

Universidade Federal do ABC

Projeto de Pesquisa de Iniciação Científica

EDITAL Nro.: 04/2022

Título:

Uso da Animação Educativa no ensino de Projeto Lógico de Banco de dados

Palavras chave

**Animação Educativa,
Projeto de Banco de Dados, Banco de Dados Relacional**

Área de Conhecimento

Banco de Dados e Educação da Ciência da Computação

Modalidade

Voluntário

São Paulo, 31 de Maio de 2022

Resumo

A modelagem de banco de dados é essencial para suportar o desenvolvimento das aplicações e a melhoria dos processos empresariais com menores riscos. Essa atividade delimita um ramo dentro da área de banco de dados que congrega práticas, técnicas e fatores humanos inerentes ao ciclo de vida de projeto (ou engenharia) de bancos de dados corporativos. Tal ciclo é formado por três macro etapas que suportam o estabelecimento dos dados necessários a uma organização (Modelagem Conceitual), a representação (Modelagem Lógica) e a implementação eficiente (Modelagem Física) em qualquer tecnologia de Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD).

Apesar do alto inter-relacionamento, a literatura de ensino da ciência da computação (e cursos correlatos) provê atenção distinta a cada ciclo do projeto de banco de dados. Enquanto inúmeros trabalhos contribuem com o ensino da modelagem conceitual por meio de abordagens pedagógicas diversas (e.g., aprendizado baseado em problemas, sistemas tutores inteligentes) a etapa de modelagem lógica desfruta de menor destaque.

A etapa de modelagem lógica de dados é responsável “traduzir” as necessidades abstratas de dados de um universo de discurso (expressas no modelo conceitual) para uma ou mais tecnologias de SGBD. Essa etapa é composta por duas atividades primárias relevantes para a implementação de modelos de dados de boa qualidade, quais sejam a *normalização* e a *transformação*. De interesse do presente trabalho, a segunda atividade requer ponderar diferentes possibilidades de representação em uma tecnologia fundeado pelos requisitos e restrições de um universo de discurso.

Durante algumas décadas, transformar consistia na conversão de um modelo conceitual para a sua representação lógica relacional (a tecnologia dominante) correspondente. A maturidade dessas regras de conversão alinhadas a uma parcial automatização oferecida por ferramentas CASE (*Computer-aided Software Engineering*) podem simbolizar a escassez no número de abordagens ou recursos pedagógicos no ensino dessa atividade.

No entanto, abordagens tradicionais ou baseada em ferramentas CASE não externalizam claramente a conexão entre as decisões (e heurísticas) de transformação e seus resultados sobre os modelos de dados. A abordagem tradicional é fortemente dependente da proposta pedagógica do professor (e.g., forma de explanação, materiais) que pode simplificar ou pular passos decisórios. Já a segunda reduz tais decisões a um conjunto de parâmetros funcionais cujas conexões as necessidades do universo de discurso dependem do operador da ferramenta.

Nesse cenário, faz-se necessário um recurso dinâmico para o ensino da atividade de transformação de um modelo conceitual de dados para um modelo lógico que ilustrem seus passos decisórios e seus resultados de modo espacial e temporal. Seu objetivo é permitir ao estudante construir uma representação mental mais adequada da referida atividade.

Animações podem explicar o funcionamento de processos complexos (“*o que está acontecendo*”) e retratar o racional posterior aos processos (“*porque está acontecendo*”). Em vista dessa capacidade, o objetivo do presente trabalho é desenvolver uma animação 2D interativa que explicita todos os passos decisórios da atividade de transformar um modelo conceitual para modelos lógicos destinados às tecnologias de SGBD relacional.

Conteúdo

Introdução	1
Caracterização do Problema	1
Objetivos	2
Objetivo Principal	2
Fundamentos Teóricos	2
Contextualizando Dados e Informações	2
Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional e Multi-modelos	2
Projeto de Banco de Dados	3
Visualização	3
Animação e Animação Educativa	3
Sistema Cognitivo e Visual Humano	4
Aprendizado Multimídia e seu Projeto	5
Metodologia	6
Consolidar os fundamentos teóricos	6
Projetar e Implementar a Animação Educativa	6
Percepção Preliminar da Animação	7
Cronograma Previsto	7
Recursos de Apoio	7
Referências Bibliográficas	8

1 Introdução

Especialmente na última década, o avanço das tecnologias digitais propiciou a coleta e o armazenamento de um volume de dados sem precedentes. Elemento central desse avanço, a Internet propiciou o surgimento de aplicações que aproximaram pessoas naturais (e.g., Redes Sociais), que integraram cadeias produtoras e consumidoras (e.g., *Business-to-Business*), que facilitaram operações bancárias (e.g., *Internet Banking*) ou que expandiram as fronteiras do comércio (*e-Commerce*), para citar algumas. Não obstante a natureza, tais aplicações compartilham a dependência dos serviços dos sistemas gerenciadores de banco de dados (SGBD).

Nesse cenário de constante aumento da complexidade técnico-empresarial e consequente volume de dados manipulados, a modelagem de banco de dados é essencial para suportar o desenvolvimento das aplicações e a melhoria dos processos empresariais com menores riscos [1]. A modelagem de dados define um ramo dentro da área de banco de dados que congrega práticas, técnicas e fatores humanos inerentes ao ciclo de vida de projeto (ou engenharia) de bancos de dados corporativos. Tal ciclo é formado por três macro etapas que suportam o estabelecimento dos dados necessários a uma organização (Modelagem Conceitual), a representação (Modelagem Lógica) e a implementação eficiente (Modelagem Física) em qualquer tecnologia de SGBD [2].

Apesar do alto inter-relacionamento, a literatura relativa ao ensino da Ciência da Computação (e cursos correlatos) provê atenção distinta a cada ciclo do projeto de banco de dados. Enquanto inúmeros trabalhos contribuem com o ensino da modelagem conceitual por meio de abordagens pedagógicas alicerçadas em teorias de aprendizagem (e.g., *Cognitive Load* [3]), práticas de ensino (e.g., aprendizado baseado em problemas [4]) ou software educacionais (e.g., sistemas tutores inteligentes [5]) diversificados, as duas etapas restantes desfrutam de menor destaque.

1.1 Caracterização do Problema

No ciclo de vida de projeto de banco de dados, a etapa de modelagem lógica de dados (Seção 3.3) é responsável “traduzir” as necessidades abstratas de dados de um universo de discurso para uma ou mais tecnologias de SGBD. Essa etapa é composta por duas atividades primárias relevantes para a implementação de modelos de dados de boa qualidade¹, quais sejam a *normalização* e a *transformação*. Devido aos desafios de ensino e aprendizado, a normalização dispõe de algumas importantes contribuições pedagógicas fortemente baseadas no uso de visualizações de algoritmos [6][7] ou *software* educacionais [8][9][10][11] que suportam o processo de aprendizado do aluno. Em contraste, a abordagem pedagógica tradicional baseada em materiais instrucionais estáticos (os livros didáticos) e explicações ainda prevalece na discussão dos tópicos constituintes da atividade de transformação [12][13].

Durante algumas décadas, transformar consistia na conversão de um modelo conceitual para a sua representação lógica relacional (a tecnologia dominante) correspondente. A maturidade dessas regras de conversão alinhadas a uma parcial automatização oferecida por ferramentas CASE (*Computer-aided Software Engineering*) [14][15] podem simbolizar a escassez no número de abordagens ou recursos pedagógicos no ensino dessa atividade.

No entanto, transformar para um modelo lógico requer ponderar diferentes possibilidade de representação em uma tecnologia fundeado pelos requisitos e restrições de um universo de discurso. Esse processo ganhou uma nova roupagem com a consolidação de produtos de SGBD que incorporam múltiplas tecnologias (*Multi Model Databases* [16]), isto é, SGBD capazes de manipular concomitantemente dados nas estruturas relacionais, grafo e documentos, dentre outros.

¹Explicar a questão da qualidade

Uma das fortes limitações das abordagens tradicional e baseada em ferramentas CASE é a dificuldade em externalizar a clara conexão entre as decisões (e heurísticas) de transformação e seus resultados sobre os modelos de dados. A abordagem tradicional é fortemente dependente da proposta pedagógica do professor (e.g., forma de explanação, material de instrução) que pode simplificar, complicar ou tornar impreciso qualquer um dos passos decisórios. Já a segunda reduz tais decisões a um conjunto de parâmetros funcionais cujas conexões as necessidades do universo de discurso dependem do operador da ferramenta. Nesse cenário, faz-se necessário recursos para o ensino da atividade de transformação de um modelo conceitual de dados para um modelo lógico que ilustrem seus passos decisórios e seus resultados de modo espacial e temporal. Seu objetivo é permitir ao estudante construir uma representação mental mais adequada da referida atividade.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Principal

A representação temporal-espacial de visualizações já é notória no ensino de algoritmos fundamentais (e.g., ordenação, pesquisa binária) no curso de Ciência da Computação (Seção 3.4). Por sua vez, animações podem melhor explicitar procedimentos de resolução de problemas, processos complexos (*“o que está acontecendo”*), ou o racional posterior de procedimentos (*“porque está acontecendo”*). Em vista disso, o objetivo do presente trabalho é:

Desenvolver e avaliar uma animação 2D interativa combinada com explicações narradas que represente todos os passos decisórios da atividade de transformar um modelo conceitual para modelos lógicos destinados às tecnologias de SGBD relacionais.

3 Fundamentos Teóricos

3.1 Contextualizando Dados e Informações

Parte de literatura denota um sentido intercambiável entre os termos “dado” e “informação”. Contudo, tais termos recebem conceitos bem precisos e distintos em certas áreas de pesquisa como Gestão do Conhecimento, Banco de Dados e Qualidade de Dados.

“Dado” representa fatos sobre eventos que são capturados de acordo com certo padrão. Desse modo, “dado” é o elemento base consumido por um processo analítico [17]. Em contraste, “informação” remete a uma coleção de “dados” relacionados, organizados e contextualizados que são empacotados em uma forma reusável (e.g., gráfico, relatório, tabela) [17].

3.2 Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional e Multi-modelos

Um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) é dito relacional quando seu modelo de dados é baseado em uma abordagem matemática na qual a estrutura dos dados e seu acesso são consistentes com a lógica de primeira ordem [18]. Tal modelo permite descrever os dados, bem como seus relacionamentos e restrições de consistência.

A estrutura de um banco de dados relacional BD consiste de um conjunto de esquemas de relações, denotado por $BD = \{R_1, R_2, R_3, \dots, R_m\}$, $m \geq 1$. O esquema da relação (ou relação) remete a um conjunto de atributos que representam sua estrutura, denotado por $R(A) = \{a_1, \dots, a_k\}$, onde k é a aridade da relação. O estado da relação é conjunto de tuplas que uma relação pode apresentar em um certo

instante de tempo \mathcal{T} , denotado por $r(R_i) = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\}$. Por fim, uma tupla t_p , $p \in [1, n]$, é uma lista de q valores $t_p = \{v_1, v_2, \dots, v_q\}$ onde cada valor v_s , $s \in [1, q]$, é um elemento do domínio de um atributo a_s , denotado por $t[a_s]$.

Um SGBD multi-modelo é aquele que armazena e manipula múltiplos modelos de dados (e.g., relational, grafo, documento), contrastando com SGBD tradicional organizado para atender um único modelo [16]. A abordagem multi-modelo é uma evolução da abordagem de *persistência poliglota* que prevê a combinação de vários produtos de SGBDs tradicionais para proporcionar o armazenamento e gerenciamento de diferentes modelos de dados [19].

3.3 Projeto de Banco de Dados

O projeto de banco de dados (PDD) denota o ciclo de vida formado pelas etapas de modelagem conceitual, lógica e física. Conjuntamente, essas são responsáveis por transmutar as necessidades do universo de discurso em modelos de dados implementados em um ou mais produtos de SGBD. O conhecimento desse ciclo é amplamente reconhecido como crucial para garantir o suporte adequado desses modelos de dados às operações de uma organização, principalmente no contexto do *Big Data*.

O PDD é um trabalho intelectualmente exigente porque cada etapa requer um conjunto diferente de habilidades, conhecimento sobre o universo de discurso e técnico. A modelagem conceitual constrói abstrações de domínios de problema complexos e mal estruturado a partir do consenso entre usuários e modeladores de dados [20]. Na outra extremidade, a modelagem física do banco de dados requer um profundo conhecimento técnico e contextual (por exemplo, sistemas de informação e infra-estrutura) para decidir pelo recurso mais adequado a uma determinada necessidade de desempenho [20].

A modelagem lógica representa a transformação das abstrações do domínio do problema em uma representação que segue as estruturas e restrições do modelo de dados suportado pelo SGBD alvo da implementação [12]. Como exemplo, abstrações de negócio são adaptados a *relações* e *conexões* (envolvendo chave primária e estrangeira) entre relações no caso da implementação em um SGBD Relacional. Vale à pena ressaltar que essa etapa de modelagem também é responsável pelo procedimento de aferição da qualidade dos modelos gerados.

3.4 Visualização

O propósito da visualização é aumentar o intelecto humano ao favorecer seu sistema de percepção visual. Notória no contexto de *Data Science*, a visualização de dados é uma área de pesquisa com o objetivo de produzir soluções visuais interativas que facilitem a análise de dados complexos. Para tal, essa área busca combinar de modo efetivo a capacidade dos recursos computacionais (processamento, *machine learning*, por exemplo) a habilidade inata dos seres humanos de detecção de padrões e análise semântica [21], conforme ilustrado na Figura 1.

Já a visualização de algoritmos denota o uso de imagens e gráficos para ilustrar algum aspecto ou evento interessante de um algoritmo em execução, tais como sua operação interna ou seu desempenho frente a outros algoritmos de mesma classe (e.g., ordenação) [23]. A ilustração de um algoritmo pode ocorrer de maneira estática ou dinâmica. No primeiro caso, o progresso da operação do algoritmo sucede por imagens ou gráficos estáticos. Por outro lado, o modo dinâmico apresenta o progresso contínuo (*movie-like*) do algoritmo.

3.5 Animação e Animação Educativa

A animação é um método que cria a ilusão do movimento por meio da rápida transição de quadros (imagens e desenhos 3D ou 2D) que se diferem de maneira específica [24]. A animação educacional

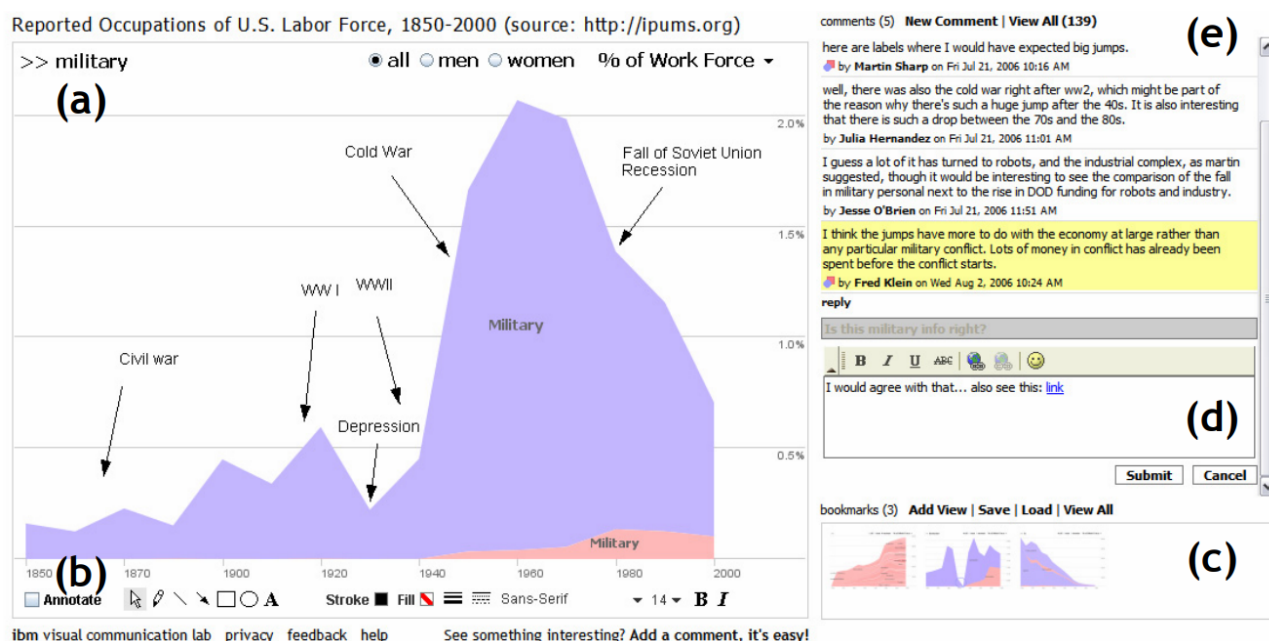


Figura 1: Exemplo de Técnica de Interação - Anotação (Fonte: [22])

refere-se a animações criadas com o objetivo específico de alavancar o aprendizado. Atualmente, tal recurso é consistentemente aplicado em na educação primária, secundária [25] e superior devido a disponibilização de *software* de animação de propósito geral (que facilitam o trabalho do professor) e do incremento das capacidades gráficas dos computadores pessoais.

A animação oferece um ambiente mais agradável para motivar o processo de aprendizado sobre o comportamento dinâmico de sistemas naturais, sociais e técnicos, bem como conhecimento processual como é o caso da atividade de transformação da atividade lógica. Tal motivação advém da função de direção da atenção da animação. O sistema de percepção visual humano inclui equipamentos especializados na detecção de movimento mesmo fora da região central de visão da retina (visão fóvea). A função de direção baseia-se nessa capacidade visual de focalizar quase automaticamente os elementos dinâmicos de uma cena para estimular o estudante a observar importantes aspectos de um conteúdo. Logo, uma animação efetiva é aquela que proporciona a interação ótima entre um conteúdo, os elementos empregados para representar a dinâmica espaço-temporal e o processamento perceptual-cognitivo do estudante [24, 26].

3.6 Sistema Cognitivo e Visual Humano

Conforme apresentado na seção anterior, a essência da animação é impulsionar os processos de cognição humana. Por consequência, projetar tais artefatos requer apreciar as características fundamentais de tais processos. A teoria de sistema dual de processamento de informações [27] é uma das teorias que proporciona uma compreensão geral da cognição humana.

A base dessa teoria determina que a cognição humana ocorre por meio da cooperação e influência mútua dos processamentos realizados pelos sistemas de percepção visual e de raciocínio analítico, conforme ilustra a Figura 2. O primeiro sistema remete a complexa habilidade humana de converter imagens do ambiente em representações neurais na memória humana - *processamento do exterior para o interior*. Já o sistema de raciocínio denota o processo de dirigir a atenção para a aquisição, transformação ou uso do conhecimento utilizando ou não tais imagens - *processamento do interior para o exterior*. A animação soma ao sistema abaixo o recebimento e tratamento do estímulo sonoro.

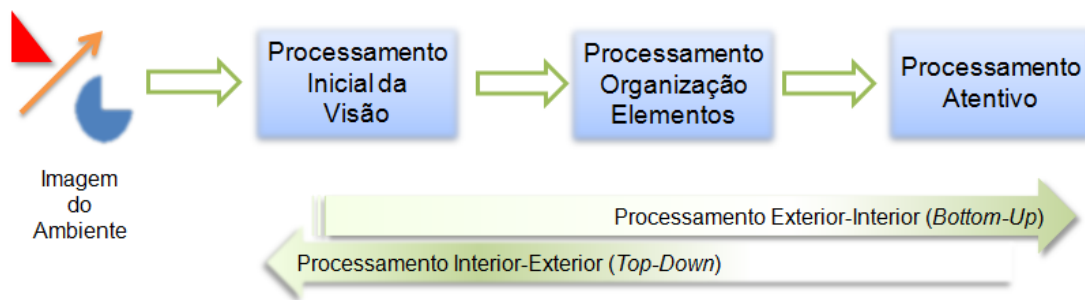


Figura 2: Sistema dual de processamento perceptual e cognitivo (Fonte: [28])

Conforme sugere a figura acima, a aprendizagem significativa requer três passos [29]: a *seleção* de elementos visuais-sonoros do ambiente, a *organização* desses elementos na limitada memória de trabalho e a *integração* dos elementos organizados aos conhecimentos anteriores presentes na memória de longo prazo. O desafio do desenvolvimento das animações está na criação de uma mensagem que prima tais passos na forma das seguintes ações:

- Reduzir processamento de elementos visuais-sonoros desnecessários a aprendizagem
- Reduzir a complexidade do material por meio de sua organização
- Tornar o material visível e acessível para a organização e integração com conteúdos da memória de longo prazo

3.7 Aprendizado Multimídia e seu Projeto

O aprendizado multimídia refere-se ao processo de aprendizado de um tópico qualquer mediado por um material instrucional baseado em palavras (texto ou narração) e imagem (estática ou dinâmica) [29]. Desse modo, o aprendizado multimídia usufrui do canal duplo de processamento verbal-visual dos seres humanos.

O projeto de materiais instrucionais multimídia requer a consideração de diferentes princípios de modo a não sobrecarregar o estudante e, portanto, garantir sua efetividade [30]. Os princípios chaves são:

- *Simple to Complex*. Propõe partimos de situações mais simples para que o estudante possa construir as primeiras estruturas metais para, então, ser conduzido para situações mais complexas [26].
- *Whole Task*. Propõe a apresentação isolada de componentes de um material antes de expor a interação e integração entre os mesmos [26].
- *Pretraining*. Entregar ao estudante um curto treinamento sobre termos, definições e o comportamento dos elementos visuais [29].
- *Signaling*. Guiar a atenção do estudante para elementos chave da animação [29].
- *Redundancy*. O material instrucional deve ser baseado em texto e imagem, evitando o uso de texto, narração e imagem [31].
- *Temporal and Spatial Contiguity*. Palavras chaves devem aparecer próximo ao elemento visual correspondente, assim como a narração de ocorrer de modo simultâneo a animação de um evento [29].

4 Metodologia

Baseado na problemática e os objetivos discutidos respectivamente nas Seções 1 e 2, a abordagem metodológica desse projeto consiste das seguintes fases:

- Consolidar os fundamentos teóricos;
- Projetar a animação que representa a atividade de transformação do modelo conceitual para o lógico;
- Conduzir avaliações preliminares do potencial da animação.

4.1 Consolidar os fundamentos teóricos

O presente projeto demanda diferentes saberes fundamentais para a consecução de seus objetivos. O primeiro deles remete compreender as características e limitações da representação de dados no modelo relacional. O segundo conjunto de saberes remete a compreender o geral da modelagem lógica de dados e, então, aprofundar nas características, regras e subsídios relacionados a atividade de transformação. O último saber está relacionado ao conceito de animação, seus usos e cuidados quando aplicados no contexto da educação superior.

4.2 Projetar e Implementar a Animação Educativa

Projetar uma animação educativa é uma atividade técnica complexa que requer considerar diferentes aspectos (e.g., sistema cognitivo humano, limitar a simultaneidade) para garantir ao estudante a construção de um modelo mental de qualidade sobre a atividade de transformação de modelos (Seção 3.3). Para apoiar essa etapa, o presente trabalho utilizará princípios oriundos da teoria de carga cognitiva relacionada a materias multimídias [30, 26, 29]. Baseado nesses princípios, essa fase possui as seguintes etapas:

1. **Caracterização do Contexto.** Essa etapa envolve analisar o contexto de uso da animação proposta, bem como quais são os objetivos de aprendizado esperados. Este último estará alinhado à ementa da disciplina de “Banco de Dados” do curso de Ciência da Computação da UFABC.
2. **Divisão e Organização do Material.** Nesse passo, os insumos da etapa anterior são base para identificar a quantidade de animações necessárias, bem como segmentá-las e organizá-las. A segmentação remete a divisão da cada animação em passos menores que representam a atividade de transformação [26, 29]. Tal divisão propicia a organizar o material de instrução da animação e suas características de modo a assegurar os princípios discutidos na Seção 3.7.
3. **Definição das Características da Animação.** Nessa etapa, serão estabelecidas as propriedades estáticas e dinâmicas da animação. A primeira remete ao fundo da animação, enquanto a segunda abrange a dinâmica pictórica, a dinâmica textual-sonora, e o recurso de controle. A dinâmica pictórica remete as modificações de cada elemento visual da animação no tempo [32], sendo elas: *transformações* (mudanças de cor, tamanho e forma), *translações* (mudanças de posição) e *transições* (aparecimento e desaparecimento). Essas devem estar alinhadas temporalmente ao texto / som (dinâmica textual) utilizado nas explicações (princípios denominados *modality*, *guideline*), bem como as marcações visuais que saliente aspectos importantes na animação (princípio denominado *visual signaling*). O recurso de controle estabelece um mecanismo que permite ao estudante ajustar (e.g., pausar, voltar, acelerar) o ritmo da animação.
4. **Prototipação e Implementação.** A responsabilidade dessa etapa é desenvolver a animação ocorrerá em dois passos fundeado no método de engenharia de *software* conhecido como prototipação [33]. O primeiro passo irá utilizar a *prototipagem exploratória* (ou descartável) para

desenvolver trechos com baixa fidelidade da animação com o único objetivo de testar aspectos técnicos-teóricos. O segundo passo consiste na evolução incremental de um conceito preliminar até obter a animação completa (*prototipação evolutiva*). Esse método da engenharia será utilizado para permitir a validação de cada incremento em relação aos princípios e artefatos dos passos anteriores.

5. **Gravação da Narração.** Nessa etapa, a narração correspondente a cada animação será desenvolvida. Essas serão integradas ao segmento correspondente das animações.

4.3 Percepção Preliminar da Animação

O reconhecimento de conceito ou a transferência desses para novas situações-problema constituem os tipos usuais de avaliação da efetividade de uma animação educativa. Tal avaliação pode fazer uso de instrumentos como representações textuais (e.g., questionários de múltipla escolha) ou representações visuais alinhadas diretamente às representações visuais da animação [34]. Independentemente do tipo, as avaliações demandam experimentos controlados (e.g., laboratório, grupos de controle) cujo planejamento, organização e execução é complexa frente ao prazo do projeto de iniciação científica. Além disso, o oferecimento da disciplina de “Banco de Dados” (que poderia contribuir na avaliação) não será compatível como o término do desenvolvimento da animação.

Sendo assim, o presente trabalho optou por obter uma percepção preliminar dentre os estudantes que já realizaram a referida disciplina e manifestaram dificuldade com o assunto de projeto lógico de banco de dados ². Essa etapa será dividida em quatro atividades. A primeira consiste preparar um formulário *Google Forms* com questões que capturem a percepção de contraste do aprendizado com e sem a animação. Subsequentemente, iremos configurar a animação para ser assistida pela Internet e disponibilizar o referido formulário. A terceira consiste em convidar discentes que já participaram da disciplina a assistir a animação e responder o formulário de modo anônimo. Por fim, a quarta atividade é responsável pela avaliação quantitativa e qualitativa das respostas.

5 Cronograma Previsto

O Quadro 1 representa as principais macro etapas do presente projeto e as respectivas expectativas de conclusão. O aspecto temporal é baseado no espaço temporal *Mês de Trabalho* cuja contagem tem início a partir da data de aprovação do presente projeto.

As atividades 2 a 5 remetem ao desdobramento da etapa de “Projetar e Implementar a Animação Educativa”, enquanto as atividades 6 a 8 correspondem a etapa “Avaliar a Animação”. Por fim, a atividade 9 representa o esforço de produzir e revisar o relatório final requerido pelo presente edital de iniciação científica.

6 Recursos de Apoio

O presente projeto irá utilizar a infra-estrutura computacional regular da UFABC e a particular dos membros desse projeto. Serão utilizadas ferramentas gratuitas (ou comunitárias) fortemente estabelecidas na comunidade acadêmica ou empresarial. A priori, o presente trabalho irá utilizar as linguagens de programação Python [35] e Unity [36], bem como ferramentas de *design* gráfico como Adobe Illustrator [37] e FIGMA.

²O orientador desse projeto dispõe de dados entre 2018 a 2021 (primeiro quadrimestre) extraídos dos questionários de encerramento da disciplina.

Atividade	Set.22	Out.22	Nov.22	Dez.22	Jan.23	Fev.23	Mar.23	Abr.23	Mai.23	Jun.23	Jul.23	Ago.23
1. Fundamentação Teórica	•	•	•									
2. Caracterização do Contexto		•										
3. Divisão e Organização do Material			•	•	•							
4. Definição das Características da Animação				•	•							
5. Prototipação e Implementação				•	•	•	•	•	•			
6. Configura a Animação e Criar o <i>Survey</i>								•	•			
7. Convidar Candidatos							•	•				
8. Conduzir a Avaliação Preliminar									•	•	•	
9. Composição do Relatório					•	•	•	•	•	•	•	•

Quadro 1: *Cronograma estimado do Projeto (Fonte: O autor)*

7 Referências Bibliográficas

- [1] Huda MM, Hayun DRL, Martun Z. Data Modeling for Big Data. *Ultima InfoSys: Jurnal Ilmu Sistem Informasi*. 2015;6(1):1–11. 1
- [2] Flanders J, Jannidis F. Data modeling. A new companion to digital humanities. 2015:229–237. 1
- [3] Eid M. A Learning System For Entity Relationship Modeling. In: *PACIS*; 2012. p. 152. 1
- [4] Marsicano G, Mendes FF, Fernandes MV, De Freitas SAA. An integrated approach to the requirements engineering and process modelling teaching. In: *2016 IEEE 29th International Conference on Software Engineering Education and Training (CSEET)*. IEEE; 2016. p. 166–174. 1
- [5] Suraweera P, Mitrovic A. KERMIT: A constraint-based tutor for database modeling. In: *International Conference on Intelligent Tutoring Systems*. Springer; 2002. p. 377–387. 1
- [6] Folorunso O, Akinwale A. Developing visualization support system for teaching/learning database normalization. *Campus-Wide Information Systems*. 2010. 1
- [7] Amin M, Romney GW, Dey P, Sinha B. Teaching relational database normalization in an innovative way. *Journal of Computing Sciences in Colleges*. 2019;35(2):48–56. 1
- [8] Mitrovic A. NORMIT: A web-enabled tutor for database normalization. In: *International Conference on Computers in Education*, 2002. *Proceedings. IEEE*; 2002. p. 1276–1280. 1
- [9] Kung HJ, Tung HL. A web-based tool to enhance teaching/learning database normalization. In: *Proceedings of the 2006 Southern Association for Information Systems Conference*; 2006. p. 251–258. 1
- [10] Cvetanovic M, Radivojevic Z, Blagojevic V, Bojovic M. ADVICE—Educational system for teaching database courses. *IEEE Transactions on Education*. 2010;54(3):398–409. 1
- [11] Ahmedi L, Jakupi N, Jajaga E. NORMALDB—A logicbased interactive e-Learning tool for database normalization and denormalization. In: *eL&mL, The Fourth Int. Conf. on Mobile, Hybrid, and On-line Learning*; 2012. p. 44–50. 1
- [12] Heuser CA. Projeto de banco de dados: Volume 4 da Série Livros didáticos informática UFRGS. Bookman Editora; 2009. 1, 3
- [13] Elmasri R, Navathe SB, Pinheiro MG, et al. *Sistemas de banco de dados*. 2005. 1

- [14] Hoberman S. Data Modeling Made Simple with Er/studio Data Architect. Technics Publications Llc; 2013. 1
- [15] dos Santos Mello R, et al. Ferramenta de Modelagem de Banco de Dados Telacionais brModelo v3. In: Anais da XIII Escola Regional de Banco de Dados. SBC; 2017. . 1
- [16] Lu J, Holubová I. Multi-model databases: a new journey to handle the variety of data. ACM Computing Surveys (CSUR). 2019;52(3):1–38. 1, 3
- [17] Liew A. Understanding data, information, knowledge and their inter-relationships. Journal of knowledge management practice. 2007;8(2):1–16. 2
- [18] Abiteboul S, Hull R, Vianu V. A Larger Perspective. In: Foundations of databases. vol. 8. Addison-Wesley Reading; 1995. p. 216–235. 2
- [19] Sadalage PJ, Fowler M. NoSQL distilled: a brief guide to the emerging world of polyglot persistence. Pearson Education; 2013. 3
- [20] Borovina Josko JM. A Problem-based approach to teach physical database design: an experience report. In: Anais do XXVIII Workshop sobre Educação em Computação. SBC; 2020. p. 11–15. 3
- [21] Ware C. Visual thinking for design. Morgan Kaufmann; 2010. 3
- [22] Heer J, Viégas FB, Wattenberg M. Voyagers and voyeurs: supporting asynchronous collaborative information visualization. In: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems; 2007. p. 1029–1038. 4
- [23] Shaffer CA, Cooper ML, Alon AJD, Akbar M, Stewart M, Ponce S, et al. Algorithm visualization: The state of the field. ACM Transactions on Computing Education (TOCE). 2010;10(3):1–22. 3
- [24] Lowe R, Schnotz W. Learning with animation: Research implications for design. Cambridge University Press; 2008. 3, 4
- [25] Stith BJ. Use of animation in teaching cell biology. Cell Biology Education. 2004;3(3):181–188. 4
- [26] Wouters P, Paas F, van Merriënboer JJ. How to optimize learning from animated models: A review of guidelines based on cognitive load. Review of Educational Research. 2008;78(3):645–675. 4, 5, 6
- [27] Matlin MW. Cognition. Wiley; 2008. 4
- [28] Borovina Josko JM. Uso de propriedades visuais-interativas na avaliação da qualidade de dados. Universidade de São Paulo; 2016. 5
- [29] Mayer RE. Cognitive theory of multimedia learning. The Cambridge handbook of multimedia learning. 2005;41:31–48. 5, 6
- [30] Paas F, Renkl A, Sweller J. Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. Educational psychologist. 2003;38(1):1–4. 5, 6
- [31] Mayer RE, Pilegard C. Principles for managing essential processing in multimedia learning: Segmenting, pretraining, and modality principles. The Cambridge handbook of multimedia learning. 2005:169–182. 5
- [32] Lowe RK. Animation and learning: selective processing of information in dynamic graphics. Learning and instruction. 2003;13(2):157–176. 6

- [33] Camburn B, Viswanathan V, Linsey J, Anderson D, Jensen D, Crawford R, et al. Design prototyping methods: state of the art in strategies, techniques, and guidelines. *Design Science*. 2017;3. 6
- [34] Lowe R, Boucheix JM, Fillisch B. Demonstration tasks for assessment. In: *Learning from Dynamic Visualization*. Springer; 2017. p. 177–201. 7
- [35] Hunt J. *Advanced Guide to Python 3 Programming*. Springer; 2019. 7
- [36] Hocking J. *Unity in action*. Manning Publications Co.,; 2019. 7
- [37] Team AC. *Adobe Illustrator CS6 Classroom in a Book*. Adobe Press; 2012. 7