essa abordagem permite avaliar a coerência entre o problema identificado empiricamente e as soluções propostas, orientando os ajustes finais antes da disponibilização da plataforma e servindo de base para testes de usabilidade com estudantes de Banco de Dados.

4.1. Definição da Persona e Dores Identificadas

Para compreender melhor as dificuldades enfrentadas pelos estudantes durante a modelagem conceitual, foi aplicado um questionário¹ diagnóstico com 24 alunos de cursos da área de TI (Licenciatura em Computação, Sistemas de Informação e Engenharia de Computação) que cursam ou já cursaram a disciplina de Banco de Dados. O instrumento foi estruturado em três eixos principais de investigação: Eixo 1 - Perfil Acadêmico e Experiência Prévia: Perguntas relacionadas ao curso dos participantes, o nível de contato com a disciplina de Banco de Dados e se o estudante já havia realizado a construção prática de diagramas conceituais. Eixo 2 - Autoavaliação e Dificuldades Encontradas: Perguntas relacionadas ao nível autodeclarado de conhecimento no Modelo Entidade-Relacionamento (MER), a capacidade percebida de extrair elementos a partir de descrições textuais e a identificação exata de qual etapa do processo de modelagem é considerada a mais complexa. Eixo 3 - Validação Conceitual e Percepção de Valor: Foi avaliado a aceitação dos alunos quanto à proposta de uma plataforma interativa como ferramenta de apoio ao estudo, além de coletar sugestões qualitativas abertas.

Os resultados mostraram que 46,9% dos participantes consideram “entender o cenário descrito (mini-mundo)” a etapa mais difícil do processo de modelagem. Esse percentual mostrou-se superior à soma de todas as demais dificuldades combinadas citadas pelos respondentes. Em relação à identificação de entidades, atributos e relacionamentos a partir de textos, embora 42,9% tenham afirmado realizar a atividade facilmente, uma parcela expressiva de 33,3% relatou possuir certa dificuldade, somada a alunos que declararam conseguir apenas às vezes. Esses dados empíricos indicam que muitos estudantes dominam os conceitos teóricos isolados do MER, mas enfrentam severas barreiras cognitivas no momento de interpretar o mini-mundo e transpor uma descrição textual em um diagrama conceitual estruturado. Com base nesses resultados, foi definida a persona principal da plataforma: Rafael Souza, 21 anos, estudante de Licenciatura em Computação cursando a disciplina de Banco de Dados. Rafael domina os conceitos básicos do MER, mas apresenta dificuldade em interpretar enunciados e identificar seus elementos em um contexto textual, além de não encontrar ferramentas que o orientem nesse processo. Essa persona norteou as decisões de design e as funcionalidades implementadas no MER em Cena.



Figura 1. Persona desenvolvido com base nas respostas do questionário.

¹Disponível em: <https://anonymous.4open.science/r/DadosMER/README.md>

5. Resultados e Discussão: A Ferramenta como Solução para as Dores da Persona

Os resultados obtidos com o MVP do MER em Cena indicam, em caráter preliminar, que a ferramenta foi desenvolvida para atuar não apenas como um editor gráfico, mas como um suporte estratégico às dificuldades identificadas no levantamento diagnóstico. Cabe ressaltar que esses benefícios pedagógicos configuram-se, neste estágio da pesquisa, como hipóteses fundamentadas no referencial teórico e no diagnóstico realizado, não decorrendo de avaliações empírica com estudantes ou especialistas, as quais constituem uma etapa futura da pesquisa.

5.1. A Plataforma como Resposta às Dores da Persona

O MER em Cena foi concebido para resolver três lacunas principais identificadas durante o levantamento diagnóstico: a dificuldade de interpretação do mini-mundo, a insegurança durante a modelagem e a ausência de ferramentas orientadas ao aprendizado. A primeira dificuldade observada foi a interpretação do cenário descrito nos enunciados. Para reduzir esse problema, a plataforma utiliza uma combinação de animações narrativas e marcações visuais no texto. Enquanto a animação contextualiza o domínio do problema, funcionando como um organizador prévio, elementos importantes são destacados na descrição textual, auxiliando o estudante na identificação de entidades, atributos e relacionamentos presentes no mini-mundo.

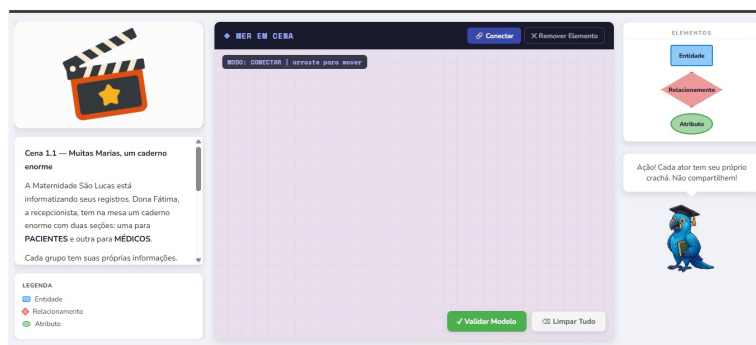


Figura 2. Tela inicial da plataforma MER em Cena apresentando a contextualização narrativa do mini-mundo e os elementos introdutórios da interface.

Outra dificuldade identificada refere-se à insegurança enfrentada pelos estudantes durante a construção do modelo conceitual. Muitos estudantes compreendem os conceitos do MER, porém encontram dificuldades ao transformar essas informações em um diagrama visual. Como forma de apoio, a plataforma incorpora um NPC denominado Diretor, responsável por fornecer orientações e feedbacks durante a atividade. Esse recurso busca substituir a sensação de incerteza por um acompanhamento contínuo durante a modelagem.

Além disso, observou-se que muitas ferramentas utilizadas no ensino de Banco de Dados concentram-se na criação livre de diagramas. Em resposta a essa limitação, o MER

em Cena implementa um Tutor Baseado em Restrições que realiza validações sintáticas em tempo real, fundamentadas nas restrições estruturais do Modelo Entidade-Relacionamento de Peter Chen. Assim, o sistema impede conexões inválidas e outras violações das regras da notação, apresentando alertas visuais imediatos. Complementarmente, realiza uma validação semântica sob solicitação do estudante, comparando o diagrama construído com uma solução de referência previamente definida para o cenário proposto.. Com base nessa comparação, o NPC Diretor fornece feedback sobre a adequação da modelagem ao mini-mundo.

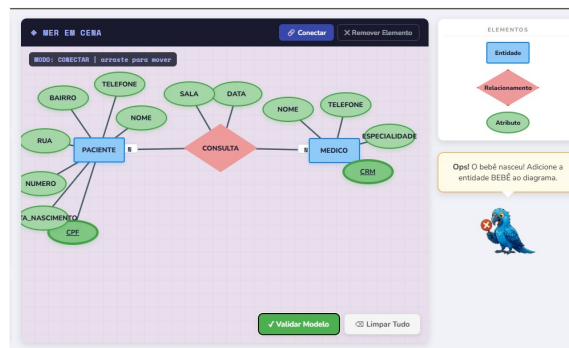


Figura 3. Exemplo de modelagem mais completa no MER em Cena, contendo múltiplas entidades, relacionamentos e mecanismos de validação visual em tempo real.

De maneira geral, os resultados emergentes observados durante o desenvolvimento do MVP sugerem que a combinação entre narrativa contextualizada, recursos visuais e feedback pedagógico pode contribuir para reduzir as dificuldades relacionadas à interpretação do mini-mundo e à construção inicial de diagramas conceituais, conforme discutido anteriormente. Além disso, o protótipo² funcional do MER em Cena encontra-se disponível para acesso e testes através do repositório online.

5.2. Ameaças de Validade

Por tratar-se de uma pesquisa em estágio inicial de resultados emergentes, a avaliação conduzida assume um caráter formativo e exploratório. O foco desta etapa reside na validação da coerência interna das funcionalidades propostas e na aceitação conceitual da interface, servindo como linha de base para futuros testes experimentais com grupos de controle em maior escala. O questionário diagnóstico contou com 24 participantes, configurando uma amostra de conveniência limitada que restringe a generalização estatística ampla dos resultados para a totalidade de estudantes de TI de forma irrestrita. No entanto, sob a perspectiva do Design Centrado no Usuário e da Engenharia de Requisitos, o tamanho da amostra mostrou-se inteiramente satisfatório para o escopo atual da solução. A literatura de Interação Humano-Computador (IHC) estabelece que amostras qualitativas dessa magnitude são altamente eficazes para saturar a identificação de dores recorrentes e mapear com precisão o comportamento padrão de um perfil de usuário. Dessa forma, os dados

²Disponível em: <https://anonymous.4open.science/r/Projeto-MER-em-Cena-6850/README.md>

coletados foram robustos o suficiente para identificar padrões consistentes nas dificuldades relatadas, o que permitiu orientar os requisitos funcionais da plataforma e embasar empiricamente a construção da persona.

Uma segunda limitação refere-se à ausência de validação com usuários reais externos à equipe de desenvolvimento. Até o presente estágio da pesquisa, a plataforma foi avaliada exclusivamente pelos próprios autores, em ciclos internos de testes alpha nos formatos caixa-branca e caixa-preta, não havendo, portanto, validação por estudantes ou especialistas externos ao grupo. Essa etapa está prevista para a próxima fase do trabalho, a qual incluirá testes de usabilidade com estudantes que cursam ou já cursaram a disciplina, bem como avaliação por especialistas da área de Banco de Dados e de Informática na Educação. O MER em Cena encontra-se em estágio de protótipo funcional, com funcionalidades implementadas e hipóteses pedagógicas definidas, o que permite dar continuidade às próximas etapas do trabalho.

6. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

O desenvolvimento do MER em Cena demonstrou a viabilidade de utilizar recursos visuais interativos e estratégias pedagógicas para apoiar o ensino de modelagem conceitual em Banco de Dados. Fundamentada nas dificuldades identificadas durante o levantamento diagnóstico, a plataforma foi concebida para auxiliar estudantes na interpretação do mini-mundo e na construção de diagramas Entidade-Relacionamento, integrando narrativa contextualizada, feedback pedagógico e mecanismos de validação sintática e semântica. Embora seus benefícios educacionais ainda necessitem de validação empírica, a proposta apresenta potencial para tornar o processo de aprendizagem mais guiado e interativo.

A arquitetura modular da plataforma favorece sua evolução contínua, permitindo a incorporação de novas funcionalidades sem comprometer sua organização. Como trabalhos futuros, pretende-se aprimorar o sistema de validação semântica, ampliando a qualidade dos feedbacks fornecidos pelo NPC Diretor, além de incluir suporte a conceitos avançados da modelagem conceitual, como herança, generalização, especialização e agregação. Também estão previstas avaliações com estudantes e professores da área, visando analisar a usabilidade, a aceitação e as contribuições da ferramenta para o processo de ensino-aprendizagem. Espera-se, assim, que o MER em Cena consolide-se como um recurso complementar ao ensino de Banco de Dados, contribuindo para reduzir as dificuldades iniciais na modelagem conceitual e favorecer uma aprendizagem mais significativa.

Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

Declaramos que ferramentas de Inteligência Artificial não foram utilizadas na redação deste estudo. Todas as decisões metodológicas, aplicação do questionário diagnóstico, análise de dados e interpretações teóricas foram realizadas exclusivamente pelos autores. O uso de IA generativa restringiu-se à produção de recursos multimídia da plataforma: ilustrações e sprite do Mascote Diretor, gerados via Gemini, e áudios e vídeos narrativos dos mini-mundos, gerados por sintetizadores baseados em IA. Todos os elementos foram selecionados e ajustados pelos autores para garantir coerência visual e pedagógica.

Referências

- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Chen, P. (1976). The entity-relationship model: toward a unified view of data. *ACM Transactions on Database Systems*, 1(1):9–36.
- Elmasri, R. and Navathe, S. B. (2016). *Fundamentals of Database Systems*. Pearson, 7 edition.
- Foss, S. (2022). AutoER: A System for the Automatic Generation and Evaluation of UML Database Design Diagrams. *Dissertação (Mestrado)*, University of British Columbia (Okanagan).
- Gürtl, S., Schimetta, G., Kerschbaumer, D., Liut, M., and Steinmaurer, A. (2025). Automated feedback on student-generated UML and ER diagrams using large language models. *arXiv preprint arXiv:2507.23470*.
- Heuser, C. A. (2009). *Projeto de Banco de Dados*. Bookman, Porto Alegre, 6 edition.
- Lino, A. D. P. (2021). LabDER - Laboratório Virtual de Ensino-Aprendizagem de Banco de Dados Relacionais: uma abordagem de avaliação automática de diagramas ER e SQL. *Tese (Doutorado)*, Universidade de Coimbra.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press, New York, 2 edition.
- Mitrović, A. and Holland, J. (2020). Effect of non-mandatory use of an intelligent tutoring system on students' learning. In *Artificial Intelligence in Education*, volume 12163, pages 386–397.
- Mota, A. N., S. Neto, M. B., and Mello, R. S. (2022). Uma extensão da ferramenta brModeloWeb para o suporte à definição de visões e restrições de integridade. In *Anais Estendidos do XXXVII Simpósio Brasileiro de Banco de Dados (SBBDD)*, pages 83–88, Búzios. SBC.
- Rosenthal, K., Strecker, S., and Snoeck, M. (2023). Modeling difficulties in creating conceptual data models. *Software and Systems Modeling*, 22:1005–1030.
- Suraweera, P. and Mitrović, A. (2002). KERMIT: a constraint-based tutor for database modeling. In *Intelligent Tutoring Systems*, pages 377–387. Springer, Heidelberg.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2):257–285.