

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**MISLENE DALILA DA SILVA**

**REPOSITÓRIO PERSONALIZADO AO CANDIDATO PARA CONCURSOS  
PÚBLICOS: APLICANDO MÉTODOS EFETIVOS PARA CONSTRUÇÃO DO  
CONHECIMENTO**

**UBERLÂNDIA**

**Outubro de 2021**

MISLENE DALILA DA SILVA

**REPOSITÓRIO PERSONALIZADO AO CANDIDATO PARA CONCURSOS  
PÚBLICOS: APLICANDO MÉTODOS EFETIVOS PARA CONSTRUÇÃO DO  
CONHECIMENTO**

Tese de doutorado apresentada ao Programa  
de Pós-graduação da Faculdade de  
Engenharia Elétrica da Universidade Federal  
de Uberlândia como parte dos requisitos para  
a obtenção do título de Doutora em Ciências.

**Área de concentração:** Inteligência  
Artificial aplicada à Educação.

**Orientador:** Luciano Vieira Lima.

**UBERLÂNDIA**

**Outubro de 2021**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU

Reitor: Valder Steffen Junior

Pró-Reitor de Graduação: Armindo Quillici Neto

Pró-Reitor de Pós-graduação: Carlos Henrique de Carvalho

Diretor da Faculdade de Engenharia Elétrica: Sérgio Ferreira de Paula Silva

Coordenador do Programa de Pós-Graduação Engenharia Elétrica: Luiz Carlos Gomes  
de Freitas

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da  
UFU com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S586 Silva, Mislene Dalila da, 1989-  
2021      Repositório personalizado ao candidato para concursos  
públicos: aplicando métodos efetivos para construção do  
conhecimento [recurso eletrônico] / Mislene Dalila da  
Silva. - 2021.

Orientador: Luciano Vieira Lima.  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Pós-graduação em Engenharia Elétrica.  
Modo de acesso: Internet.  
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2021.584>  
Inclui bibliografia.  
Inclui ilustrações.

1. Engenharia elétrica. I. Lima, Luciano Vieira, 1960-,  
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-  
graduação em Engenharia Elétrica. III. Título.

CDU: 621.3

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o

AACR2:Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091

MISLENE DALILA DA SILVA

**REPOSITÓRIO PERSONALIZADO AO CANDIDATO PARA CONCURSOS  
PÚBLICOS: APLICANDO MÉTODOS EFETIVOS PARA CONSTRUÇÃO DO  
CONHECIMENTO**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Ciências.

**Banca examinadora:**

**Prof. Dr. Luciano Vieira Lima**  
**(Orientador – UFU)**

**Profa. Dra. Adriana Cristina Omena dos Santos**  
**(Examinadora – UFU)**

**Profa. Dra. Daniela Carvalho Monteiro Ferreira**  
**(Examinadora – PUC - Minas)**

**Profa. Dra. Leiliane Pereira de Rezende**  
**(Examinadora – UTFPR)**

**Profa. Dra. Márcia Gorett Ribeiro Grossi**  
**(Examinadora – CEFET - MG)**

**Uberlândia, 18 outubro de 2021**


**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica  
 Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 3N - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902  
 Telefone: (34) 3239-4707 - www.posgrad.feelt.ufu.br - copel@ufu.br


**ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO**

Programa de Pós-Graduação em:	Engenharia Elétrica				
Defesa de:	Tese de Doutorado, 292, PPGEELT				
Data:	Dezoito de outubro de dois mil e vinte e um	Hora de início:	16:30	Hora de encerramento:	20h00
Matrícula do Discente:	11723EEL005				
Nome do Discente:	Mislene Dalila da Silva				
Título do Trabalho:	Repositório personalizado ao candidato para concursos públicos: aplicando métodos efetivos para construção do conhecimento.				
Área de concentração:	Processamento da informação				
Linha de pesquisa:	Inteligência Artificial				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Coordenador do projeto: Luciano Viera Lima. Título do projeto: INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E NEUROCIÊNCIA APLICADA AO ENSINO E APRENDIZADO REMOTO OU PRESENCIAL, ASSISTIVO OU NÃO. Agência financiadora: _____. Número do processo na agência financiadora: _____. Vigência do projeto: 2004-atual				

Reuniu-se por meio de videoconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, assim composta: Professores Doutores: Adriana Cristina Omena dos Santos - FACED/UFU; Leiliane Pereira de Rezende - UTFPR; Márcia Gorett Ribeiro Grossi - CEFET-MG; Daniela Carvalho Monteiro Ferreira - PUC MINAS; Luciano Vieira Lima - FEELT/UFU, orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Luciano Vieira Lima, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(as) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Luciano Vieira Lima, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/10/2021, às 20:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Cristina Omena dos Santos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/10/2021, às 20:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Daniela Carvalho Monteiro Ferreira, Usuário Externo**, em 18/10/2021, às 20:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leiliane Pereira de Rezende, Usuário Externo**, em 18/10/2021, às 20:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcia Gorett Ribeiro Grossi, Usuário Externo**, em 18/10/2021, às 20:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3108855** e o código CRC **6C11E58A**.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por permitir que tudo isso acontecesse, por ter colocado pessoas tão especiais ao meu lado, sem as quais certamente não teria dado conta.

A meus pais, Maria Helena e João Batista, meu infinito agradecimento. Sempre acreditaram na minha capacidade. Isso só me fortaleceu e me deu forças para correr atrás dos meus objetivos. Obrigada pelo amor incondicional!

Aos meus queridos irmãos, Mirian e Junior, pois sempre me apoiaram e se orgulharam e confiaram em meu trabalho. Obrigada pela confiança. A Jennefer pelo companheirismo, incentivo e paciência, muito obrigada pelo apoio.

A meu orientador Professor Luciano Vieira Lima, pela oportunidade, apoio incondicional e paciência, que não mediu esforços, para elaboração e concretização deste trabalho.

Agradeço as Professoras Márcia Gorett Ribeiro Grossi por ter impulsionado minha trajetória, busca pela pesquisa e conhecimento, a Adriana Cristina Omena dos Santos por ter acompanhado todo o processo do desenvolvimento da pesquisa e pelos seus *feedbacks*, contribuição para o trabalho e apoio incondicional, sou muito grata.

Agradeço a amiga e colega do doutorado Sara Luzia de Melo pelo o apoio, conhecimento e pela contribuição no trabalho.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento, pela dedicação e disponibilidade.

Meus agradecimentos ao Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) pelo apoio incondicional, aos amigos e companheiros de trabalho que fizeram parte da minha formação. Agradeço aos meus amigos que estiveram sempre me apoiando e auxiliando em todo esse processo de dedicação e estudos.

Finalmente, gostaria de agradecer à Universidade Federal de Uberlândia por abrirem as portas para que eu pudesse realizar este sonho que era a minha tese de doutorado.

*A ciência realmente só tem alcançado tornar mais intensa e forte uma certeza: - a velha certeza socrática da nossa irreparável ignorância. De cada vez sabemos mais - que não sabemos nada (Eça de Queiroz).*

## **RESUMO**

A tese foi o desenvolvimento de um repositório personalizado ao candidato para concursos públicos. Portanto, o objetivo geral foi desenvolver um ambiente personalizado e adaptativo para alunos de cursos preparatórios para concurso público, para que ele aprenda de acordo com nível de capacidade que possui, consolidando o conhecimento em intervalos de memorização através do Método de Memorização Exponencial Efetivo na Base Binária (MMEEBB). A fim de maximizar a capacidade de aprendizagem do estudante e atenuar as variáveis escondidas em relação ao seu desenvolvimento. O conteúdo disponibilizado para o aluno será classificado por um professor especialista na disciplina, afim de indicar o melhor material de estudo. O aluno poderá gerenciar seu cronograma de estudo de acordo com as datas do concurso concomitantemente com o MMEEBB para seguir o reforço do intervalo de aprendizagem. Assim, o trabalho se estrutura em pesquisa bibliográfica, de campo, exploratória e descritiva, em que são levantadas informações referentes aos sistemas de recomendação, concursos, avaliações, aprendizagem, e métodos Mapa de Conhecimento Estruturado (MCE) e MMEEBB.

**Palavras-chave:** Aprendizagem. Aprendizagem efetiva. Mapa de Conhecimento Estruturado. Método de Memorização Exponencial Efetivo na Base Binária. Tabela de Avaliação Qualitativa.

## **ABSTRACT**

The thesis was the development of a customized repository for the candidate for public tenders. Therefore, the general objective was to develop a personalized and adaptive environment for students in preparatory courses for public exams, so that they learn according to the level of ability they have, consolidating knowledge in memorization intervals through the Effective Exponential Memorization Method in Binary Base (MMEEBB). In order to maximize student learning capacity and mitigate hidden variables in relation to their development. The content made available to the student will be classified by a specialist professor in the discipline, in order to indicate the best study material. The student can manage their study schedule according to the contest data concurrently with the MMEEBB to follow the reinforcement of the learning interval. Thus, the work is structured in bibliographic, field, exploratory and descriptive research, in which information regarding recommendation systems, competitions, assessments, learning and Structured Knowledge Map (MCE) and MMEEBB methods are collected.

**Key-words:** Learning. Effective learning. Structured Knowledge Map. Exponential Memorization Method Effective on Binary Base. Qualitative Evaluation Table.

## LISTA DAS FIGURAS

Figura 1 – Estrutura geral perfis repositório.....	9
Figura 2 - <i>Forgetting Curve</i> .....	19
Figura 3 – <i>Forgetting curve</i> Training Industry.....	20
Figura 4 – Curva de Memorização Efetiva.....	21
Figura 5 – MECA Sistema Complexos .....	23
Figura 6 – Novo conhecimento implica nova área de ignorância .....	26
Figura 7 – Novo conhecimento implica nova área de ignorância .....	28
Figura 8 – MECA Capacitação do aluno a fazer um curso/aula .....	29
Figura 9 – TAQ e TAQr .....	31
Figura 10 – Avaliação não dual <i>Lex Parsimoniae</i> .....	32
Figura 11 – Algumas definições de inteligência artificial, organizadas em quatro categorias.....	35
Figura 12 – DER da Estrutura da base de dados do modelo de repositório para candidatos a concursos públicos.....	45
Figura 13 – DER da Estrutura da base de dados do modelo de repositório para candidatos a concursos públicos – Parte 1.....	46
Figura 14 – DER da Estrutura da base de dados do modelo de repositório para candidatos a concursos públicos – Parte 2.....	47
Figura 15 – Funções do Professor no MECA .....	49
Figura 16 – Funções do Professor no MECA – Parte 1.....	50
Figura 17 – Funções do Professor no MECA – Parte 2.....	51
Figura 18 – Funções do Professor no MECA – Parte 3.....	52
Figura 19 – Funções do Aluno no MECA .....	53
Figura 20 – Funções do Aluno no MECA – Parte 1.....	54
Figura 21 – Funções do Aluno no MECA – Parte 2.....	55
Figura 22 – Funções do Aluno no MECA – Parte 3.....	57
Figura 23 – Acesso a plataforma do sistema – Área Professor .....	58
Figura 24 – Dashboard do Sistema – Área Professor .....	59
Figura 25 – Gerenciar Área de Conhecimento .....	59
Figura 26 – Gerenciar Cidades .....	60
Figura 27 – Gerenciar Tipo de Material .....	60
Figura 28 – Gerenciamento de Concursos.....	61
Figura 29 – Gerenciamento da área de conteúdo programático .....	61
Figura 30 – Tela para adicionar conteúdo complementar .....	62
Figura 31 – Tela para adicionar material conteúdo programático.....	63
Figura 32 – Tela para gerenciar material.....	64
Figura 33 – Fluxo do processo para reforço do aprendizado .....	65
Figura 34 – Tela de autenticação do aluno no sistema .....	66
Figura 35 – Tela do <i>Dashboard</i> do aluno.....	66
Figura 36 – Tela de notificações de revisão de conteúdo.....	67
Figura 37 – Trecho de código para gerar as recordações automáticas seguindo o CME	67
Figura 38 – Tela meus concursos .....	68
Figura 39 – Tela lista de Conteúdos .....	69
Figura 40 – Tela materiais disponíveis.....	70
Figura 41 – Tela do cronograma de memorizações.....	71
Figura 42 – Lógica aplicada para gerar as recordações automáticas seguindo o CME.	72
Figura 43 – Efeito Danning Kruger .....	74

## **LISTA DE SIGLAS**

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BIOE	Banco Internacional de Objetos Educacionais
EaD	Educação a Distância
KMP	Knuth–Morris–Pratt
IA	Inteligência Artificial
IRA	Intervalo de Reforço de Aprendizagem
LINA	Laboratório de Inteligência Natural e Artificial
MCE	Mapa de Conhecimento Estruturado
MECA	Mapa Estruturado de Conhecimentos e Ações
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachusetts
MMEEBB	Método de Memorização Exponencial Efetivo na Base Binária
TAQ	Tabela de Avaliação Qualitativa
TAQr	Tabela de Avaliação Qualitativa Ramificada
TDC	Tabela de Definição e Conhecimentos
TI	Tecnologia da Informação
UFU	Universidade Federal de Uberlândia

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
1.1 Solução Proposta .....	8
1.2 Objetivos.....	9
1.3 Objetivos Específicos .....	9
1.4 Hipóteses .....	10
1.5 Contribuições e Impactos para Sociedade .....	11
<b>2 TRABALHOS RELACIONADOS .....</b>	<b>12</b>
<b>3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>16</b>
3.1 Sobrecarga cognitiva .....	16
3.2 A curva de esquecimento na visão de Ebbinghaus.....	17
3.3 Método de memorização exponencial efetiva na base binária .....	20
3.4 Sistema Complexo.....	22
3.5 Mapa de conhecimento estruturado (MCE): Eliminando Sistemas Complexos .....	23
3.6 Processo Avaliativo .....	29
3.7 Código restrito e código elaborado.....	33
3.8 Inteligência Artificial.....	34
3.9 Representação do conhecimento .....	37
3.10 Algoritmos de busca .....	39
3.11 <i>Knuth-Morris-Pratt (KMP)</i> .....	40
3.12 Boyer Moore.....	40
3.13 Sistema de recomendação.....	41
3.14 Síndrome do Impostor .....	41
3.15 <i>Deliberate Practice</i> .....	42
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
4.1 Estrutura Base de Dados.....	44
4.2 MECA: Repositório adaptado e de memorização personalizada .....	47
4.2.1 MECA – Professor .....	48
4.2.2 MECA – Aluno.....	53
4.3 Funções Repositório adaptado e de memorização personalizada.....	57
4.3.1 Acesso Professor Repositório .....	58

4.3.2 Acesso Aluno Repositório .....	64
4.4 Algoritmo de memorização .....	71
4.5 Centro da Gravidade e o 2 <sup>n</sup> .....	73
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>76</b>
5.1 Trabalhos Futuros .....	77
5.2 Contribuições em Produção Bibliográfica.....	77
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>79</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cada nova gestão do governo no Brasil, ouvi se muito que os concursos públicos vão acabar no país, é uma incerteza, mas o cenário previsto por pesquisadores é que isso não irá acontecer enquanto eles forem previstos na Constituição Federal. A procura por concursos cresce cada vez mais no Brasil, principalmente por fornecer estabilidade. Consequentemente, a demanda por qualificação para passar em um concurso aumenta (Questões de Concursos, 2020).

Atualmente, diversas são as possibilidades para estudos em concursos públicos, tanto na modalidade presencial quanto na modalidade Educação a Distância (EaD). A solução proposta neste estudo é totalmente *online* e visa possibilitar o estudante e concursos públicos aprender efetivamente um conteúdo para alcançar o seu objetivo, que é a tão almejada aprovação. Nessa perspectiva, quando se desenvolve um projeto, a primeira questão a ser analisada é a necessidade do cliente, nesta tese o mesmo está sendo representado pelo aluno que está preparando para realizar provas de concursos públicos, neste caso com o objetivo de ter conhecimento suficiente para aprovação no concurso desejado.

Todavia, para que a ferramenta funcione corretamente, é importante conhecer a estrutura do problema, neste caso podendo ser conceituado como um Sistema Complexo, como destaca Lima (2020). Um sistema complexo é aquele em que a interação humana não é prescindível; assim, cada participante traz consigo variáveis que são desconhecidas (*hidden variables*) pelo sistema e até mesmo pelo próprio aluno, impedindo o sucesso das funções de transferências entre as interações humanas e humanas com máquinas (LIMA, 2020).

Outros países também compartilham deste cenário de concursos públicos e a demanda. Portugal, por exemplo, também proporciona estabilidade aos seus servidores. Assim, como no Brasil, as autoridades estabelecem que sejam apresentados os certificados de grau de escolaridade. Com isso, pode se garantir que a pessoa esteja devidamente capacitada para exercer determinadas funções (CONCURSOSNOBRASIL, 2021).

Em pesquisa de mercado realizada por Machado e Machado, 2018, identificou-se que o perfil do público com maior chance de comprar um curso preparatório *online* para concursos é composto por homens e mulheres, de 21 a 30 anos, tendo os homens maior potencial de adquirir o curso. As áreas mais buscadas pelo público ao fazer um concurso

são a jurídica e a administrativa, com objetivos de estabilidade e maior remuneração. Logo, há potencial de mercado, principalmente com vistas à estabilidade e remuneração. Ademais, 61% dos respondentes expressaram chance alta e muito alta em adquirir um curso ofertado na modalidade EaD (MACHADO; MACHADO, 2018). O que determina essa compra é, sobretudo, os conteúdos, o material didático e o preço.

Quando se possui interesse em um concurso público, a primeira ação a ser realizada normalmente é criar um diretório no computador e armazenar as informações de editais, vídeos e conteúdos relacionados ao concurso (DEVOLTAAPRANCHETA, 2016). Mas esse método não é tão efetivo, pois as informações podem se perder. O mais grave ainda é o aluno de curso preparatório para concurso não possuir um método de estudo que seja personalizado e efetivo para ele, pois pode começar em um conteúdo que tenha pré-requisitos e não conseguir adquirir, de fato, o conhecimento necessário.

Para minimizar esses fatores e alcançar o objetivo, que é a aprovação, a proposta deste estudo foi desenvolver um ambiente personalizado e adaptativo para concurseiros, para que ele aprenda de acordo com seu nível de capacidade, um repositório que organiza e recomenda os conteúdos/materiais de aprendizagem para esse aluno, fazendo com que ele memorize o conteúdo necessário para realizar a prova através do MMEEBB.

O estudo se estruturou em pesquisa bibliográfica, de campo, exploratória e descritiva, em que foram levantadas informações referentes aos sistemas de recomendação, concursos, avaliações, aprendizagem, e métodos Mapa de Conhecimento Estruturado (MCE) e MMEEBB.

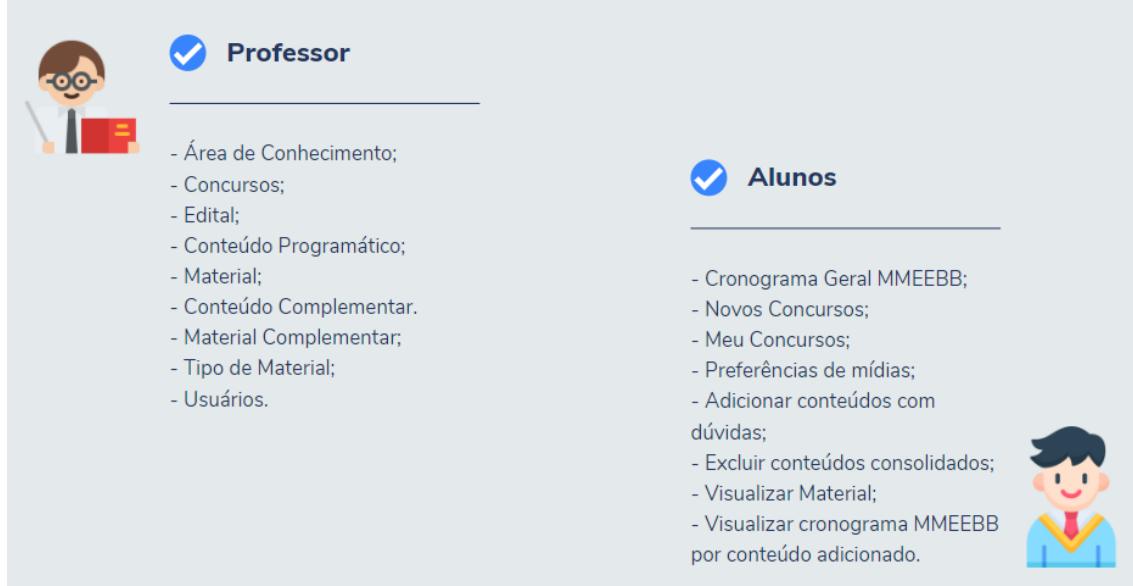
### 1.1 Solução Proposta

A proposta deste projeto foi desenvolver um sistema personalizado e adaptativo que entregue conteúdo direcionado e organizado para os candidatos a concursos públicos de acordo com sua necessidade. Na Figura 01, é apresentando uma estrutura geral dos perfis e funções do repositório personalizado ao candidato para concursos públicos.

O professor faz a inserção dos materiais competentes ao concurso, gerencia as seguintes áreas: área de conhecimento, concursos, edital, conteúdo programático, material, conteúdo complementar, material complementar, tipo de material e usuários. O aluno visualiza os concursos que estão disponíveis no repositório, inclui no seu ambiente, define preferências de mídias, gerencia os conteúdos que possui dúvida e exclui caso eles estejam consolidados, visualiza o cronograma de reforço de aprendizagem por conteúdo,

por concurso e ainda recebe notificações baseados no Intervalo de Reforço de Aprendizagem (IRA).

Figura 1 – Estrutura geral perfis repositório



Fonte: Elaboração própria (2020).

## 1.2 Objetivos

Este trabalho teve como objetivo geral desenvolver um ambiente personalizado e adaptativo para alunos de cursos preparatórios concurso público, para que ele aprenda de acordo com nível de capacidade que possui, consolidando o conhecimento em intervalos de memorização possibilitando através do MMEEBB. A fim de maximizar a capacidade de aprendizagem do estudante e atenuar as variáveis escondidas em relação ao seu desenvolvimento.

## 1.3 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste estudo foram:

- Identificar trabalhos e artigos científicos que tratam da temática pesquisada;
- Extrair dados e informações dos artigos científicos que tratam da temática pesquisada;
- Modelar um processo com todas as funções e ações do sistema;

- Desenvolver um sistema escalável;
- Aplicar o Método de memorização exponencial efetivo na base binária;
- Desenvolver no sistema a área do Professor;
- Desenvolver no sistema a área do Aluno;
- Gerar os cronogramas personalizados de estudo para cada aluno de acordo com a taxa IRA.

#### 1.4 Hipóteses

No contexto colaborativo, as plataformas que fornecem conteúdo para concursos públicos podem encontrar problemas em relação ao real conteúdo requisitado nas provas, uma vez que essas organizações possuem conteúdos já elaborados de outros concursos e necessitam de um público em massa para garantir seu faturamento. Os custos exagerados para ter acessos a esses materiais minimizam a possibilidade que todos tenham direitos iguais para estudar para um concurso.

Outro agravante são os métodos de aprendizagem, em que não é realizada uma pesquisa do aluno para identificar suas dificuldades. A efetividade do conhecimento também é deixada de lado, até porque os conteúdos são todos disponibilizados de uma vez para o aluno, sem definir em um mapa o direcionamento para seguir os estudos. Com isso, evidencia-se a necessidade de inserção de uma ferramenta para identificar, estimular e explorar a capacidade de aprendizagem do candidato.

Para iniciar um novo conhecimento, é necessário mapear e entender os processos daquele conhecimento. Ou seja, é necessário conhecer a estrutura do problema. O aluno de cursos preparatórios concurso público deve ter consciência dos passos a serem realizados. Portanto, o ponto principal é que o aluno conheça muito bem o conteúdo que será cobrado para executar determinada ação, ou seja, conhecer de fato o que será executado.

Pode-se relacionar essa ação com a teoria matemática das categorias e dos funtores, de maneira a ser possível estabelecer o MCE para mapear o conhecimento do indivíduo.

## 1.5 Contribuições e Impactos para Sociedade

Visto que, os objetivos definidos na Seção 1.2 forem alcançados e, com a confirmação das hipóteses levantadas na Seção 1.3, as contribuições adquiridas serão as seguintes:

- Otimização do tempo e conteúdo para estudos dos concursos públicos.
- Personalização do aprendizado, que maximiza a capacidade do aluno se desenvolver de maneira personalizada e adaptativa.
- Estimulação do crescimento pessoal e profissional com ferramentas e materiais de confiança para estudos;
- Proporcionar um sistema com conteúdo focado nos concursos com avaliação qualitativa que identifica as dificuldades dos candidatos;
- Utilização do sistema em outras áreas, embora esse seja projetado com o foco em concursos públicos, tais como: educação corporativa, graduação.

## 2 TRABALHOS RELACIONADOS

Atualmente, ampliaram-se as pesquisas que buscam aplicar ambientes de aprendizagem personalizados ao aluno os quais impulsionem a efetividade do conhecimento, ou seja, o aluno conseguir aplicar uma ação com base no conhecimento adquirido. A melhor forma de verificar se o aluno aferiu determinado conteúdo é com a aplicação de avaliações. Nos concursos públicos, essas avaliações verificam se de fato os alunos possuem tal conhecimento para ocupar a vaga ofertada.

Para alcançar a aprovação, se faz necessário estudar diariamente. Algumas pessoas dedicam exclusivamente aos estudos e buscam ferramentas e métodos para alcançar resultados positivos nos processos seletivos. Na internet são disponibilizadas diversas plataformas pagas para estudos, embora essas nem sempre são personalizadas ao conteúdo do edital e muito menos às necessidades e expectativas dos alunos. Assim, o resultado não seria diferente de insatisfação e desistências dos candidatos.

Segundo Delmondes *et al.* (2016), o grande problema das pessoas com relação a estudar para concursos públicos é a falta de tempo e o hábito de estudo. Nesse sentido, as tecnologias podem ser um forte aliado para auxiliar nesse processo. Para atenuar essas dificuldades, Delmondes *et al.* (2016) desenvolveu o aplicativo ConsteTI, que proporciona um simulado de questões sobre a área de Tecnologia da Informação (TI), com questões aleatórias, de acordo com o conteúdo assinalado pelo usuário. O aplicativo mostra para o aluno um resumo do seu desempenho.

Fernandez e Fernandez (2014), que estudam a temática dos concursos públicos e do cérebro, enfatizam que educar significa extrair o melhor de uma pessoa para que possa ir adiante, com sua autonomia, seu próprio estilo e ritmo de estudo. Para entender que cada cérebro é único, que não há uma técnica universal para estudar e que o método correto (para estudar) é o que melhor se adapta aos interesses, oportunidades, necessidades e recursos cognitivo-afetivos próprios de cada pessoa, enfatiza-se a proposta aplicada aqui, que é o desenvolvimento de um repositório personalizado e efetivo para cada candidato, pois cada aluno aprende de uma forma.

Outro item destacado por Fernandez e Fernandez (2014) são as formas de memorizar e como cérebro lida com isso. O cérebro não está dedicado aos gurus da motivação, aos experts em concursos públicos, aos educadores e aos cientistas, visto que é um problema de todos e que tem por objetivo fazer surgir o sentido de uma comprometida e iniludível responsabilidade pessoal por nosso próprio aprendizado. Por

isso, para que de fato tenha aprendizado e ele seja efetivo, é necessário que o aluno tenha vontade e compromisso.

Em outro artigo escrito por Fernandez e Fernandez (2012) destaca-se que a prática docente excessivamente informativa, democratizada, rápida e irreflexiva parece gerar outro tipo de problema: a ilusão de uma estreita relação entre a utilidade e a “atualidade” das aulas com as questões de uma futura prova de concurso. É o que os psicólogos qualificam de correlação ilusória, ou seja, a percepção de associações entre dos acontecimentos que de fato não existem.

Dessa maneira, talvez seja possível viver sem aulas magistrais (idealizadas mais além do razoável) e tentar empregar o tempo para aprender por outros meios mais eficazes. Entendemos que no gosto de cada pessoa por frequentar e assistir aulas entram muitos ingredientes distintos e que a importância das coisas que experimentamos é sempre uma questão de interpretação e valoração pessoal (FERNANDEZ; FERNANDEZ 2014).

Validando a fonte de pesquisa definida para o desenvolvimento deste projeto, Machado e Machado (2018) avaliam a viabilidade da criação de uma empresa de cursos *online* preparatórios para concursos públicos. Destacam a importância da utilização do YouTube como ferramenta para os estudantes e o aponta como segundo maior mecanismo de pesquisa do mundo, perdendo apenas para o Google. Sua taxa de retenção é capaz de despertar um índice de memorização 31% maior que a televisão. Porém, a Evolua Concursos entrega seu conteúdo com produção própria no desenvolvimento de materiais didáticos, gerando um gasto maior para a empresa promotora.

Perry, Eichler e Muniz (2012) desenvolveram um aplicativo chamado de Mobiteste, que possibilita a criação de avaliações com questões de múltipla escolha, com uma interface de administração e uma interface nível usuário. O objetivo do aplicativo foi a princípio simular uma prova de vestibular, adicionando um *ranking* com as melhores pontuações dos usuários. O público-alvo são estudantes que vão prestar vestibular e desejam avaliar seu preparo. O *app* Mobiteste pode ser adaptado para uso concursos públicos também, mas a inserção de conteúdo é realizada pelo usuário administrativo.

Existem diversos aplicativos para concursos, porém nenhum oferece todas as funcionalidades descritas nos objetivos deste estudo, que possibilitam personalização, efetivação da aprendizagem e conteúdo *rankeados*. Uma pesquisa foi feita na *Play Store*, focada em aplicativos para *Android*, usando como palavra-chave concurso. Uma média de 240 resultados foi encontrada nessa busca; contudo, muitos deles não tinham qualquer

relação com o objetivo aqui elencado. Os aplicativos encontrados foram divididos em duas categorias: organizadores de conteúdos e simuladores. Existem outras categorias também, como alerta de concursos públicos e cronograma de estudos.

Um exemplo de “organizador de conteúdos” é o aplicativo Gran Cursos. Nele é possível selecionar os concursos que deseja prestar e organizar os conteúdos desse concurso, montar um cronograma de estudos e realizar questões relacionados a ele. Todavia, os planos para adquirir uma assinatura são caros: a assinatura individual mensal custa R\$119,90 (GRAN CURSOS, 2020).

Outros aplicativos que são destaques para estudos para concursos públicos são: Aprovado, que é um aplicativo intuitivo e gratuito, e que possibilita ao estudante gerenciar suas horas de estudos por meio de registro via cronômetro. Possibilita, também, gerar gráficos de desempenho em cada conteúdo estudado; Gabaritar, que se propõe a auxiliar na organização dos estudos, disponibilizando, também, questões e editais. O aplicativo possui gráficos com o desempenho dos estudos, por meio dos quais é possível analisar a evolução na correção de questões; Estratégia Concursos é um aplicativo que permite criar simulados, fazer *quiz* com questões de matérias e receber notificações sobre concursos públicos. É gratuito e, ao utilizá-lo, é possível gerar cupons de descontos que podem ser trocados por materiais didáticos; PCI Concursos é um dos *sites* mais acessados de concursos públicos. Ele possui edital da maioria dos concursos público abertos do Brasil e conta com um banco de questões; Alerta Concursos é um aplicativo que emite notificações no celular quando é lançado um edital do interesse do usuário, sendo possível aplicar filtros de interesses por área (EDUCAMAIS BRASIL, 2020).

Existem também *sites* com funções para auxiliar nos estudos para concursos públicos, com matérias básicas. Os conteúdos normalmente são videoaulas e simulados. O Jurisway 2020 (<http://www.jurisway.org.br/videos/>), por exemplo, site apresenta uma seleção com mais de quatro mil videoaulas postadas no YouTube, que tratam de direito constitucional, civil, penal, administrativo e previdenciário, entre outros. Também há aulas de língua portuguesa e informática.

Outra fonte de consulta é o Resultado concursos 2020 (<http://www.resultadoconcursos.net/>). Esse *site* reúne videoaulas de direito constitucional, administrativo, do trabalho, penal, processual penal, previdenciário e civil. O conteúdo pode ser localizado por meio de busca no próprio site.

Um blogue que disponibiliza uma ampla quantidade de simulados com questões que podem cair em concursos públicos é o Informática e Concursos Públicos 2020

(<http://informatica-concursos.blogspot.com.br>). As temáticas abordadas são da área de informática e tecnologias afins.

Questões de Concursos 2020 ([www.qconcursos.com](http://www.qconcursos.com)) é outra plataforma que possui um repositório com várias questões de concursos, com gabaritos e comentários. O site fornece também conteúdo das mais variadas matérias que caem em concursos públicos. Há uma grande quantidade de provas em inglês que caíram em concursos bem como seus gabaritos. Para baixar o material gratuito é preciso fazer um cadastro simples no site.

Só Português 2020 (<http://www.soportugues.com.br>) aborda conteúdo da língua portuguesa com estruturas gramaticais (morfologia, sintaxe, fonologia, semântica, estilística), redação, reforma ortográfica e erros mais comuns em português, entre outros assuntos. Possui provas *online*, exercícios resolvidos e questões que caíram em vestibulares. Uma ferramenta interessante é o conjugador de verbos, que esclarece as principais dúvidas sobre os verbos e suas conjugações (SOPORTUGUES, 2020)

Outro site que aborda conteúdo de língua portuguesa é o Gramática *Online* 2020 (<http://www.gramaticaonline.com.br>). Ao acessar a plataforma, o aluno encontra facilidade para encontrar seus objetos de estudo (acentuação, concordância verbal e nominal, formação das palavras e pontuação, entre outros assuntos). O site é bem intuitivo e possui explicações detalhadas para o uso da crase a partir de exemplos e análise de texto com questões de vestibulares. Há simulados que são acompanhados por comentários que apontam onde estão os erros.

Percebe-se com esse levantamento de trabalhos relacionados que a maioria das ferramentas existentes possuem uma área em que o estudante consegue visualizar conteúdos e realizar simulados. Todavia, não permitem ao estudante personalizar seu aprendizado e memorizar o conhecimento de forma efetiva, pois cada pessoa aprende de uma forma diferente e o que é visto é nas principais plataformas é um padrão na disponibilização do conteúdo.

### 3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 3.1 Sobrecarga cognitiva

O conceito de sobrecarga cognitiva está ligado ao excesso de informação que uma pessoa retém em curto prazo. No entanto, as avaliações tradicionalmente aplicadas na atualidade abrangem múltiplas informações e conhecimentos. Nesse sentido, Miller (1956), professor de psicologia e pesquisador sobre memórias, destaca que a informação deve ser quebrada em pedaços, *chunks*, para que haja melhor entendimento e memorização. O estudioso indica ainda que devem ser feitos processos de associações com elementos que fazem sentido para as pessoas, pois isso ajuda a relembrar a informação que deve ser memorizada.

Os métodos propostos no presente estudo eliminam essa sobrecarga cognitiva e, por meio dos MCE, o aluno abstrai um conhecimento de cada vez e não passa para o próximo sem que o anterior esteja consolidado. Não se pode deixar de considerar, entretanto, a existência de barreiras que influenciam no resultado de uma avaliação, pois o acúmulo de informação faz com que o aluno perca o foco e não saiba o que vai ser cobrado dele, ocasionando resultado negativo e não aquisição do conhecimento.

Alguns cientistas explicam o processo de sobrecarga cognitiva como a capacidade que uma pessoa possui de reter informações. Miller (1956), por meio da teoria dos números mágicos  $7\pm2$ , indica que a memória dos seres humanos armazena no máximo entre cinco e nove informações de cada vez, dependendo, também, da situação e do tipo de informação a ser memorizada.

Segundo Miller (1956), quando há excesso de informações, tem-se maior probabilidade de cometer erros e má retenção de conhecimentos. Os estudos do autor nessa área possibilitaram que ele aferisse os limites da memória de curto prazo. Já para Cowan (2001), especialista em memória de trabalho (ou memória de curto prazo), os *chunks* não devem exceder três a cinco informações ao mesmo tempo. Quando o limite da capacidade de armazenamento da memória é alcançado, o raciocínio e a aprendizagem ficam comprometidos e, consequentemente, o indivíduo apresenta um desempenho inferior (MISSOURI, 2016).

Ainda nesse contexto, Sweller (2003), o conhecimento que o emissor transmite não pode ser superior àquele que o receptor consegue aprender. A informação transmitida

deve ser compatível com o volume de dados que a pessoa pode processar, pois a memória de trabalho humano é limitada.

Assim, não é aconselhável exigir uma carga cognitiva superior a esses valores propostos por Miller (1956) e Cowan (2021), pois isso pode acarretar a sobrecarga cognitiva e comprometer a aprendizagem. Segundo Sweller (2003), existe uma limitação de informação a ser processada. Dessa feita, o excesso de informação de uma só vez prejudica e impede uma aprendizagem eficiente e saudável.

Deve-se evitar, sempre que possível, a sobrecarga cognitiva (SWELLER, 2003). Quando se tem mais de um conhecimento para ser processado, o rendimento e a capacidade de aprendizado são divididos pelo número de conhecimentos simultâneos. Por outro lado, se algo já está memorizado de forma consolidada, autônoma, não mais necessitando de cognição, tal fato comprova que se pode ter mais *chunks* que os mencionados, desde que apenas um *chunk* necessite de cognição e os demais já estejam consolidados e retidos na memória (DIAS *et al.*, 2009).

### 3.2 A curva de esquecimento na visão de Ebbinghaus

O cientista e psicólogo Ebbinghaus (1885) foi o primeiro a desenvolver testes de inteligência e memorização. Estudou processos psicológicos, como a memória, o que até então ninguém havia estudado em contexto científico, pois eram ditos como processos difíceis e até impossíveis de estudar e conhecer devido à sua dimensão, como é o caso de contextos de estudos de memória e aprendizagem.

O pesquisador demonstrou, em sua pesquisa, que a memória pode ser estudada cientificamente utilizando a metodologia experimental. Afastava-se, assim, da filosofia e voltava-se para o reino das ciências empíricas da experiência através do método introspectivo, que coloca o sujeito a passar por determinada situação, para coletar as experiências do usuário e analisar os dados (EBBINGHAUS, 1885).

Ebbinghaus (1885), utilizou a própria experiência como fonte de dados para avaliar a capacidade/tempo de armazenamento e facilidade de recuperação do material retido. Utilizou nos seus estudos as sílabas *non sense* (sem sentido), para que não fizesse sentido. O intuito é que nenhuma palavra pudesse influenciar o sujeito no momento da sua experiência.

Foram utilizadas mais de 2000 sílabas *non sense*, em que cada sílaba era constituída por duas consoantes separadas por uma vogal, por exemplo: CED, GAK,

LUQ. Foi aplicado um controle experimental rigoroso e detalhado e foram acompanhados todos os ensaios necessários para a reaprendizagem das sílabas esquecidas (EBBINGHAUS, 1885).

A experiência foi repetida várias vezes e, posteriormente, nos outros três anos, para verificar se os resultados se manteriam independentemente das condições pessoais do sujeito. Várias conclusões muito importantes foram encontradas para contornar as limitações da memória.

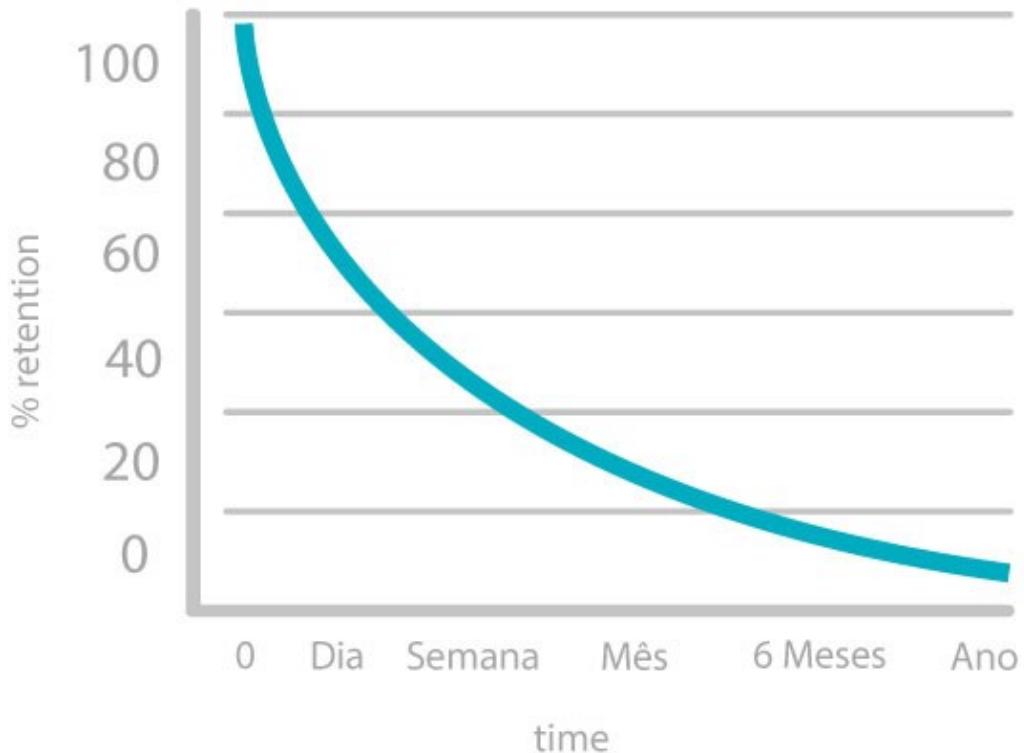
Uma primeira conclusão foi que *estímulos sem sentidos* são mais difíceis de controlar do que *estímulos com sentidos*. Nesse contexto, os significados das sílabas eram importantes, uma vez que o processo de memorização se apresentava mais lento (EBBINGHAUS, 1885). Outra conclusão é que, quanto maior for a quantidade de informação a ser aprendida, mais tempo o indivíduo gastará para aprender. A reaprendizagem será mais fácil do que a aprendizagem inicial, sendo mais difícil de ser esquecida, uma vez que acontecerão sucessivas repetições, melhorando a aprendizagem e memorização.

Trabalhando com as palavras aleatórias que deveriam ser memorizadas, obteve-se um resultado em que o indivíduo esquece cerca de 90% da informação que foi recebida no primeiro mês ou até mesmo na primeira semana. Dessa forma surgiu a *Forgetting Curve* desenvolvida por Ebbinghaus (1885).

A curva de esquecimento mostra como a capacidade do cérebro de reter conhecimento atenua com o tempo. Ele foi o primeiro cientista a testar a capacidade da memória empiricamente, em que os experimentos foram testados inicialmente nele mesmo. A pesquisa concluiu que o fator de esquecimento é uma curva exponencial (FLASHCARD, 2016), o que vem a confirmar a teoria do MMEEBB.

Na Figura 2, pode-se observar a *Forgetting Curve*. Quando se recebe a informação, a retenção é de 100%. Após um dia, a retenção da informação cai drasticamente para 40%. O processo da curva de esquecimento é exponencial, ou seja, nos primeiros dias a retenção é maior, mas com o passar dos meses a capacidade de memorização cai praticamente em 100% (FLASHCARD, 2016).

Figura 2 - *Forgetting Curve*

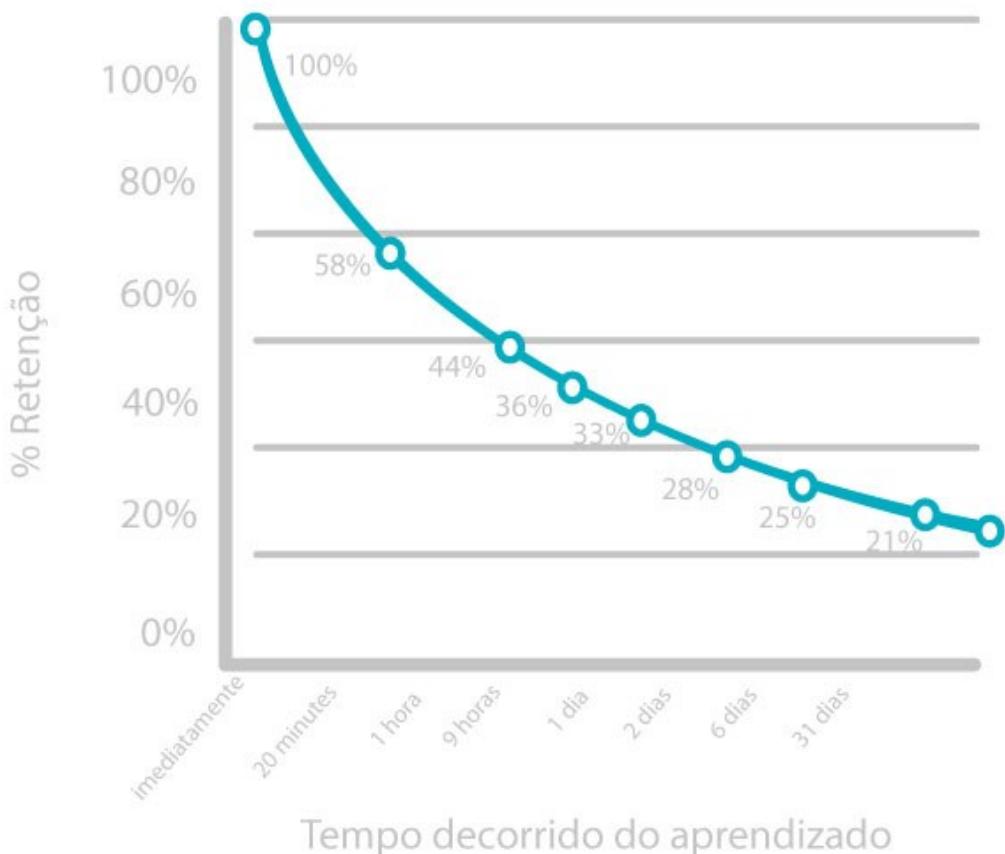


Fonte: Adaptado de Flashcard (2016).

Alguns pesquisadores tentam definir um intervalo de memorização. Esse intervalo foi estudado e efetivado empiricamente com sucesso dando origem ao MMEEBB. Como exemplificado na Figura 3, pelo *Training Industry*, a retenção do conhecimento cai praticamente em 50% após 20 minutos da emissão do conhecimento e, após 31 dias, no melhor dos casos, a pessoa ainda permanece com 21% do conhecimento retido, sendo considerada normal a pessoa que só retém 9% após uma semana (FLASHCARD, 2016).

Verifica-se também que um novo aprendizado é mais eficaz quando espaçado no tempo, uma vez que, depois de determinado período de tempo de recordações, o indivíduo gravará as informações em sua memória de forma mais perene (FLASHCARD, 2015).

Figura 3 – *Forgetting curve* Training Industry.



Fonte: Adaptado de *Training industry* (2018).

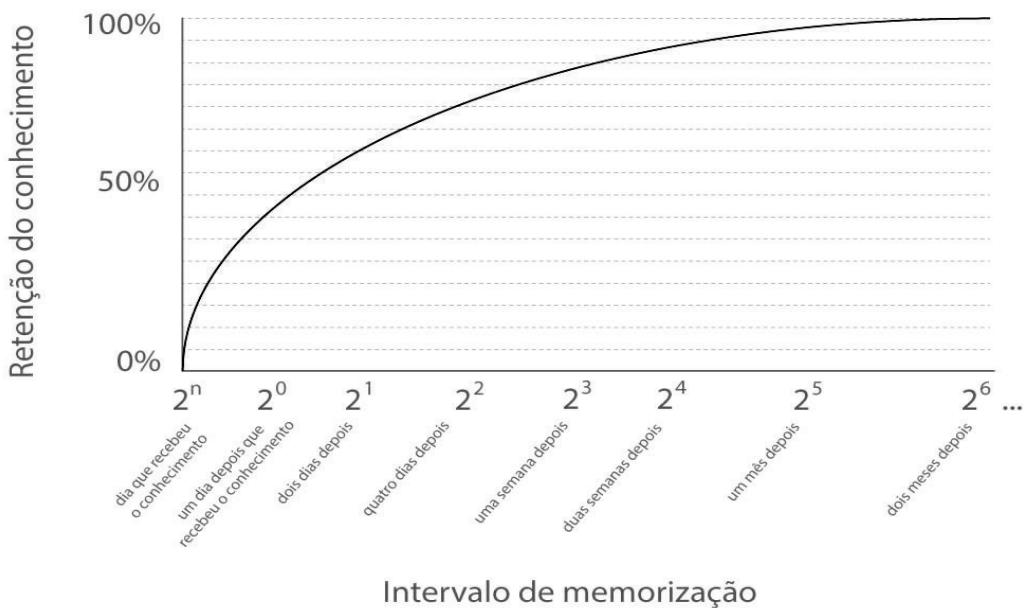
### 3.3 Método de memorização exponencial efetiva na base binária

O MMEEBB é o inverso conceitual da *Forgetting Curve* de Hermann Ebbinghaus. Isso porque o MMEEBB apresenta a Curva de Memorização Efetiva (CME) gerada pelo IRA (valor máximo de intervalo temporal), em que  $IRA = 2^n$  e  $n = [0,1\dots14]$ .

A CME mostra quando o indivíduo tem que recordar a informação para assim transformar em conhecimento em sua memória. Nessa curva, não interessa quando você esquece a informação, mas quando você vai ter que memorizar para não perder o conhecimento. Para isso, utiliza-se o IRA da CME para evitar que os conhecimentos adquiridos se percam e somente sejam úteis para se ter o mínimo necessário para o objetivo do curso ou informação.

Na Figura 4, observa-se que a CME é efetiva e exponencial, assim como a *Forgetting Curve*, porém é utilizada para a retenção do conhecimento, com aplicação de reforços de memorização.

Figura 4 – Curva de Memorização Efetiva



Fonte: Adaptado de Dias *et al.* (2009)

Como pode ser observado na Figura 3, a tendência do conhecimento é manter perene de acordo com o reforço  $2^n$ . A cada  $2^n$  o conhecimento recebido deve ser relembrado para que a informação seja consolidada. Isso por meio da utilização do processo exponencial de potência na base 2 para se obter o valor, em dias, do intervalo de reforço do aprendizado que mantém o conhecimento permanentemente disponível na memória de longo prazo, descartando-se problemas de patologias cerebrais no aprendiz.

Isso foi testado empiricamente por Dias *et al.* (2009). No estudo, depois de certo tempo, o  $2^n$  apresenta valores em décadas, demonstrando o fato de pessoas idosas recordarem todos os fatos de sua infância e adolescência e não recordar fatos da semana anterior, por exemplo. Esse fenômeno é explicado devido ao fato de a memória guardar e ter acessos às informações através de pontes eletroquímicas.

Esse processo tem como objetivo adotar métodos de memorização das informações abstraídas para que estas não se percam e não se convertam em dados esquecidos em um longo período. Por exemplo, após seis meses ou um ano você pode esquecer um conteúdo aprendido em uma disciplina dentro da sala de aula.

A partir desse método, recomenda-se um apoio conceitual em intervalos de tempo, propondo repetições em dias de  $2^n$  para que o conhecimento adquirido fique memorizado pelo indivíduo (receptor) enquanto este não tenha nenhum problema ou doença que

impossibilita o cérebro de executar essa atividade. Com a aplicação dessa metodologia, a memorização torna-se extensa e ativa (DIAS *et al.*, 2009).

O processo de conhecimento pode ser reforçado de formas diferentes, não apenas lendo resumos, relendo textos ou repetindo exercícios. O reforço ativo é algo a se utilizar sempre que possível, ou seja, aplicar o conhecimento adquirido, promovendo debates em conversas com temas aderentes, fazendo autoquestionamentos, entre outras ações.

O indivíduo que opte por utilizar esse método de aprendizagem deve seguir rigorosamente o planejamento 2<sup>n</sup> (intervalo temporal máximo) e, a cada intervalo, o conteúdo deve ser revisado. O método prevê o que fazer quando tal intervalo não é obedecido. Passando por um protocolo de avaliação considerando o valor de n, deverão ser reiniciados os reforços. Nesse caso, a avaliação parte da análise pela metodologia dos MCE através de Tabelas de Avaliação Qualitativa (TAQs). Esse processo é personalizado e pode ser automatizado por *software*.

### 3.4 Sistema Complexo

Para que a ferramenta funcione corretamente, é necessário conhecer a estrutura do problema, como destaca Lima (2020). Um sistema complexo é aquele em que a interação humana não é prescindível. Portanto, cada participante possui variáveis que são desconhecidas (*hidden variables*) pelo sistema e até mesmo para o próprio participante, o que impede o sucesso das funções de transferências entre as interações humanas e humanas com máquinas (LIMA, 2020).

Por isso, considerando-se o objeto de estudo desta pesquisa, não se pode copiar sistemas de sucesso de outros países, pois as variáveis são desconhecidas e, consequentemente, o desenvolvimento por si só da ferramenta não resolverá o problema. No grupo de pesquisa Laboratório de Inteligência Natural e Artificial (LINA), os itens escondidos são chamados de constantes. As constantes são desconhecidas, por diversos fatores, mas um dos principais é a estrutura administrativa do sistema. No Brasil, na administração dos sistemas brasileiros, nos três poderes, impera a estrutura *top down*, ou seja, uma estrutura que administra o problema (comum em Sistemas Complexos) (LIMA, 2020).

Lima (2020) desenvolveu um Mapa Estruturado de Conhecimentos e Ações (MECA), que ilustra todo esse processo dos Sistemas Complexos. Na Figura 5, pode se visualizar as ações. Como pode se observar no MECA, um sistema complexo não pode

ser copiado ou modelado por funções automáticas de um sistema, pois as funções não preservam a estrutura do aprendiz e a cópia não permite encontrar as variáveis específicas de cada aluno.

Essas variáveis escondidas são constantes, ou seja, são diferentes para cada agente que está participando do processo, o que impossibilita a padronização da função e a transferência do conhecimento para modelar a função, não sendo possível essa transferência do conhecimento por meio da cópia de um sistema.

Figura 5 – MECA Sistema Complexos



Fonte: Lima (2020).

### 3.5 Mapa de conhecimento estruturado (MCE): Eliminando Sistemas Complexos

Lima e Barbosa Filho (2013) demonstraram matematicamente que uma pessoa pode ser classificada como uma categoria na Teoria das Categorias. A partir dessa classificação, pode-se elaborar um método formal balizado na Teoria das Categorias,

definindo, personalizadamente, funtores que garantam a comunicação entre o professor e o aluno, entre o que se quer ensinar e quem deseja aprender. Os funtores realizam um mapeamento da categoria *aluno* com a categoria *professor*, promovendo as adaptações entre os objetos e morfismos das duas categorias, possibilitando que o aluno aprenda o que está sendo ministrado, mas adaptando e incrementando os objetos e morfismos da própria categoria de forma que o conhecimento adquirido não seja algo alienígena ao seu modo de aprender. Os ajustes são feitos pelos funtores de forma personalizada, mas o conhecimento adquirido por cada aluno é o mesmo.

Assim, Lima e Barbosa Filho (2013) explicam, matematicamente, através do uso da teoria das categorias e dos funtores, a construção de um novo conhecimento. Nessa teoria, participam os seguintes agentes:

- 1 – **Categorias:** indivíduos envolvidos nos processos;
- 2 – **Objetos:** o que vai ser manipulado. São conceitos e definições existentes no domínio do que se deseja ensinar;
- 3 – **Morfismo:** métodos, ações, aplicações de como efetivar, manipular os conceitos e definições envolvidos no processo de transmissão do conhecimento em questão;
- 4 – **Funtores:** efetiva a adaptação dos objetos e morfismos preexistentes na categoria *aluno* para adquirir ou transformar um novo conhecimento, sem que se perca a personalização e fixação do aprendizado no aluno.

Um funtor, de acordo com itens levantados, simula a informação natural de morfismos entre categorias, podendo ser analisado como uma ação a ser executada, um novo conhecimento que se almeja transmitir e hiperligar dados e informações (LIMA, 2013). A responsabilidade principal deste funtor é garantir o mapeamento do conhecimento (aprendizagem) entre duas categorias, no caso, professor e aluno. Para esse cenário, é necessário que na categoria *aluno*, antes de iniciar o aprendizado, não haja pré-requisitos de conhecimento, podendo apenas existir dúvidas de conceitos, definições que não demandam ações para o entendimento.

A construção do conhecimento somente será de fato efetivada quando o aluno tiver, em uma subcategoria de si mesmo, os mesmos objetos e morfismos existentes na categoria *professor*, relacionada apenas ao que se deseja ensinar no momento. Satisfazendo tal exigência, um funtor pode ser estabelecido entre as categorias,

promovendo o mapeamento correto dos conhecimentos entre professor e aluno, bem como transformações e a transferência de um novo conhecimento (LIMA, 2013).

A estrutura dos MCE garante que um aluno nunca passe ao aprendizado de um novo conhecimento sem que antes não tenha aprendido 100% do conhecimento precedente em um mesmo curso. Nesse método, para evitar a sobrecarga cognitiva, o conteúdo/ementa do curso deve ser quebrado em objetos (conceitos e definições) e morfismos (conhecimentos). Conceitos são palavras que não carecem de ações para serem assimilados. Geralmente são verbetes em um dicionário, enciclopédia ou afins. Já os conhecimentos são os morfismos do curso e estes são transmitidos como ações em processos efetivos para alcançar as metas do curso. Trazem receitas personalizadas, funtores, de como a informação será fixado na memória de cada aluno.

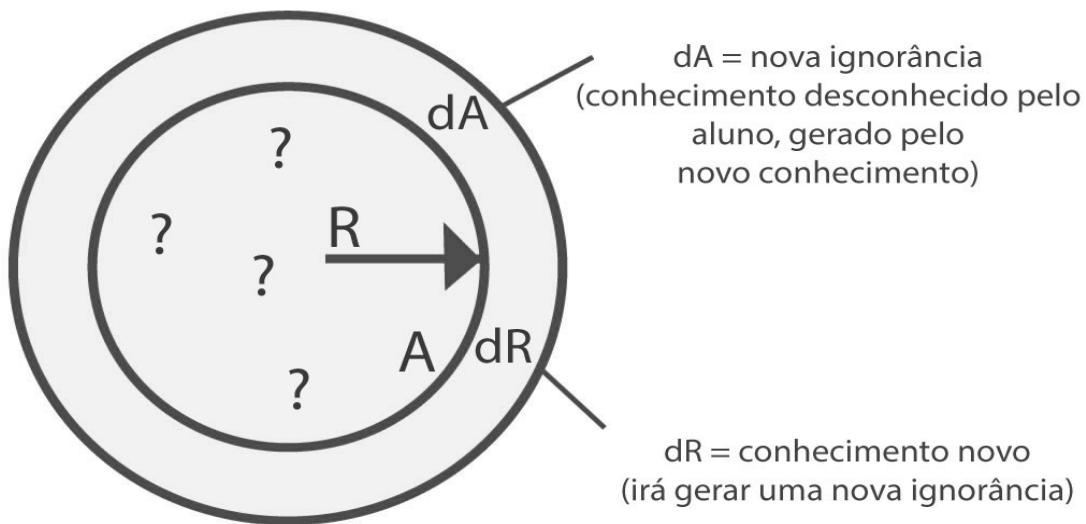
A parcela de conteúdo é dividida em etapas com conhecimentos antecedentes e consequentes, nos quais cada novo conhecimento é representado por um raio do círculo em que a área formada por esse raio representa a ignorância que deverá ser eliminada. Satisfação não é excesso de conhecimento, mas falta de ignorância (DIAS *et al.*, 2009; COSTA, 2005; LIMA, 2013). Assim, a cada raio, novo conhecimento, evocando-se a satisfação no aluno que estava motivado em aprender.

Conforme a teoria das categorias, para que seja estabelecido um funtor entre o aluno e o professor, é necessário que nas duas categorias haja objetos e morfismos similares. Isso equivale a dizer que não pode faltar ao aluno objetos e morfismos precedentes ao entendimento do novo conhecimento para que o funtor, que mapeará o novo conhecimento, possa ser estabelecido. Simplificando ainda mais, não pode faltar o conhecimento dos pré-requisitos exigidos para se iniciar o aprendizado do novo conhecimento.

Para tanto, os MCE possuem uma ferramenta, a TAQ, que garante que isso ocorra identificando os pré-requisitos de objetos (conceitos e definições) e morfismos (conhecimentos) que possam existir na categoria *aluno* e que devem ser eliminados, sanados, antes de se iniciar o novo conhecimento, assim como os demais acréscimos ao primeiro raio de conhecimento a ser transmitido e retido pelo aluno. Como exemplo, pode-se citar o ato de ensinar como resolver uma equação. Para tanto, na categoria *aluno* já devem estar presentes os morfismos de como somar, subtrair, multiplicar e dividir, bem como os objetos conjuntos numéricos (inteiro, reais, naturais...) que serão manipulados pelos morfismos.

Após esse processo de adequação das categorias, o professor estará apto para realizar o mapeamento do conhecimento, assim como o aluno para recebê-lo. Conforme mostrado na Figura 6, o novo conhecimento implica uma nova área de ignorância. A área formada por esse círculo representa a ignorância do aluno sobre o novo aprendizado. Para que o processo de ensino e aprendizagem se estabeleça, para que se crie o funtor, é fundamental que se tenha somente ignorância de conceitos e definições na mesma área.

Figura 6 – Novo conhecimento implica nova área de ignorância



Fonte: Adaptado de Dias *et al.* (2009)

A partir do raio inicial de conhecimento, o aluno somente passa ao próximo conhecimento quando a área de ignorância é esclarecida e eliminada, trazendo satisfação ao aluno. Assim, o aluno só poderá passar para um próximo acréscimo de raio (novo conhecimento) se esse conhecimento estiver 100% consolidado. Um raio só implica em *um* e apenas *um* novo conhecimento. Raios de conhecimento grandes causam áreas imensas de ignorância, o que fica difícil de eliminar e, consequentemente, trazer satisfação ao aluno em aprender.

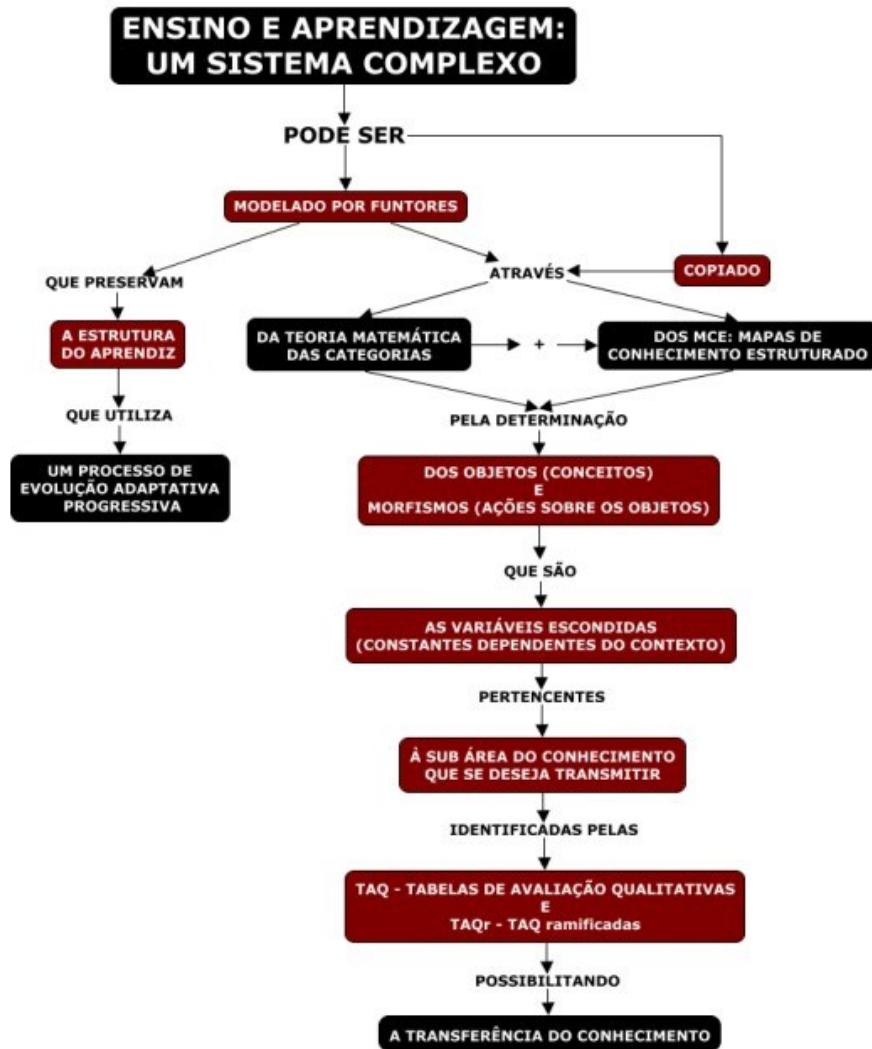
É importante destacar que uma área de ignorância não resolvida eleva o desinteresse do aluno e, consequentemente, ocasiona a desistência em relação ao aprendizado do assunto, o que é um caso típico e recorrente em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs). Isso ocorre devido, principalmente, a se desconhecer, de forma personalizada, a área de ignorância de cada aluno bem como se, nessa área, existem, além

de objetos, também morfismos (conhecimentos precedentes requeridos ao aprendizado). Relembrando: a satisfação não é excesso de conhecimento, é a falta de ignorância (DIAS *et al.* 2009).

Assim, um dos pontos fortes dos MCE é que eles organizam de forma personalizada o processo de aprendizagem do aluno, garantindo, a cada acréscimo de raio de conhecimento, uma compreensão completa sobre um determinado conteúdo, mantendo a categoria *aluno* motivada em continuar aprendendo e sendo capaz de realizar ações com o novo conhecimento aprendido (LIMA, 2013).

Um MECA, desenvolvido por Lima (2020), que ilustra essa solução dos Sistemas Complexos por meio do MCE pode ser visualizado na Figura 7. Percebe-se que o processo de ensino e aprendizagem é um sistema complexo, que são modelados por funtores, que preservam o conhecimento da estrutura do aprendiz onde utiliza um processo de evolução adaptativa e progressiva. Mas, modelando o funtor é possível também através da teoria matemática das categorias e aplicando o MCE. Como determinação dos objetos (conceitos) e morfismos (ações sobre os objetos) que são consideradas as variáveis escondidas, ou seja, o conteúdo desconhecido, pertencentes à sub área do conhecimento que se deseja transmitir, identificadas pelas tabelas de avaliação qualitativas e essas podem ser ramificadas possibilitando a transferência do conhecimento. Portanto, percebe-se que ensino e aprendizagem são um sistema complexo que pode ser copiado e modelado por funtores que preservam a base de conhecimento do aluno; esse sistema trabalha com o conceito de evolução adaptativa progressiva, levando o aluno a evoluir.

Figura 7 – Novo conhecimento implica nova área de ignorância



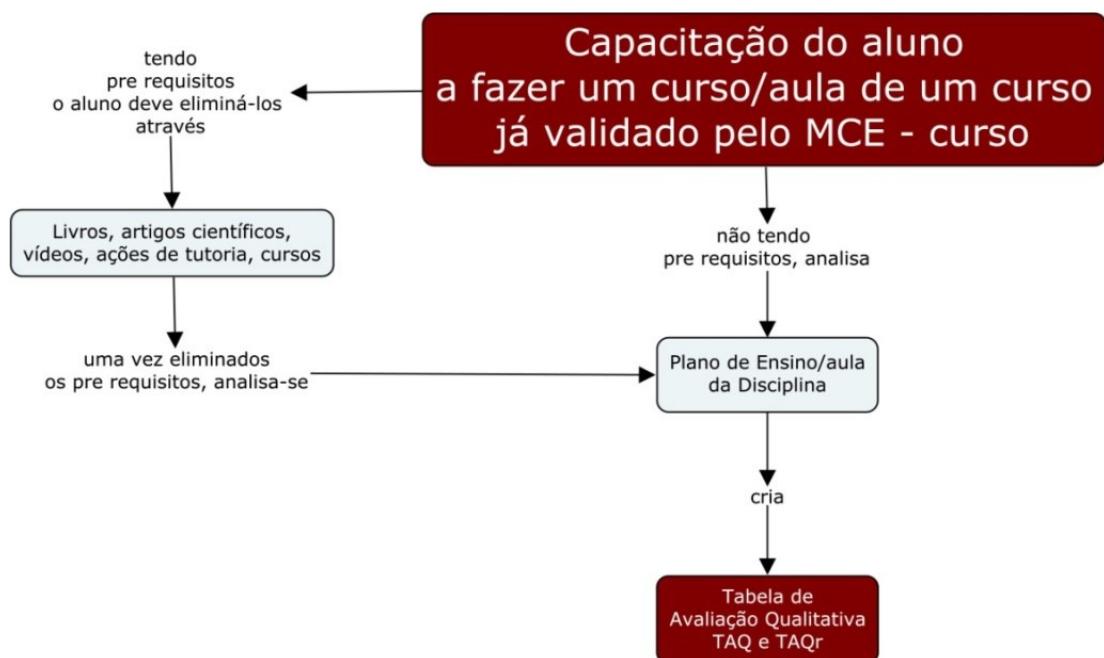
Fonte: Lima, 2020.

Essa mapeamento da transmissão do conhecimento pode-ser copiada, pois a teoria matemática das categorias e dos MCE permitem, uma vez que organizam o conteúdo de acordo com a dificuldade e o conhecimento de cada aluno. Como destacado no contexto do MCE, os conteúdos são categorizados em conceitos e conhecimentos (ações), que são as variáveis escondidas (constantes), pertencentes à sub-área do conhecimento que se deseja transmitir, que são identificados pela TAQ e Tabela de Avaliação Qualitativa Ramificada (TAQR). Essas TAQs são avaliações que os alunos desenvolveram para identificar seu grau de conhecimento e dificuldade.

### 3.6 Processo Avaliativo

Após a etapa de aprendizado e abstração de conhecimento, para que o aluno tenha acesso à avaliação é necessário realizar uma validação do aprendizado. Através da Figura 8, é possível acompanhar esse processo na capacitação do aluno a fazer um curso/aula de um curso que já foi validado pelo Mapa de Conhecimento Estruturado, o qual primeiramente avalia se a aula ou curso possui pré-requisitos, ou seja, conhecimentos que o aluno já precisa ter para iniciar a aula ou curso e, caso não tenha, ser realizada uma análise do plano de aula da disciplina, sendo criada TAQ e TAQr (Figura 8).

Figura 8 – MECA Capacitação do aluno a fazer um curso/aula



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Entretanto, caso a aula tenha pré-requisitos e o aluno não tenha o conhecimento necessário para iniciá-la, torna-se necessária a eliminação das dúvidas por meio de repositórios de pesquisas, como livros, artigos científicos, vídeos e ações de tutoria, no caso de um curso a distância ou cursos abertos. Uma vez eliminados os pré-requisitos, torna-se possível analisar o plano de aula e criar a TAQ e TAQr. Na Figura 8 visualiza-se um processo detalhado desta etapa.

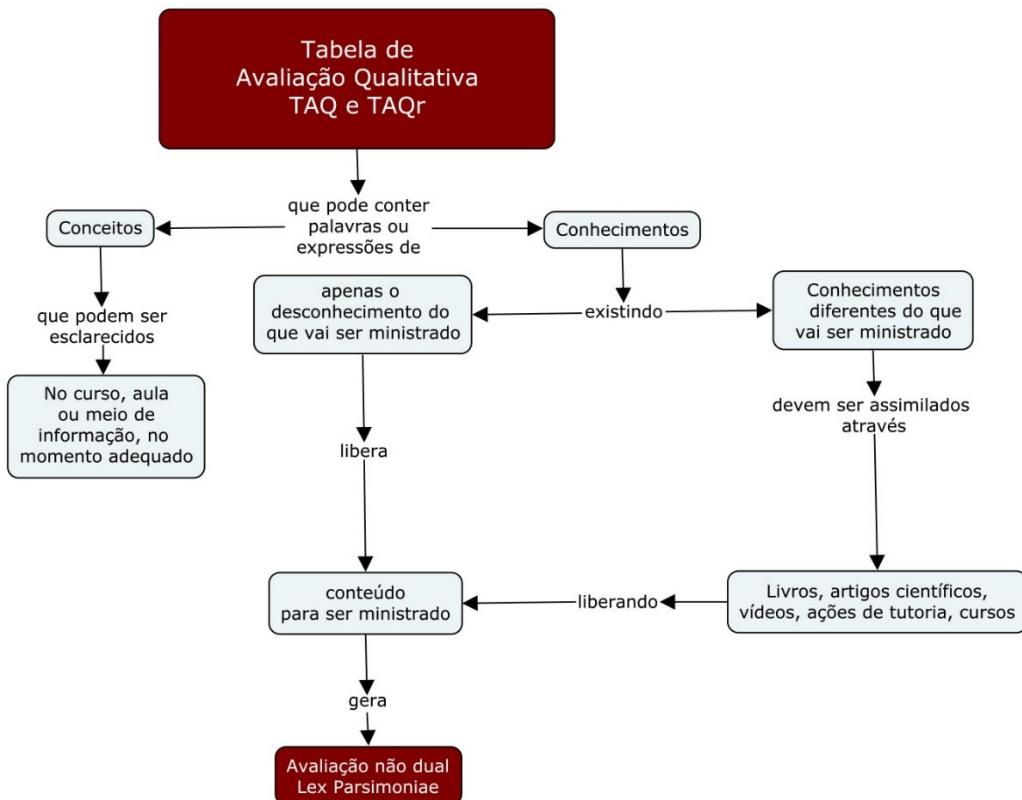
A TAQ e TAQr objetivam avaliar o que o aluno está apto a fazer, a partir da geração de pontuação ponderada pelo número de conhecimentos gerados na TAQ e TAQr.

Através da TAQ, identifica-se o raio inicial, o conhecimento de partida a ser transmitido. Analisa-se a área de ignorância gerada e é eliminada a ignorância de itens do conteúdo que são somente conceitos e definições. O processo cognitivo é efetuado evitando-se arbitrariedades e dualidades. A TAQ é aplicada ao próximo conhecimento. Após a aplicação da TAQ, duas avaliações são realizadas a cada término de um processo cognitivo, a cada novo conhecimento, comprovando a efetivação do aprendizado e a capacitação para se aprender o próximo conhecimento.

Como ilustrado na Figura 9, é possível acompanhar os processos da TAQ e TAQr, percurso no qual, incialmente, é verificado dúvidas de palavras ou expressões que podem ser do tipo conceito e conhecimento. No caso de conceitos, as expressões que terão de ser esclarecidas vão ser através das aulas ou a partir de outras informações. Mas, se as dúvidas da TAQ são de conhecimentos, estas devem ser sanadas, pois conhecimento não retido na memória não é conhecimento útil em momentos de necessidade emergente, como, por exemplo: um médico em uma emergência cirúrgica, operadores de bolsas de valores, engenheiros de manutenção, alunos em prova ou concursos... todos estes necessitam que o conhecimento esteja consolidado em sua memória.

Ao verificar a TAQ, se possui dúvidas de conhecimentos e estes conhecimentos vão ser ministrados na aula, o aluno é liberado para acessar o conteúdo do curso/aula. Mas, se estes conhecimentos são diferentes do que irá ser ministrado no curso, eles devem ser assimilados através de conteúdos extraclasse, como livros, artigos científicos, vídeos, ações de tutorias e outros cursos. Posteriormente, após esse raio de conhecimento ser preenchido, o aluno pode ter acesso ao conteúdo que será ministrado na aula. Lembrando que cada conhecimento deve ser construído com um processo cognitivo e, como destaca Dias (2009), utiliza-se, nesse contexto, a abstração do raio do conhecimento e a área de ignorância associada a ele.

Figura 9 – TAQ e TAQr

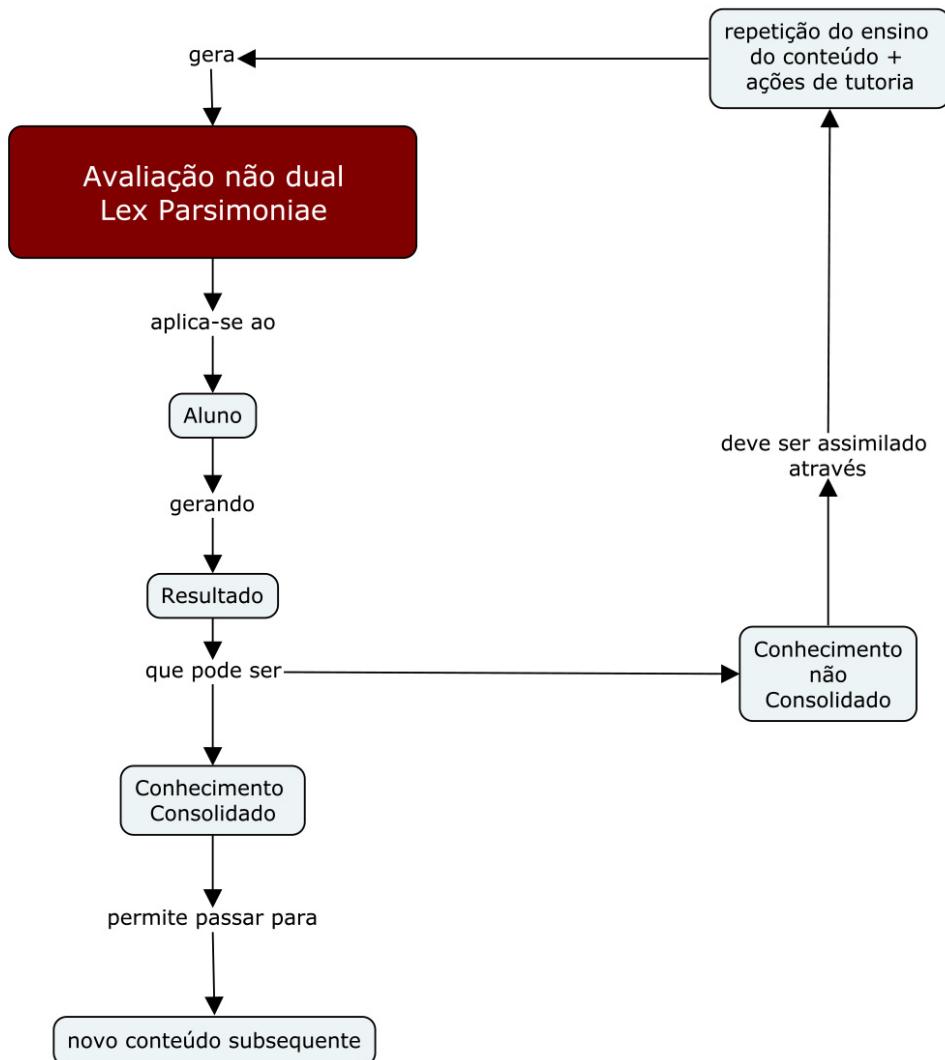


Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Após o conteúdo da aula ministrada, é gerada a avaliação que é não dual, ou seja, ela é desenvolvida em uma linguagem elaborada, que não causa dualidade, dupla interpretação, ao contrário da linguagem restrita na qual o aluno depende do contexto que o avaliador está pensando no momento da elaboração da questão.

A avaliação, conforme ilustrado na Figura 10, é construída no conceito da *Lex Parsimoniae*, da simplicidade. Com isso, o aluno deve saber o que vai ser cobrado dele no momento da avaliação. Dessa forma, não se deve colocar na avaliação outro conhecimento em cima daquilo que será cobrado, pois, quando o aluno for estudar, ele já estará focado; o sistema funciona melhor se o aluno souber como será o processo de avaliação e o que será cobrado.

Figura 10 – Avaliação não dual *Lex Parsimoniae*



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Assim, o aluno não sofrerá um processo de sobrecarga cognitiva, visto que se realiza uma degradação cognitiva na qual o aluno não ficará preocupado com o que será perguntado na avaliação, desenvolvendo questionamentos como: “Será que vou ter que estudar mais alguma coisa?”. Apresentando para o aluno antes o que será cobrado, ele terá a visão de já saber o que deve ser estudado. Conclui-se, assim, uma degradação cognitiva, antecipando o que será cobrado e quais os resultados esperados, ou seja, o aluno só vai estudar o que ele precisa; com o restante, ele não irá se preocupar. Logo, degrada-se o montante de coisas que o aluno deve aprender a mais e, dessa forma, a degradação cognitiva favorece o aluno a focar no que é necessário. Portanto, deve-se evitar a sobrecarga cognitiva do aluno; ele deve aprender o necessário, aplicando os conceitos da simplicidade e da *Lex Parsimoniae* no processo da avaliação.

Explicando os passos da Figura 10: a avaliação não dual é aplicada ao aluno, que gera resultados, que podem ser conhecimentos consolidados ou não; conhecimentos não consolidados devem ser assimilados através da revisão do conteúdo da disciplina, acompanhada de ações dos tutores ou professores, o que, depois, gera a avaliação novamente, que é aplicada ao aluno, que gera novos resultados. Se esse resultado for positivo e o conhecimento estiver consolidado, permite-se que o aluno prossiga para o conhecimento subsequente.

Outro requisito da avaliação é que ela não pode gerar dupla interpretação e, para isso, deve-se seguir uma linguagem elaborada, conforme destaca Bernstein (1996). Entretanto, nem sempre os professores conseguem formular questões com linguagem elaborada e, para minimizar esses percalços, sugere-se que o processo de avaliação seja prático, com um resultado ou aplicação daquilo que se espera. Por exemplo, em relação as dúvidas quanto à utilização de determinado termo nesta frase ou projeto, deve-se propor nas avaliações o desenvolvimento de produtos que gere aplicabilidade e que desenvolva as habilidades e competências que foram propostas no currículo da disciplina.

Após o desenvolvimento da Tabela de Definição e Conhecimentos (TDC), da aplicação das TAQs nos cursos e, consequentemente, da finalização de cada etapa de cada curso, seja em AVA ou presencial, será possível efetivar avaliações quantitativas e qualitativas. A cada conhecimento adquirido e eliminação da área de ignorância acarretada pelo raio do conhecimento, um processo avaliativo é efetivado focado no objetivo, na ação, em cada conhecimento. No final do curso, já tendo sido avaliado continuadamente, o aluno tem que aplicar os conhecimentos adquiridos, efetivando um produto, um projeto de aplicação ou algo aderente ao que foi aprendido para sua comunidade-alvo.

### 3.7 Código restrito e código elaborado

Os MCE são voltados para o código elaborado idealizado por Bernstein (1996), caracterizado por uma linguagem não dual, que não cria dupla interpretação em uma questão avaliativa, produzindo uma linguagem que seja objetiva. Cabe destacar, nesse contexto, que é por isso que os MCE empregam questões que sejam claras para que o aluno não encontre duplo sentido de interpretação.

Bernstein (1996) identificou dois modelos para comunicação a partir da análise de dois tipos de códigos que atendessem famílias de diferentes classes sociais: o elaborado

e o restrito. O código restrito, por sua vez utilizado por uma camada social baixa, utiliza-se de frases curtas, incompletas, com duplo sentido, incapacitando um diálogo. Nesse caso, em uma avaliação desenvolvida com código restrito, o receptor pode interpretar a questão a partir vários contextos. Segue um exemplo:

“Eles tiraram o leite do gato.”

Pode-se refletir essa frase a partir de vários sentidos, são eles: 1º - Foi retirada vasilha de leite que o gato bebe; 2º Foi retirado o leite da gata, pois ela estava em período de amamentação; ou ainda, castraram o gato. Portanto, através do código restrito pode-se tirar várias conclusões que se confundem e o resultado correto da questão será influenciado pelo contexto individual que o elaborador estava pensando no momento do desenvolvimento da questão.

Já o código elaborado, conforme Bernstein (1996), habitual da classe média, possibilita um diálogo formal, sem dupla interpretação. Isso porque apresenta uma sintaxe precisa, com uso variado de conjunções, orações subordinadas e com expressões lógicas, o que é altamente aconselhável para uma avaliação com questões objetivas que não induza o aluno a errar devido à possibilidade de dupla interpretação.

Nesse contexto, Bernstein (1996), explicita o seu conceito de código, cuja definição mais aprimorada foi elaborada em 1981. Segundo o autor: “código é um princípio, tacitamente adquirido, que seleciona e integra significados relevantes, a forma de suas realizações e dos contextos que evoca” (BERNSTEIN, 1996, p. 115).

### 3.8 Inteligência Artificial

O termo Inteligência Artificial (IA) tem o significado de permitir o ser humano escolher entre uma coisa e outra (FERNANDES, 2003). É o esforço de replicar ou simular a inteligência humana em máquinas. O objetivo da inteligência artificial é permitir que a comunicação da máquina se aproxime do mais natural possível, simulando uma ação humana. Para Luger e Stubblefield (2004), a inteligência artificial é a área da computação que se preocupa com a automação de comportamento inteligente.

Já Luger (2004) define IA com vários questionamentos, como uma coleção de problemas e metodologias estudadas por cientistas e pesquisadores, pois ela compreende um conjunto de problemas e, para resolver esses problemas, é necessário desenvolver um conjunto particular de técnicas para abordá-los.

Os pesquisadores Russel e Norving (2004) apresentam oito definições para IA de acordo com oito livros didáticos, as quais podem ser visualizadas na Figura 11. Elas foram classificadas em quatro categorias, que são: sistemas que pensam como seres humanos; sistemas que pensam racionalmente; sistemas que atuam como seres humanos e sistemas que atuam racionalmente.

Figura 11 – Algumas definições de inteligência artificial, organizadas em quatro categorias.

Sistemas que pensam como seres humanos	Sistemas que pensam racionalmente
<b>O novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem... máquinas com mentes, no sentido total e literal (HAUGELAND, 1985)</b>	Estudo das faculdades mentais pelo uso de modelos computacionais (CHARNIAK; MCDERMOTT, 1985)
<b>“Automatização de atividades que associamos ao pensamento humano, atividades como a tomada de decisões, a resolução de problemas, o aprendizado...” (BELLMAN, 1978).</b>	“O estudo das computações que tornam possível perceber, raciocinar e agir” (WINSTON, 1992).
Sistemas que atuam como seres humanos	Sistemas que atuam racionalmente
<b>“A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas” (KURZWEIL, 1990)</b>	“A Inteligência Computacional é o estudo do projeto de agentes inteligentes” (POOLE <i>et al.</i> , 1998)

Fonte: Russel e Norving (2004)

As duas primeiras categorias dizem respeito a procedimentos de pensamento e raciocínio, enquanto as outras lidam com comportamento. Russell e Norvig (2004) as agrupam particularmente em agentes racionais que agem para obter o melhor resultado, ressaltando que todas as habilidades necessárias para o Teste de Turing também permitem que um agente aja racionalmente (RUSSEL; NORVING, 2004)

A inteligência artificial é uma simulação da ação de forma humana. O teste de Turing, proposto por Turing (1950), foi projetado para fornecer uma definição operacional satisfatória da inteligência. Em vez de definir itens padronizados, realizou-se

um questionário com humanos a fim de avaliar se o humano é capaz de distinguir uma conversa com um computador ou com outro humano, ou seja, avaliar a naturalidade da interação (RUSSEL; NORVING, 2004). Porém, concluiu-se que programar uma máquina para realizar essa ação seria difícil, pois o computador, segundo Russel e Norving (2004), necessita das seguintes características:

- Processamento de linguagem natural: para possibilitar que ele se comunique com sucesso em idioma natural.
- Representação do conhecimento: para armazenar.
- Raciocínio automatizado: para usar as informações armazenadas com a finalidade de responder a perguntas e tirar novas conclusões.
- Aprendizado de máquina: para se adaptar a novas circunstâncias, além de detectar e extrapolar padrões.

Patrick Winston, professor de inteligência artificial e ciência da computação da Ford no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), AI é como "algoritmos habilitados por restrições, expostos por representações que sustentam modelos direcionados a *loops* que unem pensamento, percepção e ação" (ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 2020, s.p.)

Embora esses conceitos possam parecer abstratos para a pessoa comum, elas auxiliam a focar o campo como uma área da ciência da computação e fornecem um plano para infundir máquinas e programas com aprendizado de máquina e outros subconjuntos de inteligência artificial.

Portanto, a IA é um sistema de computador apropriado para executar tarefas que normalmente exigem inteligência humana. Muitos desses sistemas de inteligência artificial são alimentados por aprendizado de máquina, alguns são movidos por aprendizado profundo e outros são movidos por regras e padrões. A seguir exemplos de aplicações que utilizam técnicas de inteligência artificial:

- Assistentes inteligentes (como Siri e Alexa);
- Ferramentas de mapeamento e previsão de doenças;
- Robôs de fabricação e drones;
- Recomendações de tratamento de saúde personalizadas e otimizadas;
- *Bots* de conversação para *marketing* e atendimento ao cliente;
- Robô-consultores para negociação de ações;

- Filtros de *spam* no e-mail;
- Ferramentas de monitoramento de mídia social para conteúdo perigoso ou notícias falsas;
- Recomendações de músicas ou programas de TV do Spotify e Netflix.

### 3.9 Representação do conhecimento

A representação do conhecimento está relacionada ao conteúdo que o agente receberá em sua base. Esse conceito está ligado ao processo da engenharia ontológica, pois organiza tudo no mundo em hierarquias de categorias. Esse é um procedimento que usa a lógica em primeira ordem para representar os aspectos mais importantes do mundo real, como ação, espaço, tempo, eventos mentais e compras (RUSSEL; NORVING, 2004).

O termo ontologia está ligado à ciência do ser e se concentra em questões relacionadas a: Que coisas existem? Pertencem a que categorias? Existe algo como realidade objetiva?

Ontologias proveem uma linguagem comum de uma área e definem, com diferentes níveis de formalidade, o significado dos termos e as relações entre eles. Engenharia Ontológica refere-se ao conjunto de atividades que envolvem o processo de desenvolvimento de ontologias, o ciclo de vida de ontologias, os métodos e metodologias para construção de ontologias e os conjuntos de ferramentas e linguagens que as suportam (SALEM; CAKULA, 2019).

Os principais benefícios do uso da abordagem de engenharia ontológica são: (a) compartilhar entendimento comum da estrutura das informações entre pessoas ou agentes de *software*; (b) permitir a reutilização do conhecimento do domínio; (c) tornar explícitas as suposições do domínio; (d) separar o domínio conhecimento do conhecimento operacional e; (e) analisar o conhecimento do domínio (SALEM; CAKULA, 2019)

A representação do conhecimento objetiva criar métodos e roteiros para solucionar e desvendar determinado problema, principalmente quando está ligado ao desenvolvimento de *software*, definindo seus objetos e categorias, como Russel e Norving (2004) empregam. As categorias também auxiliam no processo de fazer prognósticos sobre objetos, uma vez que eles estão classificados. Servem também para organizar e simplificar a base de conhecimento por herança (SALEM; CAKULA, 2019).

O uso de ontologias em sistemas educacionais pode ser abordado de vários pontos de vista: como vocabulário comum para sistemas multiagentes, uma cadeia entre sistemas educacionais heterogêneos, ontologias para compartilhamento de recursos pedagógicos ou compartilhamento de dados e ontologias usados para mediar a busca de materiais de aprendizagem na Internet (SALEM; CAKULA, 2019).

A especificação abstrata de um sistema é composta por elementos funcionais interconectados. Esses elementos se comunicam usando uma interface e um vocabulário comum. O processo instrucional *online* pode ser implementado com sucesso usando técnicas de IA. Programas de *software* sofisticados com os seguintes recursos fornecem a inteligência da máquina: adaptabilidade, flexibilidade, capacidade de aprendizado, capacidade reativa, autonomia, colaboração e capacidade de compreensão. Essa abordagem permite resolver a complexidade e a incerteza dos sistemas instrucionais (SALEM; CAKULA, 2019).

As principais categorias de sistemas instrucionais inteligentes são: (a) Ambientes Inteligentes de Tutoria, (b) Ambientes Inteligentes de Aprendizagem, (c) Agentes Pedagógicos, (d) Instrução Inteligente Assistida por Computador. As instruções personalizadas representam o núcleo dos modelos inteligentes de aprendizagem. As tecnologias de computador oferecem a oportunidade de desenvolver sistemas instrucionais inteligentes flexíveis.

Um sistema de aprendizado inteligente baseado em uma abordagem multiagente consiste em um conjunto de agentes inteligentes que precisam se comunicar. Eles colaboram através de mensagens. Os agentes de *software* podem entender e interpretar as mensagens devido a uma ontologia comum ou à interoperabilidade das ontologias privadas. O sistema multiagente proposto contém seis agentes inteligentes de *software*: o agente de comunicação, o agente do exame, o agente tutor, o agente pedagógico, o agente de interface e o agente supervisor. Os agentes cooperam, têm objetivos distintos e são gerenciados pelo agente supervisor. O agente supervisor coordena todo o processo educacional. Todos os agentes usam uma ontologia comum, composta principalmente pelo modelo do aluno, modelo do curso, modelo do professor e modelo instrucional (SALEM; CAKULA, 2019).

### 3.10 Algoritmos de busca

Os algoritmos de buscas são desenvolvidos para examinar um problema ou recuperar um elemento de qualquer estrutura de dados em que ele esteja registrado. Esses algoritmos geralmente são classificados em duas categorias, segundo Geekforgeeks (2019):

- Busca sequencial: nesse exemplo, a lista ou matriz é percorrida sequencialmente e todos os elementos são verificados. No caso a pesquisa linear;
- Busca por intervalo: utiliza o método para pesquisar em estruturas de dados classificadas. Esses tipos de algoritmos de pesquisa são muito mais eficientes do que a pesquisa linear, pois segmentam repetidamente o centro da estrutura de pesquisa e dividem o espaço de pesquisa pela metade. Por exemplo: pesquisa binária.

A pesquisa linear é utilizada em algoritmo de escolha para listas curtas, pois é simples e requer código mínimo para implementar. O algoritmo de pesquisa linear verifica o primeiro item da lista para examinar se é o item procurado e, se satisfazer a condição, finaliza. Caso contrário, ele pesquisará o próximo item e seguirá cada entrada da lista (CODEBURST, 2019).

A pesquisa linear é o algoritmo de pesquisa básico usado nas estruturas de dados. Também é chamado como pesquisa sequencial, como destacado anteriormente. A pesquisa linear é usada para encontrar um elemento específico em uma matriz. Não é obrigatório organizar uma matriz em qualquer ordem (crescente ou decrescente), como no caso da pesquisa binária. A pesquisa linear raramente é usada porque outros algoritmos de pesquisa, como o algoritmo de pesquisa binária e as tabelas de *hash*, permitem uma comparação significativamente mais rápida da pesquisa com a pesquisa linear.

Pesquisa binária é um dos algoritmos mais fundamentais e úteis em ciência da computação. Ela descreve o processo de pesquisa de um valor específico em uma coleção ordenada.

O algoritmo inicia no meio do banco de dados; se o número de destino for maior que o número do meio, a pesquisa continuará na sua metade superior. Se o seu número de destino for menor que o número do meio, a pesquisa continuará na metade inferior do banco de dados. Ele continua repetindo esse processo, cortando o banco de dados pela metade em cada vez até encontrar o registro. Essa pesquisa é mais complicada do que a pesquisa linear, mas para bancos de dados grandes é muito mais rápida do que uma pesquisa linear.

Na sua forma mais simples, a pesquisa binária opera em uma sequência contínua com um índice esquerdo e direito especificado. Isso é chamado de espaço de pesquisa. A pesquisa binária mantém os índices esquerdo, direito e do meio do espaço de pesquisa e compara o destino da pesquisa ou aplica a condição de pesquisa ao valor médio da coleção; se a condição estiver insatisfita ou com valores desiguais, a metade na qual o alvo não pode estar é eliminada e a pesquisa continua na metade restante até que seja bem-sucedida. Se a pesquisa terminar com uma metade vazia, a condição não poderá ser atendida e o destino não será encontrado.

### 3.11 Knuth-Morris-Pratt (KMP)

Atualmente os algoritmos de busca são encontrados na maioria das aplicações. Realizar a busca de uma palavra dentro de um texto pode ser um processo sem agilidade, se não utilizado o algoritmo correto. Quando se fala em algoritmo de busca, o mais popular é o algoritmo de busca bruto, que procura caractere por caractere até localizar as paridades.

A desvantagem de utilizá-lo é que ele é quadrático: precisa de um tempo a ordem de  $O(m^*n)$ , em que  $m$  é o tamanho do texto e  $n$  é o tamanho do padrão a ser procurado. Por isso, foram criados novos métodos para encontrar esse padrão de forma mais eficiente: dentre eles se destacam os algoritmos de Knuth-Morris-Pratt e de Boyer Moore (LIMA, 2018).

O algoritmo KMP examina os caracteres de texto um por um, iniciando da esquerda para direita, de maneira sequencial. Quando um padrão tem mais de uma regra, ele usa essa propriedade para melhorar a complexidade do tempo, também no pior dos casos. A complexidade temporal do KMP é  $O(n)$ .

### 3.12 Boyer Moore

O algoritmo de Boyer Moore é considerado o algoritmo de correspondência de cadeias. O algoritmo verifica os caracteres do padrão da direita para a esquerda, começando por aquele que está mais à direita. No caso de uma incompatibilidade (ou uma correspondência completa de todo o padrão), ele usa duas funções pré-computadas para deslocar a janela para a direita. Essas duas funções de turno são chamadas de turno de

sufixo bom (também chamado de turno de correspondência) e turno de caracteres ruins (também chamado de turno de ocorrência) (IGM, 1997).

Outra característica importante desse algoritmo é que ele verifica o padrão da direita para a esquerda até confirmar que o padrão foi encontrado, ou até que não haja paridade entre os caracteres. Quando a paridade não é encontrada, pula-se uma determinada quantidade de caracteres definidas pelo máximo entre o valor de delta 1 e o tamanho do padrão menos a posição deste. Com esses pulos, consegue-se encontrar o padrão, procurando menos caracteres do que o algoritmo de KMP (LIMA, 2018).

### 3.13 Sistema de recomendação

Um Sistema de Recomendação combina várias técnicas computacionais para selecionar itens personalizados com base nos interesses dos usuários, conforme o contexto no qual estão inseridos.

O Sistema de Recomendação auxilia o usuário no processo de preferência de conteúdo. Similar a um sistema de filtragem de informações, as pessoas fornecem recomendações como entradas e o sistema as agrupa e gera para os indivíduos que são considerados potenciais interessados. Um dos grandes desafios desse tipo de sistema é realizar a combinação adequada entre as expectativas dos usuários (seu perfil) e os itens a serem recomendados, isto é, definir este relacionamento de interesses. (CAZELLA et al. 2012).

Muitos materiais educacionais estão disponíveis na internet, sem contar os *sites* que tem como propósito específico ser um repositório desses recursos. Mesmo assim, encontrar materiais que contribuam com o aprendizado é um processo trabalhoso e muitas vezes cansativo. O Sistema de Recomendação de Objetos de Aprendizagem (DICA), utiliza as informações do Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE) para recomendar objetos de aprendizagem de acordo com as semelhanças existentes entre eles por meio da utilização de técnicas de Inteligência Artificial (VIEIRA; NUNES 2012).

### 3.14 Síndrome do Impostor

A síndrome do impostor são conceitos que envolvem níveis abstratos de representações mentais, no que diz respeito a percepções de fraude, o receio que os outros

percebiam a fraude, a dificuldade de aceitar o sucesso, a direção para elevadas realizações e o gasto de energia para manter o ciclo da síndrome (CLANCE; IMES, 1978).

Os impostores possuem a percepção que as pessoas superestimam sua inteligência e competência. Em pesquisas realizadas por Clance e IMES (1978) observa-se que os impostores se recordavam de *feedbacks* negativos e foram incapazes de aceitar um *status* positivo, eles se negam a receber ou apropriar de qualquer habilidade que se destaque, rejeitam qualquer elogio referente a sua capacidade.

Para eles, o descobrimento que são um engano é algo inevitável, o que lhe ocasiona também o sentimento de sofrimento. Os impostores buscam a negação sobre qualquer feito que enfatize sua habilidade e inteligência, negam seu próprio sucesso (COZZARELLI, 1990).

A síndrome do impostor é definida como duvidar de suas habilidades e o indivíduo sentir uma fraude. Atinge pessoas que possuem um alto desempenho, que tem dificuldade de aceitar seu alto desempenho, não conseguem aceitar suas realizações, questionam se merecem elogios (COWMAN; FERRARI, 2002).

### *3.15 Deliberate Practice*

A prática deliberada busca por evidências sobre o aprendizado ideal e o avanço do desempenho. Faz uma relação entre a prática e o nível de desempenho em alguma atividade que o indivíduo já executa há anos, sempre com o objetivo de melhorar o desempenho em relação as tarefas executadas anteriormente (ERICSSON, 2018a).

Mais recentemente, Baker *et al.* (2005 , p. 65) discutiram que a prática deliberada é fundamentada no conceito de que não é simplesmente o treinamento de qualquer tipo, mas o engajamento em formas específicas de prática, que é necessário para a obtenção de expertise.

Para que a prática deliberada seja alcançada, é necessário identificar quais áreas necessitam ser aprimoradas e desenvolver um plano de aperfeiçoamento para atingir os objetivos. Identificar os componentes específicos de uma habilidade que almeja aprimorar.

Em um estudo realizado por Ericsson e Chase, 1980, estudantes universitários com desempenho médio em testes de habilidade, apresentaram ser capazes de aumentar

consideravelmente seu desempenho de memória ao se engajar várias horas, longas sessões de laboratório de prática distribuídas ao longo de mais um ano.

A prática deliberada difere qualitativamente da maioria das outras formas de prática. O primeiro critério é que a prática envolva o treinamento individualizado de um aluno por um professor bem qualificado, ou seja, com conhecimento amplo no conteúdo. Este professor pode avaliar quais aspectos um determinado aluno seria capaz de aperfeiçoar durante o tempo até a próxima reunião e é capaz de recomendar técnicas de prática com eficácia comprovada. O segundo critério é que o professor seja capaz de informar o objetivo a ser adquirido pelo aluno e que o aluno possa representar internamente esse objetivo durante a prática. É um desafio para os *trainees* serem capazes de representar mentalmente uma meta para um nível de desempenho que o trainee é inicialmente incapaz de atingir (ERICSSON, 2018b).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são descritos e apresentados os resultados e a discussão obtidos a partir da utilização do *software* apresentado nesta tese de doutorado: um repositório personalizado para candidatos a concursos públicos, com um cronograma de memorização baseado no método de memorização exponencial efetivo na base binária.

### 4.1 Estrutura Base de Dados

No desenvolvimento do sistema foi utilizado o conceito do banco de dados relacional, sendo necessário criar relacionamentos entre as entidades. No *database* foram desenvolvidas um total de 11 entidades relacionadas, quais sejam: **usuário**, responsável por armazenar as informações dos usuários cadastrados no sistema, com os dados de identificação, senha, nome, e-mail ativo, data do cadastro e a chave estrangeira do **tipo de usuário**, que é uma entidade que determina o tipo de acesso dos usuários no sistema. Esse tipo pode ser Admin, com permissão total em todas as funções e para cadastro de usuários; Professor, que possui a permissão para cadastrar usuários, e Aluno, que visualiza os materiais e tem acesso ao método de memorização de acordo com o início do seu cronograma de estudos.

Outra entidade relacionada é a entidade **concurso**, uma das principais que integra informações para as entidades de **conteúdo programático** e **material conteúdo** vinculado. Nessa entidade são armazenados os dados sobre o concurso e deve ser levado em consideração principalmente o dado da data início e data final, que influenciará o cronograma de estudo do aluno utilizando o MMEEBB. A entidade concurso herda informações de localização do concurso da entidade **cidade**.

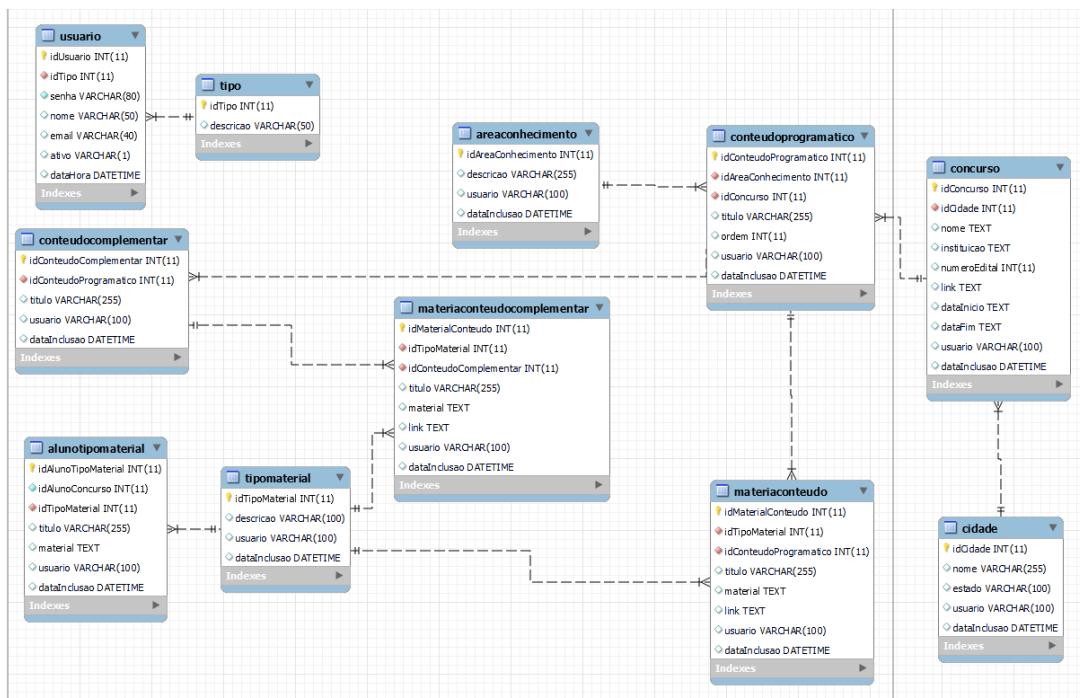
A entidade **conteúdo programático** possibilita cadastrar detalhadamente todas as informações referentes ao conteúdo programático do concurso público e se relaciona com a entidade **área de conhecimento**, que recebe as informações referentes à classificação da área de conhecimento, para categorizar as grandes áreas do concurso. Essa área de conhecimento é importante, pois futuramente pode-se criar regras de compatibilidade de conteúdo e possibilitar a integração em outros concursos. Outra relação importante que a entidade conteúdo programático possui é a entidade **conteúdo complementar**, pois pode ser que o aluno não conheça um conceito ou conhecimento que o conteúdo geral contempla. Considerando-se o MCE, é necessário que o aluno preencha todo o raio de

conhecimento para efetivar o aprendizado. E ambas as entidades **conteúdo programático** e **conteúdo complementar** são vinculadas às entidades **material conteúdo** e **material conteúdo complementar**, que são classificadas pela entidade **tipo material**.

Os materiais vinculados ficam relacionados ao conteúdo programático e complementar para armazenar as mídias inseridas pelo professor que administra o conteúdo. Essas mídias podem ser de vários tipos, tais como *links*, documentos, infográficos, imagens, vídeos, *podcast*, entre outros, que podem ser inseridos na plataforma e estão dispostos na entidade **tipo material**.

Para aferir a preferência do aluno para o estudo, foi criada a entidade **Aluno tipo material**, em que ele pode indicar que tipo de material prefere e tem facilidade para estudar o conteúdo gerado. Essas entidades estão apresentadas na Figura 12 a seguir no Diagrama de Entidade e Relacionamento (DER).

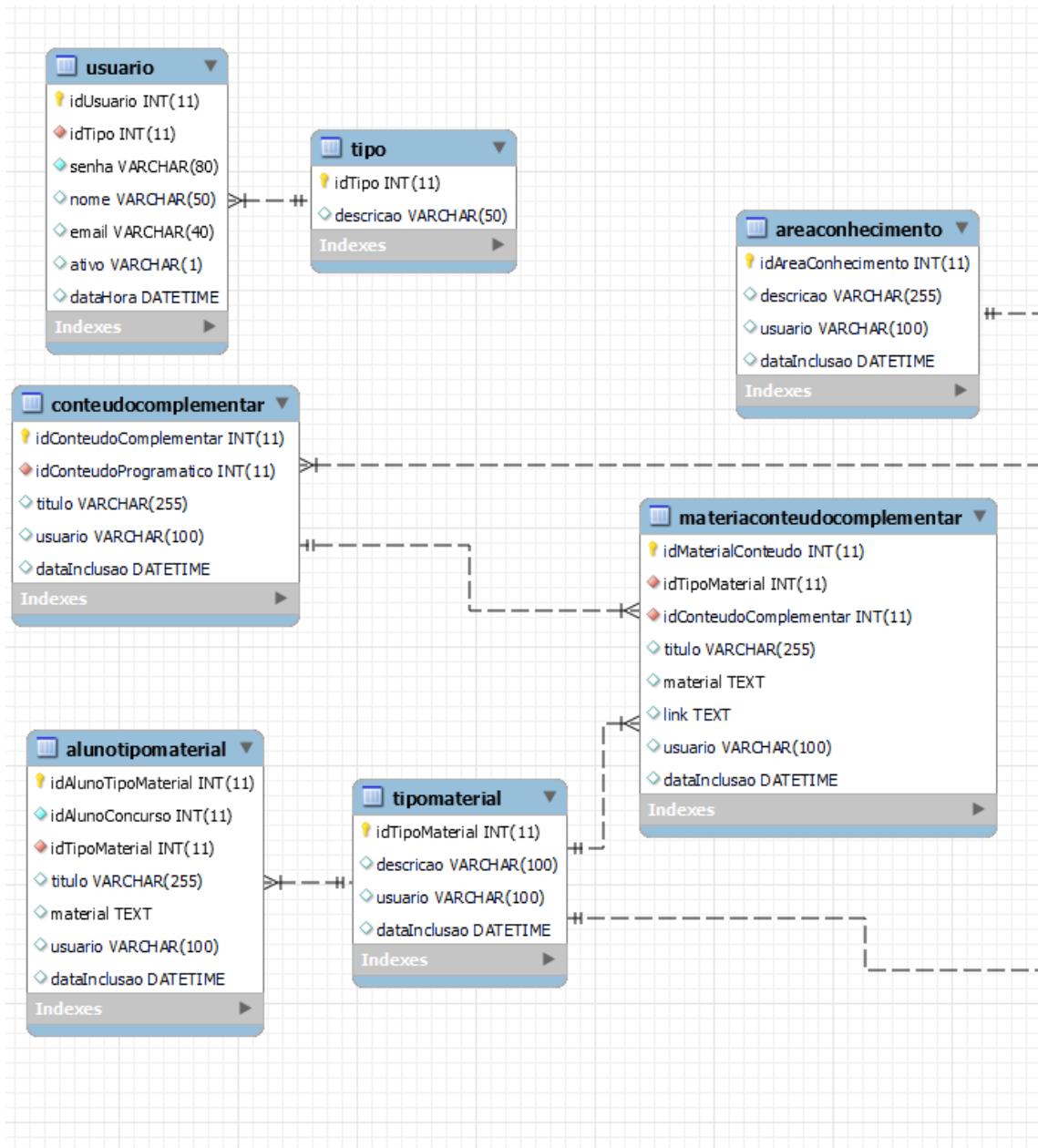
Figura 12 – DER da Estrutura da base de dados do modelo de repositório para candidatos a concursos públicos.



Fonte: Elaboração própria (2021).

Nas Figuras 13 e 14 são apresentadas de forma detalhada em partes a estrutura do DER, para identificar os atributos necessários para fazer o armazenamento das informações no sistema. Essa base de dados auxiliou no processamento das informações que foram retornadas para o usuário quando autenticado na plataforma.

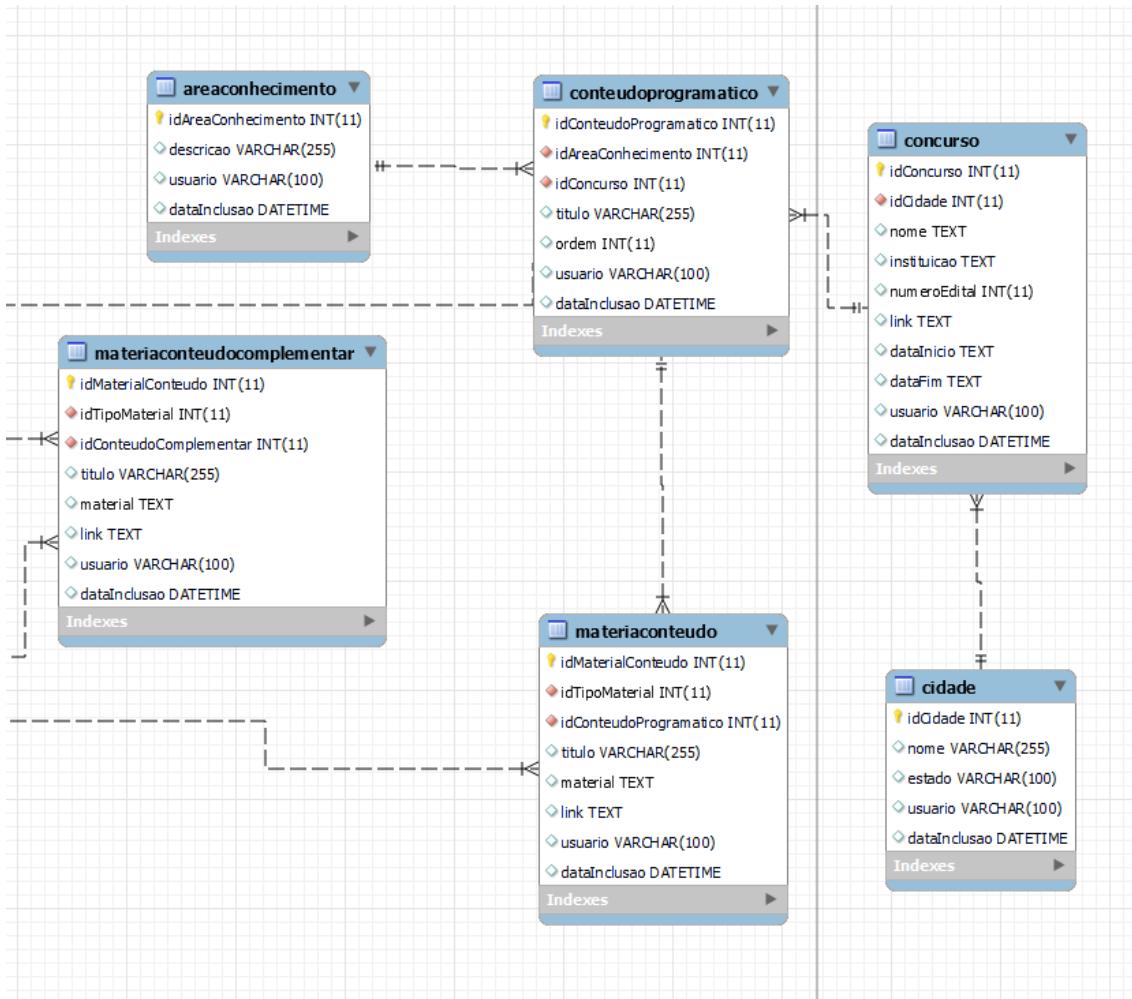
Figura 13 – DER da Estrutura da base de dados do modelo de repositório para candidatos a concursos públicos – Parte 1



Fonte: Elaboração própria (2021).

A seguir, a sequência do diagrama de entidade e relacionamento.

Figura 14 – DER da Estrutura da base de dados do modelo de repositório para candidatos a concursos públicos – Parte 2



Fonte: Elaboração própria (2021).

#### 4.2 MECA: Repositório adaptado e de memorização personalizada

Para interpretar e apresentar de maneira fluida os passos que o professor e o aluno podem trilhar no sistema, foi desenvolvido um Mapa Estruturado de Conhecimento e Ações (MECA) de ambos. Nos tópicos a seguir, esses MECAS são ilustrados e detalhados para um melhor entendimento. Como já destacado, o objetivo da tese foi criar um ambiente personalizado e adaptativo a fim de que pessoas que vão passar por exames de concursos públicos possam aprender de acordo seu próprio ritmo de aprendizagem, mantendo perene esse aprendizado abstraído.

Existem diversas ferramentas que auxiliam o aluno nesse processo de aprendizagem. Uma delas, é o *Gran Curso Online* (<https://www.grancursosonline.com.br/>), que conta com trilha de estudo definida no

conteúdo programático, mídias do tipo vídeo e arquivos em pdf, cronograma de estudos e monitoramento de desempenho. Outro serviço que provê material e um cronograma de estudo é a Aprova Concursos (<https://www.aprovaconcursos.com.br/>), uma plataforma que possui materiais didáticos para estudos com vídeos, documentos e um acervo de questões. O repositório apresentado na proposta desta tese visa justamente complementar essas ferramentas com funções que não possuem, aplicando métodos efetivos de aprendizagem.

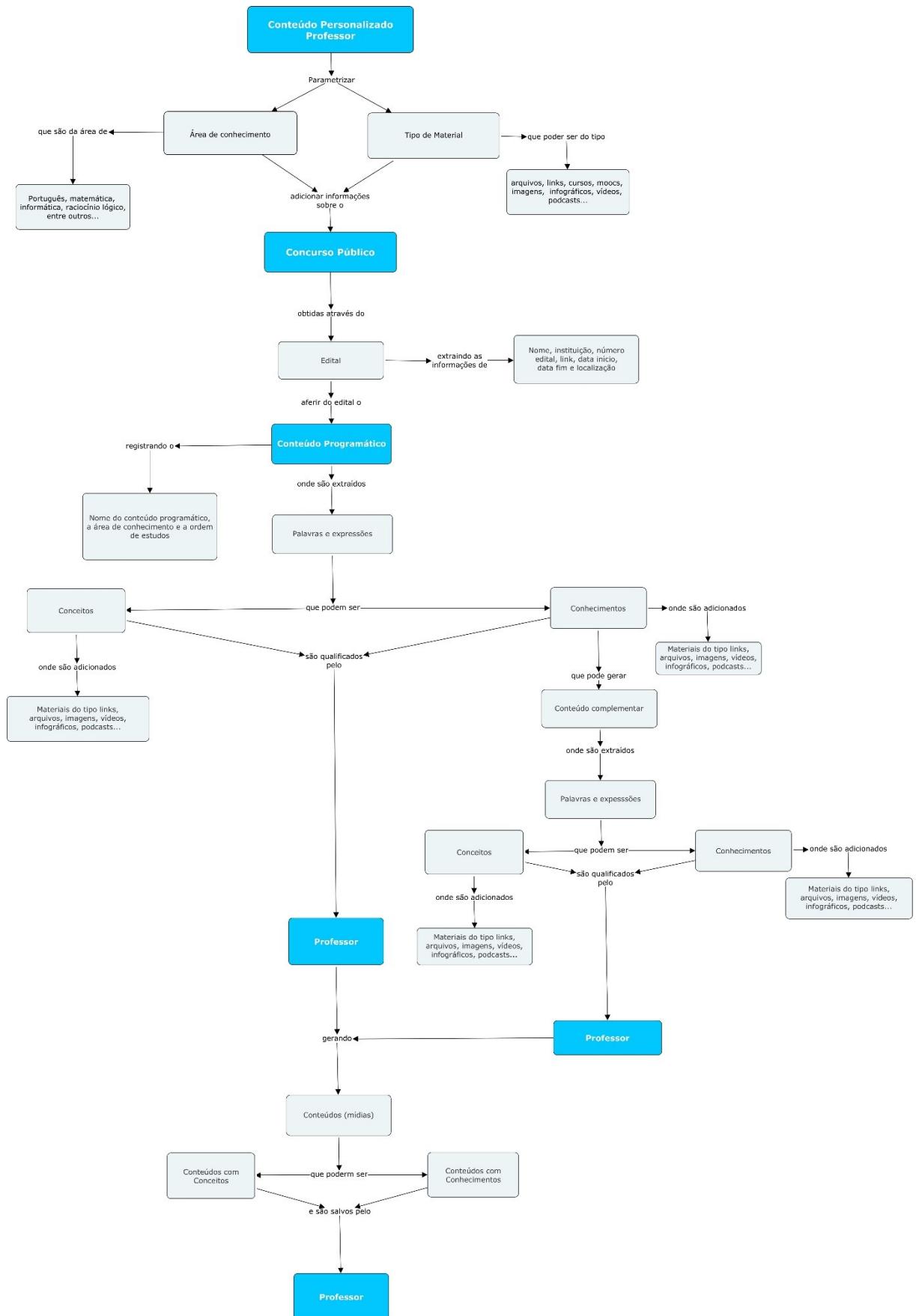
Considerando-se a curva de aprendizagem de Ebbinghaus, como citado no referencial teórico deste trabalho, surge o MMEEBB, que já está sendo testado desde 2005. Ebbinghaus já havia comprovado que não memorizar é um fato. O que faltava é uma taxa, um intervalo que garantisse que o conteúdo recebido não fosse perdido no decorrer dos dias.

O ato de recordar é um outro assunto, se são aplicadas recordações ativas ou passivas. A recordação ativa é a ação, fazer uma pergunta para o aluno ou solicitar que ele confronte uma notícia de acordo com o material que foi revisado por ele, ou seja, avaliar, de alguma forma, o que foi estudado, sem replicar o conteúdo, com estudos de caso. Já a recordação passiva é o processo em que é aplicado o mesmo conteúdo para o aluno ler novamente, ou seja, replicar o conteúdo. Nos tópicos a seguir são apresentados os MECAS do professor e dos alunos.

#### 4.2.1 MECA – Professor

A Figura 15 apresenta o MECA do professor, em que são mostrados os conceitos e ações do sistema. O MECA facilita o entendimento macro das funcionalidades do sistema por meio de ações e conceitos. A Figura 15 apresenta as funções que o perfil Professor possui no sistema. Já nas Figuras 16, 17 e 18 são apresentadas as três partes do MECA, para melhor visualização.

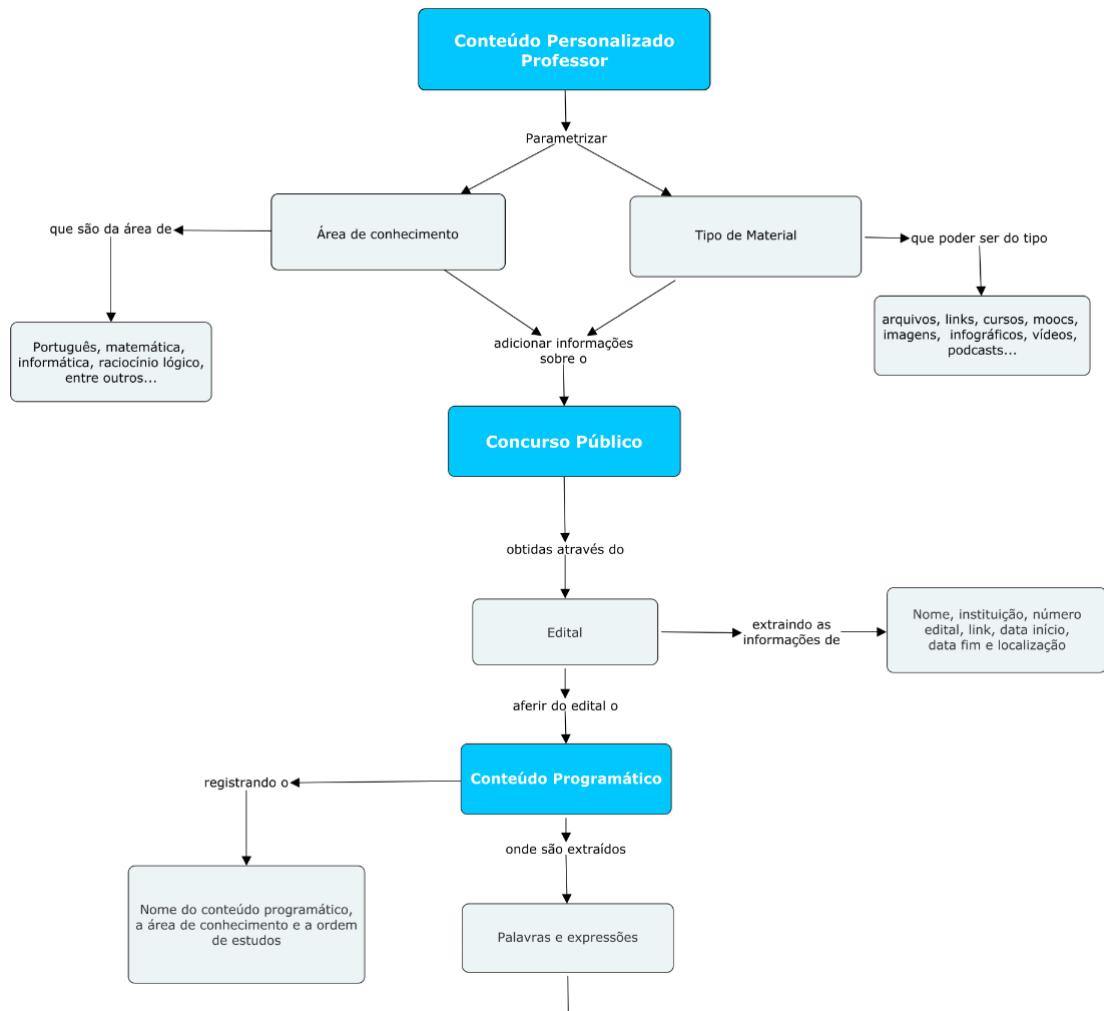
Figura 15 – Funções do Professor no MECA



Fonte: Elaboração própria (2021).

Na Figura 16 é apresentada a primeira parte do MECA do Professor. Com o Perfil Professor é possível realizar a inserção de conteúdo na plataforma. Inicialmente, o professor precisa inserir alguns parâmetros no sistema. Um deles são as áreas de conhecimento, que podem ser as disciplinas, por exemplo: português, matemática e informática, que são as grandes áreas exigidas por praticamente todos os concursos públicos. Pode-se editar, inserir e excluir essas áreas de conhecimento.

Figura 16 – Funções do Professor no MECA – Parte 1



Fonte: Elaboração própria (2021).

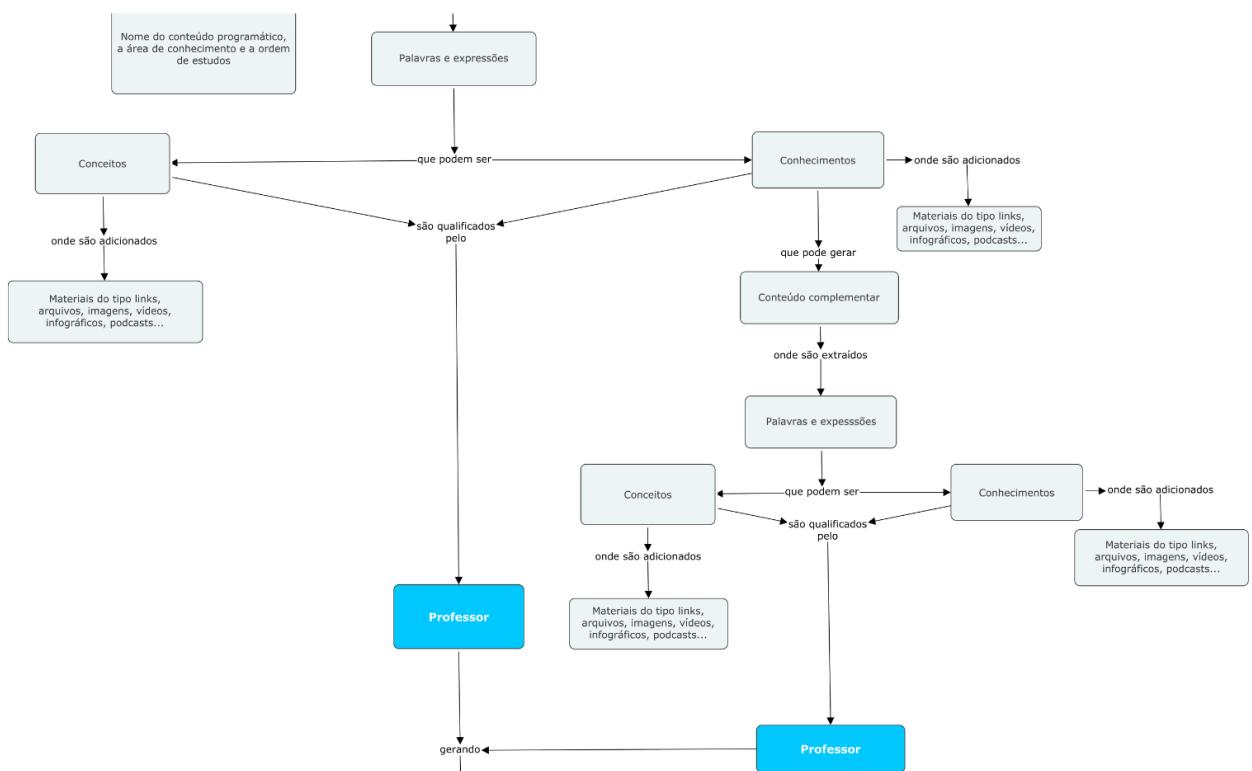
Outra ação que o professor deve realizar antes de iniciar o cadastro do concurso e seus materiais é carregar no sistema os tipos de materiais que vão ser administrados na plataforma, tais como arquivos em pdf, *links*, imagens, cursos, vídeos, infográficos, áudios, entre outros. Essa parametrização é muito importante, pois cada indivíduo

aprende com um tipo de mídia diferente; assim, o aluno pode marcar a preferência que possui para, futuramente, em uma outra versão do sistema, serem apresentadas somente as mídias selecionadas por ele.

Feita essa inserção da área de conhecimento e do tipo de material, o professor já consegue inserir as informações iniciais do concurso, que são obtidas através do edital, como pode ser observado no fluxo da Figura 16, em que serão extraídas informações sobre o nome do edital, o número, instituição responsável, *link*, data de início, data de fim e localização do edital.

O edital é um dos pontos principais para a geração de conteúdo pelo professor na plataforma, pois é a partir dele que será possível classificar o conteúdo com o material didático. Nessa função são adicionados o nome do conteúdo programático, a área de conhecimento que foi adicionada anteriormente e a sequência de estudos. Feito esse processo, são extraídas palavras e expressões do conteúdo programático, que são classificadas. A Figura 17, na parte 2 do MECA professor, mostra como essas palavras são classificadas.

Figura 17 – Funções do Professor no MECA – Parte 2

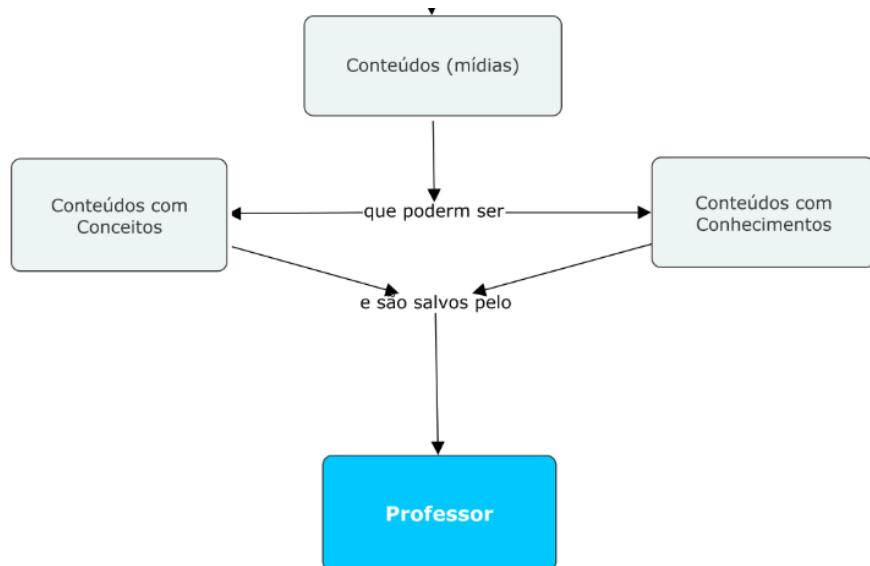


Fonte: Elaboração própria (2021).

Na Figura 17, em que é apresentada a parte 2 do MECA, as palavras e expressões são classificadas em conceito e conhecimentos. Portanto, o professor precisa ter esse conhecimento sobre os Mapas de Conhecimento Estruturado para classificar o conteúdo e, assim, disponibilizá-lo para o aluno. Em ambas as classificações Conceito e Conhecimento é possível inserir diversos tipos de mídias, que é o melhor conteúdo, indicado pelo professor, que preencherá a lacuna de dúvidas do aluno referente ao conteúdo programático. Desse modo, o professor pode inserir materiais de autoria dele ou materiais de fontes externas, mas sempre lembrando que deve ser o conteúdo que realmente é compatível com o solicitado no edital do concurso público.

Porém, quando a classificação for do tipo de Conhecimento, o professor pode gerar conteúdos complementares, como apresentado no referencial teórico, nos quais são abordados a TAQ e TAQR. O conteúdo programático, quando classificado como Conhecimento, pode ser ramificado. Dessa forma, palavras e expressões podem ser extraídas desse conteúdo programático complementar e o professor, da mesma forma, consegue realizar a inserção de materiais. Realizada essa classificação, os conteúdos com as mídias são salvos pelo professor. Como pode ser visualizado na Figura 18, os conteúdos (mídias) classificados pelo professor como conceito e conhecimento podem ser salvos por ele e, a partir desse momento, se o aluno acessar a plataforma conseguirá visualizar o material classificado e disponibilizado pelo professor.

Figura 18 – Funções do Professor no MECA – Parte 3

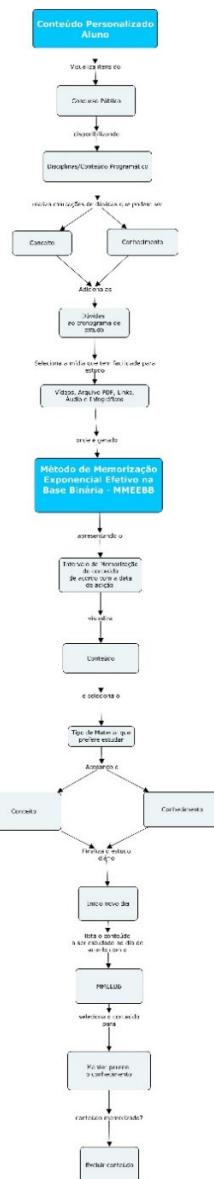


Fonte: Elaboração própria (2021).

#### 4.2.2 MECA – Aluno

Outro MECA foi desenvolvido para apresentar melhor o Fluxo do Perfil Aluno na plataforma. Na Figura 19 é possível visualizar o MECA geral do aluno e este será dividido em duas partes para melhor entendimento e abstração.

Figura 19 – Funções do Aluno no MECA



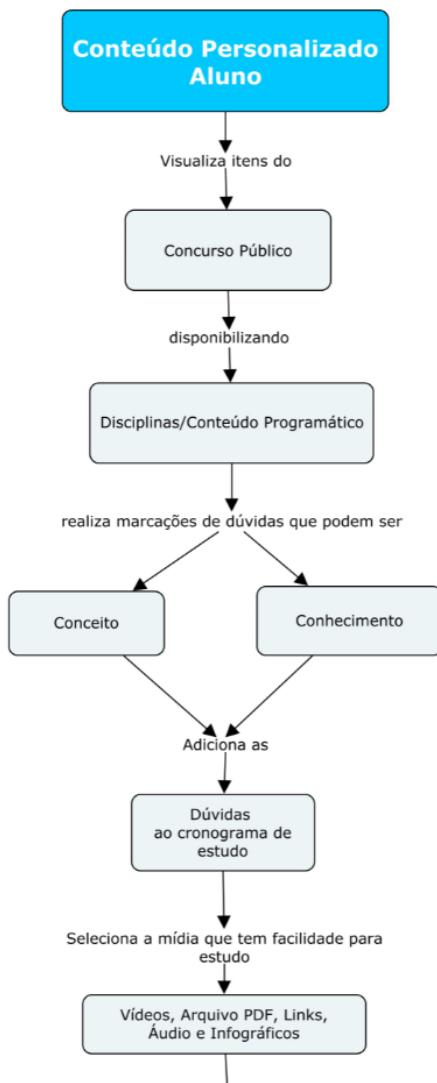
Fonte: Elaboração própria (2021).

Como pode se observado na Figura 20, o aluno acessa a plataforma do repositório personalizado através de uma autenticação e visualiza uma *dashboard* com a quantidade de concursos disponíveis e os que já foram adicionados por ele. Tem acesso também a

informações detalhadas referentes ao edital do concurso público. Ele pode, assim, inserir os concursos que deseja no seu repositório. Após selecionado o concurso que deseja, o aluno tem acesso ao conteúdo programático do concurso com os materiais.

Na plataforma, em que o professor já realizou a vinculação das disciplinas e o conteúdo programático classificado como conceito e conhecimento, o aluno consegue selecionar os conteúdos em que possui dúvidas no cronograma de estudo. Pode selecionar também por qual mídia ele tem preferência e deseja iniciar o ciclo do estudo, sendo estas as que foram cadastradas anteriormente pelo professor, como, por exemplo, pdf, imagens, vídeos, *links* e infográficos.

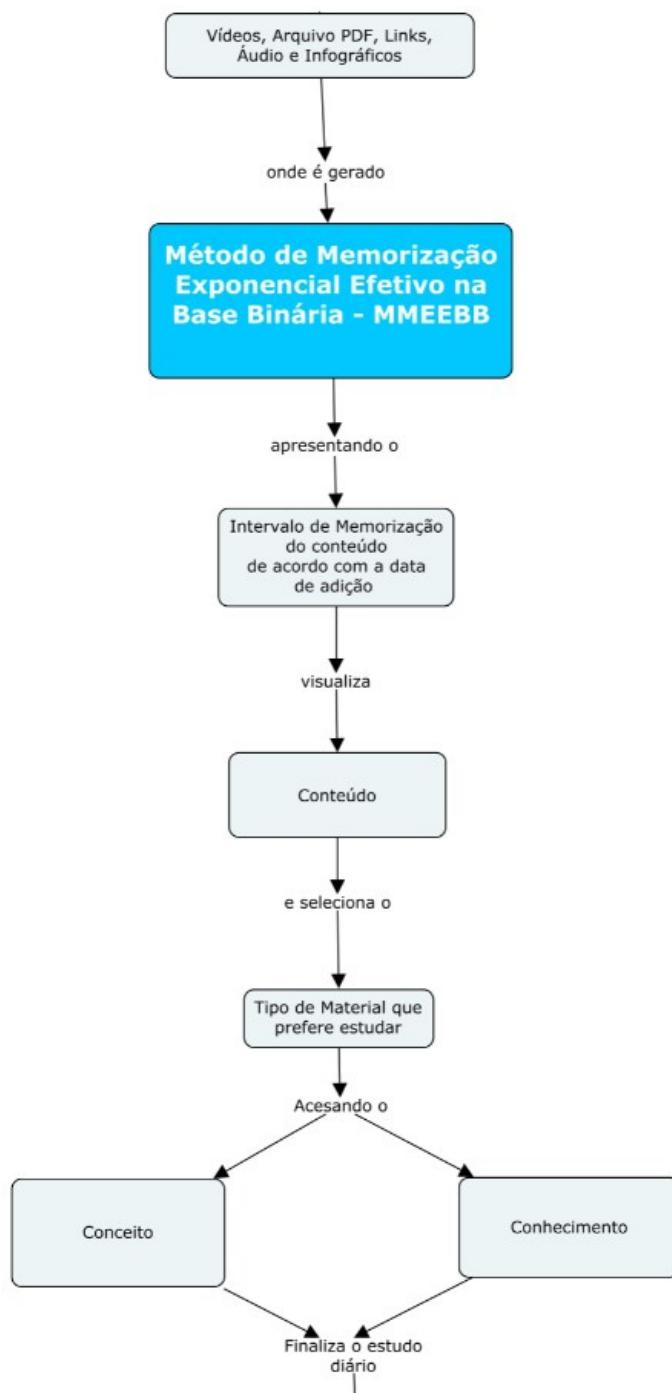
Figura 20 – Funções do Aluno no MECA – Parte 1



Fonte: Elaboração própria (2021).

Nesse momento da seleção do item do conteúdo programático é feita a geração do intervalo do reforço de memorização do aluno, ou seja, o MMEEBB que foi objeto de estudo no referencial teórico e aplicado. Como pode ser observado no fluxo da Figura 21 através do MMEEBB.

Figura 21 – Funções do Aluno no MECA – Parte 2



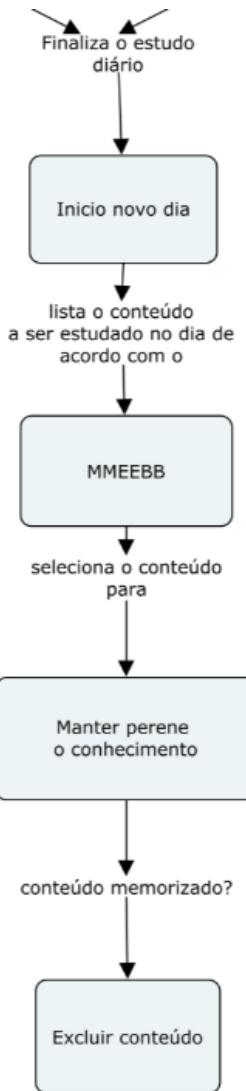
Fonte: Elaboração própria (2021).

O aluno visualiza o conteúdo que ele tem que recordar naquele dia, que pode ser conceito ou conhecimento, como apresentado na Figura 21. Se o conteúdo foi adicionado na data de hoje, data atual, o sistema automaticamente apresentará para ele amanhã o conteúdo novamente para ele estudar e, depois de dois, quatro e oito dias novamente, até completar o ciclo do MMEEBB ou até o aluno excluir o conteúdo, se já tiver memorizado. O objetivo do MMEEBB é notificar o aluno diariamente sobre o conteúdo que ele deseja recordar e este é apresentado para ele quando abre o sistema.

É importante manter o raio do conhecimento através dos reforços de memorização que são apresentados quando aluno seleciona, na sua área em que tem dúvida, aquele conteúdo. Esses reforços de memorização são o ponto de equilíbrio para o aluno manter perene o conhecimento, sendo, assim, possível consolidá-lo.

O ponto de equilíbrio é o que os concursaços buscam: que recorde a cada dia o conhecimento na memória; com o repositório personalizado, é possível reconsolidar esse conhecimento. É possível ter o conhecimento retido na memória e estar consciente do que sabe e não sabe, ou seja, o aluno tem estabilidade e pode arriscar um passo maior, que é passar para o próximo conteúdo e excluir aquela memorização que está sendo apresentada, pois ela já está consolidada na memória. Na Figura 22, é apresentado o fluxo no qual essa consolidação é vislumbrada com os reforços de aprendizagem por meio do intervalo de recordação.

Figura 22 – Funções do Aluno no MECA – Parte 3



Fonte: Elaboração própria (2021).

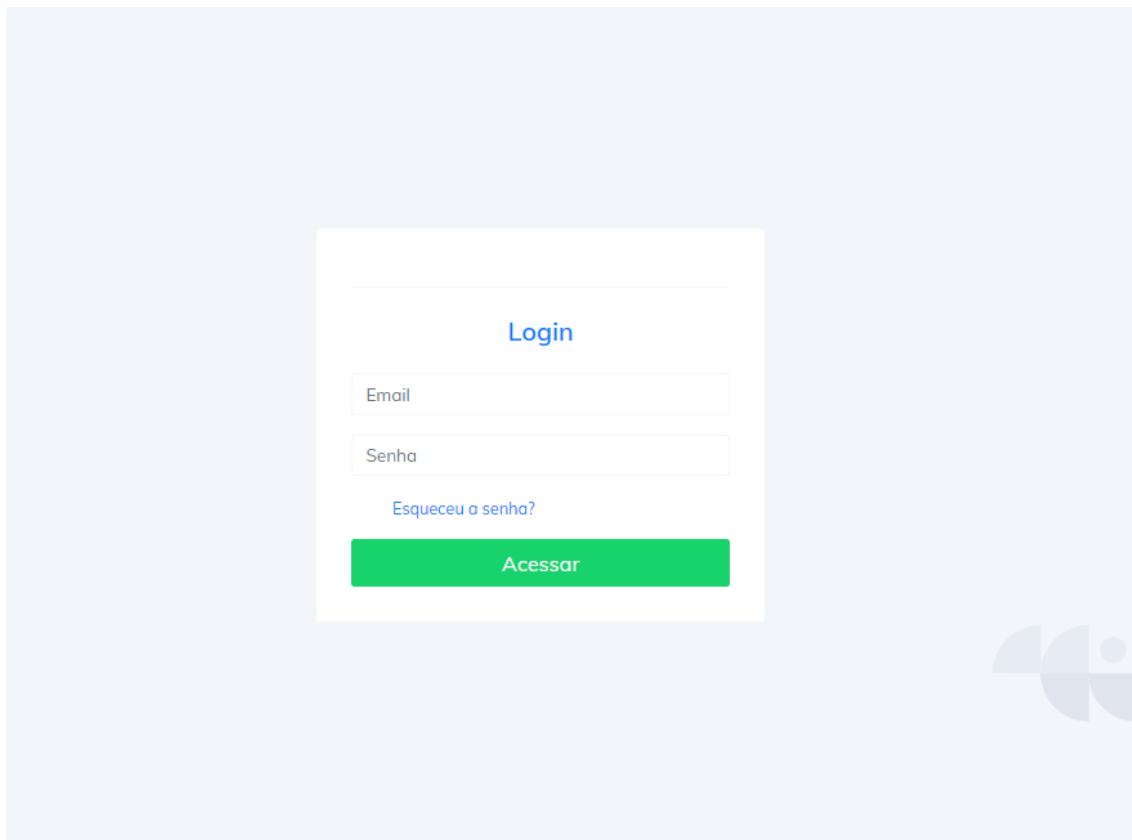
#### 4.3 Funções Repositório adaptado e de memorização personalizada

A seguir, serão apresentadas algumas funções do sistema repositório adaptado e de memorização personalizada. O acesso ao sistema está no seguinte endereço eletrônico: <https://avaliacoefetivas.com.br/concursos>. Ao acessar esse endereço, é necessário selecionar se deseja acessar o repositório como professor ou como aluno, sendo também possível acessar com um terceiro perfil, que é o Administrador, com acesso a todas as funções.

#### 4.3.1 Acesso Professor Repositório

Ao clicar na opção professor, o *link* redireciona para uma área de *login* no repositório e o usuário será redirecionado para uma tela na qual realizará a autenticação no sistema. Será necessário inserir as informações de e-mail e senha, com o perfil Professor; este já precisa ter os dados de acesso que foram cadastrados pelo administrador do sistema. Caso tenha esquecido a senha, essa pode ser recuperada através da opção “Esqueceu a senha?”. Essa tela pode ser visualizada na Figura 23.

Figura 23 – Acesso a plataforma do sistema – Área Professor



Fonte: Elaboração própria (2021).

Ao acessar com as credenciais de acesso, o usuário é redirecionado para uma *dashboard*. Na Figura 24, é possível visualizar a *dashboard* do sistema com o perfil professor. Nessa área será possível visualizar resumos dos concursos nos quais o usuário já se cadastrou. Assim como a quantidade de alunos na plataforma, quantidade de professores, concursos, área de conhecimento, cidades, conteúdos programáticos, é

apresentado um resumo geral dos dados cadastrados no repositório. Um menu a esquerda também é apresentado, contemplando todas as funcionalidades do sistema.

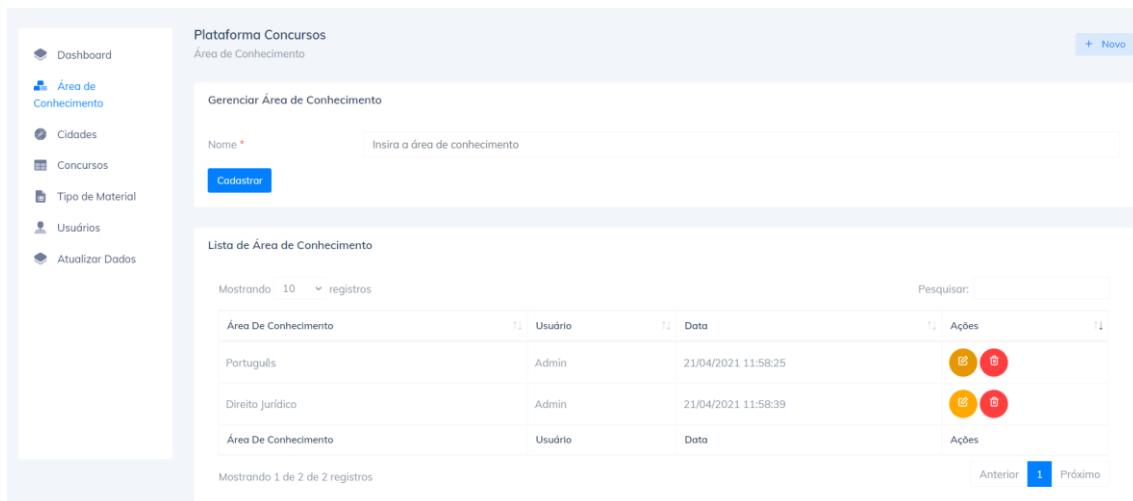
Figura 24 – Dashboard do Sistema – Área Professor



Fonte: Elaboração própria (2021).

O processo inicial que usuário deve realizar para começar a utilizar a plataforma é realizar o cadastro referente aos dados do concurso. Alguns parâmetros devem ser inseridos antes de cadastrar as informações sobre o concurso e seu conteúdo; uma delas é a área de conhecimento, que pode ser visualizada na Figura 25. A área de conhecimento é importante, pois outros concursos podem compartilhar de alguns conteúdos e esses podem ser disponibilizados de modo genérico. Nessa função há um campo para inserção do nome, que pode ser editado ou excluído.

Figura 25 – Gerenciar Área de Conhecimento



Fonte: Elaboração própria (2021).

Outra carga que deve ser realizada no sistema, e já foi inserida no desenvolvimento, são as cidades, conforme a Figura 26. É possível gerenciar as cidades

e essas são necessárias no momento da realização do cadastro do concurso público com intuito de manter o histórico das informações referentes a ele. Os campos necessários são cidade e estado, também já carregados diretamente no banco de dados da aplicação.

Figura 26 – Gerenciar Cidades

Cidade	Estado	Usuário	Data	Ações
Açudinho	CE	Admin	26/11/2020 18:02:00	
Adhemar de Barros	PR	Admin	26/11/2020 18:02:00	
Água Santa de Minas	MG	Admin	26/11/2020 18:02:00	

Fonte: Elaboração própria (2021).

Por fim, o último parâmetro que deve ser inserido para iniciar o cadastro do concurso é o tipo de material, que pode ser visualizado na Figura 27. Gerenciar tipo de material é um item muito importante para que o aluno consiga seguir um fluxo de aprendizagem de acordo com a mídia que ele tem maior facilidade para estudar. Os campos dessa função é o nome do material, sendo possível inserir novos, excluir e editar os existentes.

Figura 27 – Gerenciar Tipo de Material

Material	Usuário	Data	Ações
Aúdio	Admin	21/04/2021 12:08:03	
Imagen	Admin	21/04/2021 12:07:33	
Link	Admin	24/05/2021 17:44:36	

Fonte: Elaboração própria (2021).

Realizadas as parametrizações da inserção da área de conhecimento, tipo de material e cidades, é possível realizar a inserção das informações do concurso e, consequentemente, dos seus materiais vinculados. A Figura 28 mostra como é possível gerenciar essas informações relacionadas ao concurso.

Figura 28 – Gerenciamento de Concursos

The screenshot shows a web-based application interface for managing competitions. On the left, there's a sidebar with icons for Dashboard, Área de Conhecimento, Cidades, Concursos (which is selected and highlighted in blue), Tipo de Material, Usuários, and Atualizar Dados. The main area has a header 'Plataforma Concursos' and 'Concurso'. Below it, a sub-header 'Gerenciar Concurso' is displayed. The form contains several input fields with validation requirements (indicated by red asterisks): 'Cidade \*' (City), 'Nome \*' (Name), 'Instituição \*' (Institution), 'Número do Edital \*' (Edital Number), 'Link do Edital \*' (Link of Edital), 'Data Início \*' (Start Date), and 'Data Fim \*' (End Date). There are also two small file upload icons on the right side of the form. At the bottom is a blue 'Cadastrar' (Register) button.

Fonte: Elaboração própria (2021).

Na função para inserção dos dados do concurso é necessário inserir a cidade de origem do concurso, nome, instituição promotora, número do edital, *link* do edital, data início e data fim. A informação da data do concurso é muito importante para a geração do cronograma do aluno utilizando o MMEEBB, para ser possível seguir o intervalo que é proposto no método para efetivar a aprendizagem. Ao cadastrar as informações sobre o concurso, o módulo para inserir o conteúdo programático e material é habilitado, como apresentado na Figura 29.

Figura 29 – Gerenciamento da área de conteúdo programático

The screenshot displays a table titled 'Lista de Concursos' (List of Competitions). The table has columns: 'Concurso' (Competition), 'Nº Edital' (Edital Number), 'Conteúdo Programático' (Programmatic Content), and 'Ações' (Actions). The first two rows show 'Marinha do Brasil' and 'Câmara de Uberlândia' respectively, each with an 'Adicionar' (Add) button and three circular icons for 'View', 'Edit', and 'Delete'. The footer indicates 'Mostrando 1 de 2 de 2 registros' (Showing 1 of 2 of 2 records) and navigation buttons for 'Anterior' (Previous) and 'Próximo' (Next).

Concurso	Nº Edital	Conteúdo Programático	Ações
Marinha do Brasil	1	<button>Adicionar</button>	
Câmara de Uberlândia	1	<button>Adicionar</button>	
Concurso	Nº Edital	Conteúdo Programático	Ações

Fonte: Elaboração própria (2021).

Foram cadastrados os concursos da Marinha do Brasil e da Câmara de Uberlândia como exemplos. Observe que é possível vincular o material através da função Conteúdo Programático. Nesse momento, o professor necessita ter muito bem definido o domínio do conteúdo que será disponibilizado para os alunos. Seguindo as premissas do MCE, para que o professor consiga estabelecer um funtor entre ele e o aluno, é necessário que nas duas categorias possua objetos e morfismos similares.

No aluno pode conter dúvidas de entendimento referentes ao novo conhecimento, por isso a necessidade de inserção de conteúdos programáticos complementares no conteúdo macro. Isso é possível através da ação adicionar, clicar posteriormente em Conteúdo Complementar e Adicionar, que pode ser visualizado em destaque na Figura 30.

Figura 30 – Tela para adicionar conteúdo complementar

Conteúdo Programático	Área De Conhecimento	Ordem	Material	Ações
Gramática	Português	1	<button>Adicionar</button>	<span>(eye)</span> <span>(edit)</span> <span>(trash)</span>
Normativas	Direito Jurídico	1	<button>Adicionar</button>	<span>(eye)</span> <span>(edit)</span> <span>(trash)</span>
Interpretação de textos	Português	2	<button>Adicionar</button>	<span>(eye)</span> <span>(edit)</span> <span>(trash)</span>
Conteúdo Programático	Área De Conhecimento	Ordem	Material	Conteúdo Complementar

Fonte: Elaboração própria (2021).

Isso estabelece que não pode faltar ao aluno objetos e morfismos precedentes ao entendimento do novo conhecimento para que o funtor que mapeará o novo conhecimento possa ser estabelecido. Simplificando ainda mais, não pode faltar o conhecimento dos pré-requisitos exigidos para se iniciar o aprendizado do novo conhecimento. Essa informação foi destacada no referencial teórico que aborda o MCE.

É importante nesse o momento que o professor, na inserção do material no conteúdo programático, classifique através da TAQ, os pré-requisitos de objetos de (conceitos e definições) e morfismos (conhecimentos). Um exemplo na disciplina de português, ensinar acentuação, é que o aluno já tenha um requisito inicial que é formar uma palavra. Para tanto, é necessário, na acentuação, inserir um conteúdo complementar

sobre construção das palavras; esse processo de complementação será manipulado pelo morfismo.

A inserção do material no conteúdo é bem intuitiva: trabalhou-se com o conceito de empatia no sistema para que se tudo seja o mais simples para manipulação do usuário. Ao clicar em adicionar, no conteúdo programático, é possível visualizar um coluna que destaca a inserção do material, como apresentado na Figura 31.

Figura 31 – Tela para adicionar material conteúdo programático

Lista de Conteúdos Programáticos					
Mostrando 10 registros	Pesquisar:				
Conteúdo Programático	Área De Conhecimento	Ordem	Material	Conteúdo Complementar	Ações
Gramática	Português	1	<span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">Adicionar</span>	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Adicionar</span>	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Adicionar</span>
Normativas	Direito Jurídico	1	<span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">Adicionar</span>	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Adicionar</span>	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Adicionar</span>
Interpretação de textos	Português	2	<span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">Adicionar</span>	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Adicionar</span>	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Adicionar</span>
Conteúdo Programático	Área De Conhecimento	Ordem	Material	Conteúdo Complementar	Ações

Mostrando 1 de 3 de 3 registros

Anterior 1 Próximo

Fonte: Elaboração própria (2021).

É possível inserir mais de um material vinculado ao conteúdo programático e complementar. Na Figura 32, é possível visualizar a gestão dessa inserção. Indica-se inserir todos os tipos de materiais no conteúdo, pois pode haver alunos que aprendem melhor por meio de uma leitura, outros possuem facilidade assistindo a um vídeo ou ouvindo um *podcast*. Portanto, outra premissa para que o repositório alcance a efetivação do aprendizado é que seja disponibilizado todos os tipos de mídias no conteúdo.

Figura 32 – Tela para gerenciar material

Material	Título	Tipo	Usuário	Data	Ações
<a href="#">Acesse o PDF</a>	Material de estudo	PDF	Admin	21/04/2021 13:03:45	
<a href="#">Acesse o Vídeo</a>	estudo vídeo	Vídeo	Admin	21/04/2021 13:06:50	
Material	Título	Tipo	Usuário	Data	Ações

Fonte: Elaboração própria (2021).

O professor através desse processo conseguirá disponibilizar o material para que o aluno acesse as informações, visualize os conteúdos que tem dúvida e os inclua no seu raio de ignorância, para alcançar o raio de conhecimento. Dessa forma, esse passo é muito importante para o sucesso do aluno, pois se o conteúdo disponibilizado for divergente do teor do concurso, o aluno não alcançará a aprovação. Atenção deve se ter também aos conteúdos que exigem pré-requisito, pois estes podem gerar dúvidas no aluno ao iniciar a jornada de aprendizagem no repositório, que pode buscar informações em outras fontes de ensino que usam de métodos diferentes a aplicabilidade daquele conceito/conhecimento. No próximo item serão apresentados o cenário e as ações dos alunos no sistema.

#### 4.3.2 Acesso Aluno Repositório

Para entendimento do fluxo que aluno irá seguir no sistema para retenção do conhecimento. A Figura 33, representa o processo do sistema para reforço do aprendizado. O aluno acessa o sistema, visualiza os conteúdos disponíveis, seleciona os conteúdos que possui dúvida, esses são armazenados no banco de dados e em sequência o algoritmo do MMEEBB é aplicado, para criar o cronograma do reforço do aprendizado

e assim gerar o fluxo de memorização até que não exista mais dúvida sobre o conteúdo selecionado.

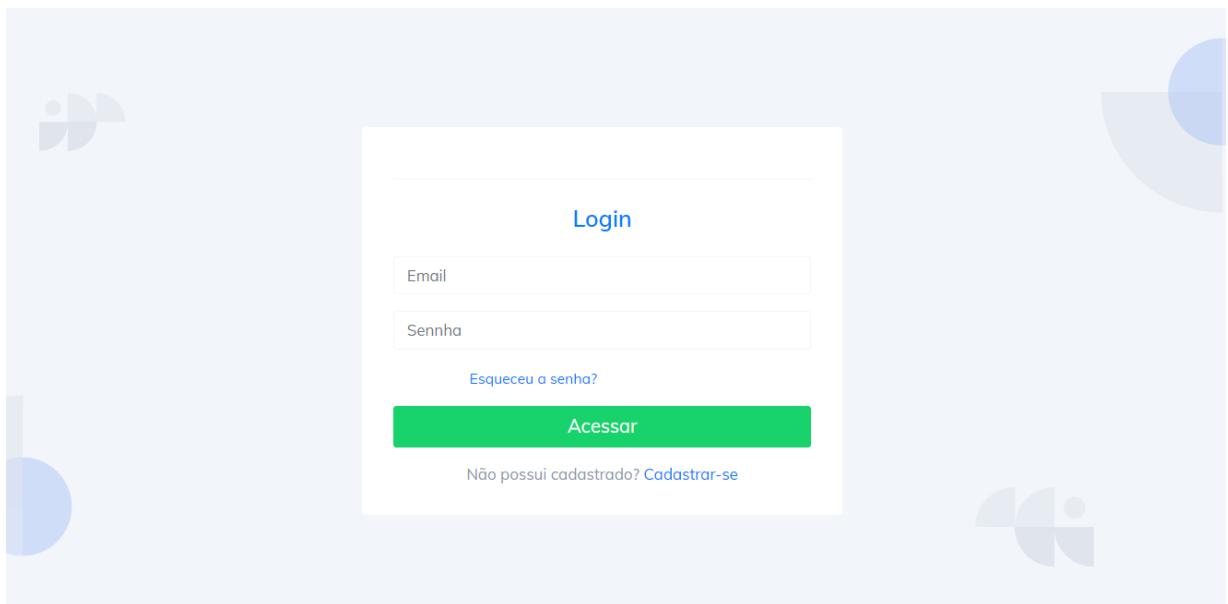
Figura 33 – Fluxo do processo para reforço do aprendizado



Fonte: Elaboração própria (2021).

Para acessar o repositório com o perfil aluno, é necessário acessar o *link*: <https://avaliacoefetivas.com.br/concursos> e acessar a função aluno. No primeiro acesso, é necessário que o aluno se cadastre na plataforma. Na Figura 34, é possível visualizar a tela de autenticação e, consequentemente, a opção para se registrar na plataforma. Inicialmente o acesso será gratuito, mas o objetivo é monetizar com um valor que seja acessível a todos os públicos.

Figura 34 – Tela de autenticação do aluno no sistema



Fonte: Elaboração própria (2021).

Ao acessar com as credenciais de acesso, o usuário é redirecionado para uma *dashboard*. Na Figura 35, é possível visualizar a *dashboard* do sistema. Nessa área será possível visualizar resumos dos concursos aos quais o usuário irá concorrer.

Figura 35 – Tela do *Dashboard* do aluno



Fonte: Elaboração própria (2021).

Seguindo o intervalo de reforço de aprendizagem proposto pelo MMEEBB, ainda na tela inicial, o aluno poderá visualizar o cronograma gerado de estudos de acordo com o método. Seguem na Figura 36, as notificações de revisão de conteúdo. Essas notificações são muito importantes para que o aluno mantenha perene o conhecimento que foi estudado, realizando revisões diariamente, para que no momento do exame não tenha nenhuma dúvida.

Figura 36 – Tela de notificações de revisão de conteúdo

Concurso	Conteúdo	Ações
Câmara de Uberlândia	Tipos e gêneros textuais	<button>Revisar</button>
Câmara de Uberlândia	Texto e discurso	<button>Revisar</button>
Câmara de Uberlândia	Coerência e coesão textual	<button>Revisar</button>
Concurso	Conteúdo	<a href="#">Ações</a>

Mostrando 1 de 3 de 3 registros

Anterior 1 Próximo

Fonte: Elaboração própria (2021).

Como o MMEEBB coloca, a curva de memorização mostra quando o indivíduo tem que recordar a informação. Esse é objetivo da notificação: disponibilizar assim que o aluno abre o sistema as notificações que deve realizar naquele dia. A fim de manter perene de acordo com o reforço 2<sup>n</sup>. Esse processo de geração do intervalo de aprendizagem foi implementado como regra interna no código para tornar-se automatizado, como pode ser observado no trecho de código na Figura 37. Nesse trecho são declaradas as variáveis e iterações para retornar a taxa IRA do aluno.

Figura 37 – Trecho de código para gerar as recordações automáticas seguindo o CME

```

203
204
205      var dataMemorizacaoInicialConvertida = moment(dataInicial).format("YYYY/MM/DD");
206      var numero = 2;
207      var potencia = 14;
208      var resultado = 1;
209      var dataResult = new Date(dataMemorizacaoInicialConvertida);
210      var dataMMEBB = dataResult.setDate(dataResult.getDate());
211
212      for (var i = 0; i < potencia; i++){
213          resultado *= numero;
214          console.log(resultado);
215          var dataMemorizacao = moment(dataMMEBB).format("YYYY/MM/DD");
216          var result = new Date(dataMemorizacao);
217          dataMMEBB = result.setDate(result.getDate()+resultado);
218          var retornoData = moment(dataMMEBB).format("DD/MM/YYYY");
219

```

Fonte: Elaboração própria (2021).

É através do IRA que será possível completar até mesmo outros sistemas, de qualquer área, que disponibilizam conteúdos. O IRA permite ao aluno ter equilíbrio no que deseja manter perene para realizar os testes que são exigidos em concursos. Sendo assim, o aluno consegue encontrar o centro de gravidade do equilíbrio, com conteúdo

compatível a suas dúvidas e um intervalo automático de conteúdos de maneira que não tenha que preocupar com o momento de recordar, pois o sistema irá gerar seu cronograma de modo automático de acordo com a data de inserção do conteúdo. Portanto, o aluno terá vários conhecimentos com pontos de gravidade e assim ele encontrará o equilíbrio e não irá fazer o teste inseguro ou com dúvidas.

Atualmente podemos ver muitas informações relacionadas a síndrome do impostor (TUA SAÚDE, 2020). E o MMEEBB juntamente com o IRA atenua esse sentimento no aluno de que não é bom o suficiente, de que possui uma autoconfiança baixa, apesar de ser considerado um padrão de comportamento no qual o indivíduo possui dúvida de realizações. Com a aplicabilidade do método, o aluno pode ter essa segurança em realizar os testes, porque será possível verificar resultados positivos.

Foi apresentado como o aluno recorda as informações, mas e como ele inclui dúvidas no seu cronograma? A seguir, na Figura 38, pode-se visualizar a tela Meu concursos. Nessa tela, o aluno pode visualizar os concursos que ele inclui no seu radar para estudo, além de algumas ações que poderá executar. São elas: detalhar os conteúdos, editar para definir com qual tipo de material ele tem facilidade para aprender e a opção de excluir o concurso da sua área. O sistema recebe o termo de personalizado, pois a plataforma permite que o aluno selecione o melhor tipo mídia para o estudante de acordo com sua necessidade. Para isso, ele deverá selecionar as mídias que prefere para estudo.

Figura 38 – Tela meus concursos

**Plataforma Concursos**

Meus Concursos

**Lista dos Meus Concursos**

Concurso	Cidade	Data	Cargo	Ações
Marinha do Brasil	Uberlândia - MG	21/04/2021 à 31/12/2021	Médico	
Câmara de Uberlândia	Uberlândia - MG	17/05/2021 à 08/07/2021	Oficial Legislativo	
Concurso	Cidade	Data	Cargo	Ações

Mostrando 10 registros

Pesquisar:

Mostrando 1 de 2 de 2 registros

Anterior **1** Próximo

Fonte: Elaboração própria (2021).

Ao clicar em visualizar, o sistema cria uma hierarquia de disciplinas e subtópicos. Como pode ser visualizado na Figura 39, são apresentadas as disciplinas que foram adicionadas pelo professor anteriormente que tem o domínio sobre o conteúdo. O aluno seleciona a opção: Adicionar aos meus estudos, os conteúdos que desconhece do edital. Nesse momento entramos no conceito da Tabela de Avaliação Qualitativa – TAQ, que identifica os pré-requisitos de objetos (conceitos e definições) e morfismos (conhecimentos) que possam existir na categoria aluno e que devem ser eliminados, sanados, antes de se iniciar o primeiro conhecimento, bem como os demais acréscimos ao primeiro raio de conhecimento a ser transmitido e retido pelo aluno. Por exemplo, pode-se citar o ato de ensinar como resolver uma equação. Para tanto, na categoria aluno já devem estar presentes os morfismos de como somar, subtrair, multiplicar e dividir, assim como os objetos conjuntos numéricos (inteiros, reais, naturais) que serão manipulados pelos morfismos.

Figura 39 – Tela lista de Conteúdos

The screenshot shows a user interface for managing study materials. At the top, it says 'Conteúdos' and 'Veja os conteúdos programáticos do concurso.' Below is a list of four items, each with a green 'Adicionar aos meus estudos' button:

- » 1 - Compreensão e interpretação de textos
- » 2 - Tipos e gêneros textuais
- » 3 - Coerência e coesão textual
- » 4 - Texto e discurso

Fonte: Elaboração própria (2021).

Quando o aluno adicionar esse conteúdo aos estudos, é possível passar para a próxima etapa que gira em torno do processo de gerenciamento dos conteúdos das disciplinas, que pode ser visualizado na Figura 40. É possível visualizar todo o material, cronograma de estudos de acordo com a taxa IRA e também os conteúdos complementares, uma vez que o aluno pode ter dúvidas em conceitos e conhecimentos que permeiam o conteúdo atual e, dessa forma, o professor deve prever que o aluno possa ter essa dificuldade.

Figura 40 – Tela materiais disponíveis

The screenshot shows a digital interface for managing study materials. At the top, there's a header with the text "Veja os conteúdos programáticos do concurso." Below it, a navigation bar indicates "» 1 - Compreensão e interpretação de textos" and a green button "Adicionar aos meus estudos". A section titled "Área de Conhecimento : Português" is shown, along with a link "Material Complementar: Acessar". The main area is titled "Lista de Materiais" and displays a table of 3 items:

Tipo	Título	Material
PDF	LÍNGUA PORTUGUESA	<a href="#">Acesse o PDF</a>
Vídeo	INTERPRETAÇÃO E COMPRENSÃO DE TEXTOS	<a href="#">Acesse o Vídeo</a>
PDF	Interpretação de Textos	<a href="#">Acesse o PDF</a>

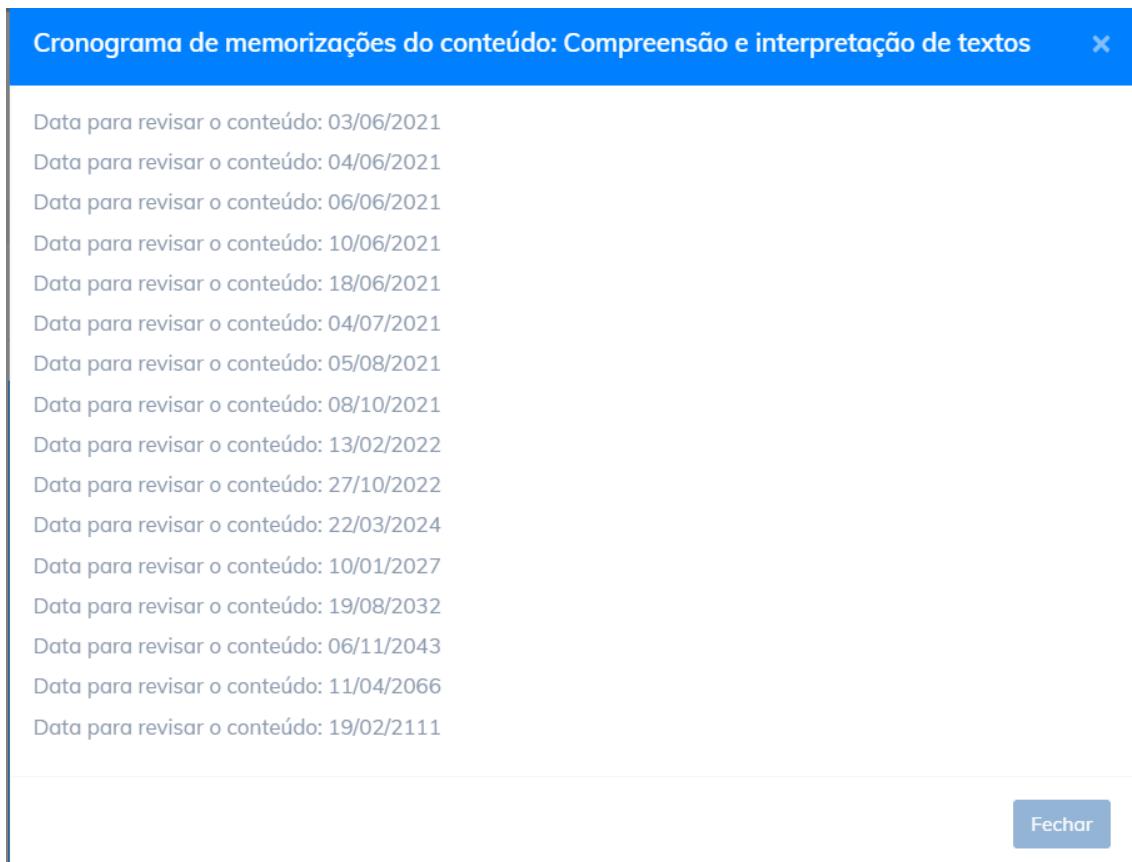
Below the table, a message says "Mostrando 1 de 3 de 3 registros". At the bottom right, there are buttons for "Anterior" (Previous), a page number "1", and "Próximo" (Next).

Fonte: Elaboração própria (2021).

Nessa mesma área, Meus Concursos, quando o aluno adiciona aos estudos o conteúdo, ele consegue ter acesso a um cronograma com a taxa IRA, para verificar se possui tempo hábil para prestar o teste com segurança; lembrando que ele não precisa executar a taxa IRA completa que é igual  $2^{14}$ , pois o processo para recordação é manter a constância, ou seja, seguir os intervalos corretamente e quando necessitar de utilizar o conteúdo, que este esteja disponível na memória. A ferramenta pode ser aplicada em outras áreas também. Um exemplo é para estudantes de Medicina e até médicos: a prescrição de remédios e tratamentos na área médica é ampla, então se o usuário tiver essa notificação constante no seu dia-a-dia sobre conteúdos relacionados a diagnósticos e medicamentos, é possível que consiga diagnosticar com maior precisão e agilidade.

Pode-se visualizar na Figura 41 esse cronograma da taxa IRA. A geração do conteúdo segue o seguinte critério: se o aluno adicionou o conteúdo na data do dia 03/06/2021 e seguir a sequência do  $2^n$ , em que n é a potência se esse aluno recebeu o conteúdo nessa data, no dia 04/06 ele deverá recordar o conteúdo novamente, depois de dois dias, quatro dias, oito dias até ele ter segurança de que o conhecimento está perene em sua memória e não necessita realizar as recordações.

Figura 41 – Tela do cronograma de memorizações



Fonte: Elaboração própria (2021).

#### 4.4 Algoritmo de memorização

Como o MMEEBB emprega, a curva de memorização, mostra quando o indivíduo tem que recordar a informação. Esse é o objetivo da notificação: disponibilizar assim que o aluno abre o sistema as notificações que deve realizar naquele dia. O objetivo é sempre manter perene de acordo com o reforço  $2^n$ .

Esse processo de geração do intervalo de aprendizagem foi implementado como regra interna no código para tornar-se automatizado, como pode ser observado no trecho do pseudocódigo apresentado na Fig. 42. Nesse trecho são declaradas as variáveis e iterações para retornar a taxa IRA do aluno. Onde o valor da variável UltimoIntervaloRecordacao é igual a 14, ou seja, o último reforço de aprendizagem que deve ser realizado, utilizando o MMEEBB, segue a regra exemplificada na equação (1):

$$2^{n < 14} \quad (1)$$

Onde o intervalo de recordação que é n, seja menor que 14, referente ao máximo de repetições que ele deve seguir para consolidar a informação adquirida. Mas esse se consolidado antes, pode ser excluído das notificações, na interface do sistema. Na variável BaseMMEBB é atribuído o valor 2, que é representado pela base binária e utilizada para calcular os intervalos de memorização do conteúdo.

Figura 42 – Lógica aplicada para gerar as recordações automáticas seguindo o CME.

```

1 INÍCIO
2
3 VARIÁVEIS
4     DataIniciarMemorizacao: Date;
5     DataRecebeuConteudo -> DataIniciarMemorizacao+1+1;
6     BaseMMEBB -> 2;
7     UltimoIntervaloRecordacao -> 14;
8     DataQueRecebeuConteudo -> 1;
9     DataRecordacao -> DataRecebeuConteudo;
10
11    PARA i igual 0; Enquanto i < UltimoIntervaloRecordacao Faça i ++
12        DataQueRecebeuConteudo * BaseMMEBB;
13        DataMemorizacao -> DataRecordacao;
14        Resultado -> DataMemorizacao;
15        DataRecordacao = Resultado + DataQueRecebeuConteudo;
16        Escreva("Conteúdo para recordar")
17    FIM PARA
18 FIM
19
20

```

Fonte: Elaboração própria (2021).

É através do Intervalo de Reforço de Aprendizagem – IRA que será possível consolidar o conhecimento. O IRA permite ao aluno ter equilíbrio no que deseja manter perene para realizar os testes que são exigidos em avaliações. Sendo assim, o aluno consegue encontrar o centro de gravidade do equilíbrio, com conteúdo compatível a suas dúvidas e um intervalo automático de conteúdo de maneira que não tenha que preocupar com o momento de recordar, pois o sistema irá gerar seu cronograma de modo automático de acordo com a data de inserção do conteúdo. Portanto, o aluno terá vários conhecimentos com pontos de gravidade e assim ele encontrará o equilíbrio e não irá fazer o teste inseguro ou com dúvidas.

Atualmente percebe-se muitas informações relacionadas a síndrome do impostor, os estudantes universitários foram protagonistas e os que apresentam maior probabilidade

de desenvolver essa síndrome (MCGREGOR; GEE; POSEY 2008). O MMEEBB com o IRA atenua esse sentimento do indivíduo de que não é bom o suficiente, de que possui uma autoconfiança baixa, apesar de ser considerado um padrão de comportamento no qual o indivíduo possui dúvida de realizações. Com a aplicabilidade do método, o aluno pode ter essa segurança em realizar as ações relacionadas as avaliações, porque será possível verificar resultados positivos.

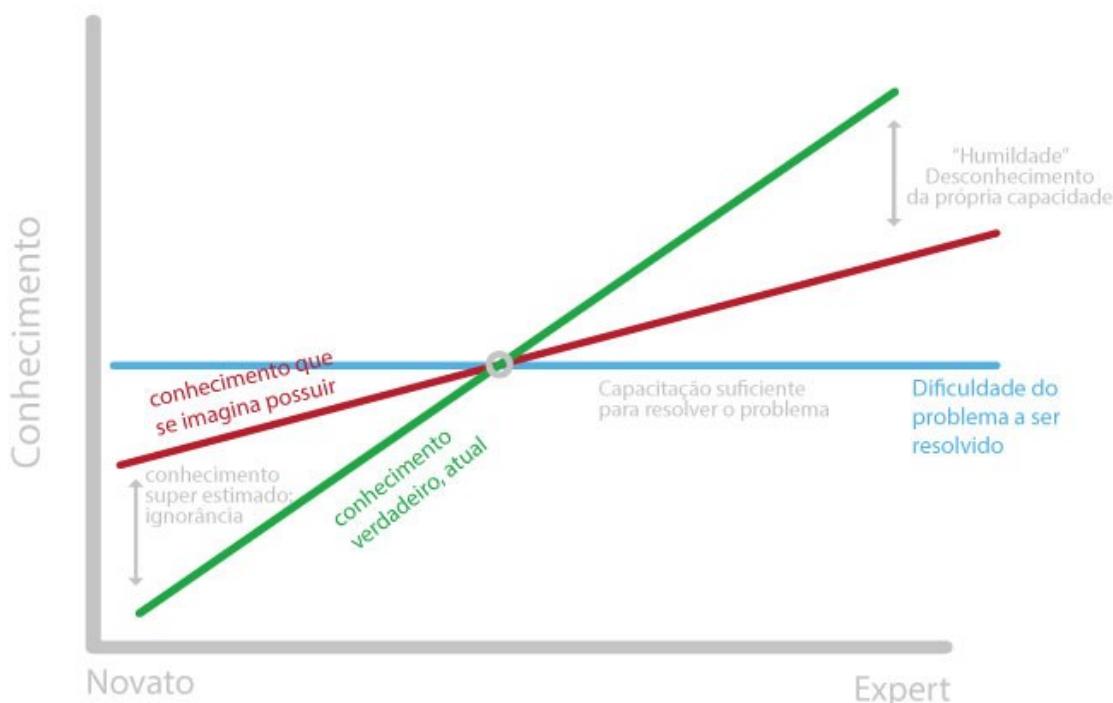
#### 4.5 Centro da Gravidade e o 2<sup>n</sup>

O ponto de equilíbrio é o que se busca com o método e o repositório personalizado ao candidato para concursos públicos: que a pessoa recorde e a cada dia consolide o conhecimento na memória, reconsolidando esse conhecimento. É o indivíduo ter o conhecimento na memória e ter consciência do que ele sabe e não sabe, ou seja, onde possui estabilidade, ele pode arriscar um desafio.

Os americanos chamam de *deliberate practice* (prática deliberada), prática de repetir um comportamento continuamente para atingir um desempenho especialista (MEDIUM, 2017). Com a aplicação do 2<sup>n</sup>, segue-se um pouco dessa premissa da prática deliberada em que a pessoa vai estudando, estudando e se faz a pergunta: será que consigo ir além? Para responder essa pergunta, tem-se a TAQ, que foi objeto de estudo da dissertação de mestrado da (SILVA, 2017). É necessário a aplicação da avaliação para saber se há conhecimento para ir além; assim, o desenvolvimento desta tese é uma continuação da dissertação de mestrado.

O que se deseja é que a pessoa fique equilibrada, que a cada momento ela tenha um melhor equilíbrio possível sobre o conhecimento que tem segurança. Isso acontece quando a dificuldade do problema cruza com o que acha que se sabe, com a curva do que realmente se sabe. Como pode ser visualizado na Figura 43.

Figura 43 – Efeito Danning Kruger



Fonte: LIMA (2019).

Em azul tem-se o nível de dificuldade do problema. No início, em “conhecimento estimado: ignorância”, tem-se um conhecimento que vai aumentando aos poucos. A linha em vermelho é o conhecimento que o indivíduo imagina possuir, mas na verdade o que ele possui está representado pela linha verde. Percebe-se que ele está abaixo da curva azul, abaixo do conhecimento para resolver o problema, portanto, pode ser que não seja aprovado no concurso.

Seguindo a Figura 43, o indivíduo vai adquirindo segurança e conhecimento, chegando a um ponto que unifica o conhecimento que imagina possuir e o conhecimento verdadeiro, que é igual a dificuldade do problema. Nesse momento, chega-se no ponto de equilíbrio: o aluno já é capaz de resolver o problema, não tem necessidade de rever o conteúdo novamente, pode passar para um próximo. O repositório personalizado com a taxa IRA reflete esse conceito; quando já estiver nesse equilíbrio, pode-se excluir o conteúdo do processo de memorização, principalmente quando aplicado ao conceito de concursos públicos, em que o tempo é curto e o concurso acontecerá em um pequeno prazo.

Todavia, acima do equilíbrio entra outra questão, que é a síndrome do impostor, segundo a qual o indivíduo acha que seu conhecimento não é suficiente, que não é capaz de resolver o problema. Quando a curva sobrepor ao ponto azul, quer dizer está apto, em equilíbrio, podendo passar para um próximo conteúdo, sendo possível manter o 2<sup>n</sup> consolidado. O ponto de equilíbrio mostra que já se atingiu o conhecimento necessário para realizar o concurso. Se o aluno estiver no vermelho, acha que tem conhecimento, mas não tem. Ponto de equilíbrio = centro de gravidade do equilíbrio; é o ponto de ignorância zero. É o ponto cujo raio de conhecimento possui ignorância zero. Manter a pessoa no centro de gravidade, sempre com ignorância zero, é o que 2<sup>n</sup> faz. O 2<sup>n</sup> consolida os pré-conhecimentos necessários para manter no centro de gravidade. O equilíbrio é saber o grau da dificuldade e o 2<sup>n</sup> mostra para o aluno o dia que deve memorizar o conteúdo.

Portanto, com o 2<sup>n</sup> o aluno tem o conhecimento no centro da gravidade, em que ele tem segurança, ou seja, o conhecimento necessário para que consiga responder ou realizar testes estará consolidado em sua memória.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese de doutorado propôs o desenvolvimento de um repositório personalizado ao candidato para concursos públicos, com o objetivo de efetivar o aprendizado. O objetivo foi criar um ambiente personalizado e adaptativo para concurseiros de modo que possam aprender de acordo com seu nível de aprendizagem, consolidando o conhecimento com o  $2^n$ .

O capítulo introdutório desta tese apresenta o objetivo, hipótese e contribuição para a sociedade: a utilização do repositório possibilita ao aluno otimizar seu tempo, consolidar o conhecimento e gerar um cronograma de estudo para os conteúdos que possui dúvida, gerando um equilíbrio emocional e intelectual para realizar as provas de concursos público. Embora na tese o sistema seja projetado com foco em concurso público, ele pode ser utilizado para aplicações em outras áreas, tais como educação corporativa e cursos de graduação.

Foram apresentadas revisões de literatura acerca dos métodos de ensino aplicados atualmente, as sobrecargas de conteúdos expostas ao aluno e como elas implicam o processo de retenção das informações, bem como a curva de esquecimento, que demonstra a capacidade de perda do conhecimento com o passar dos dias. E ainda o método que é o inverso conceitual da curva de esquecimento, o MMEEBB, que apresenta a CME, gerada pela taxa IRA, que demonstra quando o indivíduo deve recordar o conhecimento para mantê-lo perene em sua memória e fazer seu uso quando necessário.

Com o método de memorização exponencial efetivo na base binária, o IRA gera intervalos de reforços de aprendizagem, auxiliando o aluno na fixação do conteúdo. Esses recursos auxilia o aluno na fixação do conteúdo em sua memória, até que o concurso seja realizado.

O repositório desenvolvido é uma ferramenta de fácil manipulação e acessível às pessoas, com potencial de auxiliá-las na aprendizagem e retenção do conhecimento, proporcionando, assim, a aprovação em um concurso público. O processo inicial para popular a ferramenta com dados deve ser realizado pelo professor. O aluno visualiza o conteúdo disponibilizado pelo professor e tem a possibilidade de realizar marcações nos conteúdos de dúvidas. É possível personalizar o ambiente e consequentemente gerar cronogramas através do IRA sobre o conteúdo que possui dúvidas.

Os resultados apresentados com o desenvolvimento do repositório são promissores, uma vez que a utilização do sistema é bem simples e intuitiva. O potencial principal é a geração automatizada do conteúdo que o aluno deve recordar. Como citado anteriormente, o intuito do repositório não é substituir outras ferramentas existentes no mercado que oferecem conteúdo para estudos, mas contribuir e agregar módulos para que elas também tenham a geração do cronograma de estudos e que os alunos que a utilizam tenham equilíbrio e segurança ao realizar as provas de concursos. O repositório de conteúdo personalizado está em sua primeira versão, podendo ser adaptado e otimizado a partir dos resultados bem como das demandas do mercado e parcerias.

### 5.1 Trabalhos Futuros

Como projetos futuros, pretende-se ampliar a ferramenta para qualquer área, além dos concursos. Algumas implementações de funcionalidades também são vislumbradas, tais como: inserir o módulo de avaliação unificado em cada conteúdo que o aluno seleciona como dúvida; o bloqueio do aluno, quando ele não tiver resultados positivos da avaliação, deixando-o seguir no próximo conteúdo somente se o anterior estiver efetivado; e, por fim, a disponibilização *mobile* do repositório, de maneira que o aluno tenha uma acessibilidade melhor para revisar seus conteúdos gerados da taxa IRA, possibilitando acesso de qualquer local, sem a necessidade de conexão se for realizada uma sincronização.

### 5.2 Contribuições em Produção Bibliográfica

Esta seção apresenta as publicações originadas do desenvolvimento desta pesquisa. A aplicabilidade do método de memorização exponencial é efetivo em várias áreas, da aprendizagem regular a aprendizagem de pessoas com dificuldades de aprendizagem. Uma das aplicabilidades foi no auxílio para complementar o conhecimento em disciplinas de linguagem e comunicação de alunos de graduação. Por meio de um *bot* humanizado, foi criado um avatar chamado Lina, que envia conteúdos para os alunos, seguindo as taxas do IRA. Os testes preliminares e análise de resultados foram apresentados em estudo publicado no ano de 2018 no SBIE Qualis B1:

- SILVA, Mislene Dalila; MELO, Sara Luzia; SILVA, Mirian Camila; LIMA, Luciano Vieira. Simpósio brasileiro de informática na educação – SBIE: Early

Access, 2018. ISSN: 2316-6533. Disponível em: <http://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/7961>.

Outro artigo desenvolvido foi aceito e publicado no Journal Research, Society and Development, Qualis B2, o artigo teve como objetivo apresentar as potencialidades de um sistema web que implementa uma interface entre o professor e o aluno através do ensino remoto, para ser utilizado como complemento para aprendizagem nesse período de pandemia de COVID-19. Onde possibilita ambos uma interface de conhecimento, tanto para o aluno, quanto para o professor. No qual o professor disponibiliza material que é realmente do seu domínio e competente ao que ele deseja mediar de conhecimento para o aluno, evitando que o mesmo acesse materiais divergentes do que será cobrado em situações que deve expor o conhecimento e que o aluno consiga abstrair desse conteúdo um conhecimento que vai ficar consolidado em sua memória.

- SILVA, Mislene Dalila; LIMA, Luciano Vieira. Journal Research, Society and Development: Early Access, 2021. ISSN: 2525-3409. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19824/17733>

## REFERÊNCIAS

ARTIFICIAL INTELLIGENCE. **Artificial intelligence**. 2020. Disponível em: <<https://builtin.com/artificial-intelligence>>. Acesso em: 10 dez. 2020.

BAKER J., DEAKIN J., CÔTÉ J. **On the utility of deliberate practice:** predicting performance in ultra-endurance triathletes from training indices. *Int. J. Sport Psychol.* v.36, p. 225-240, 2005.

BARBOSA FILHO, R. **Uma Abordagem para Ensino baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa utilizando a Teoria das Categorias.** 2013. 110p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2013.

BERNSTEIN, B. **Pedagogy, symbolic control and identity:** theory, research, critique. Londres: Taylor and Francis, 1996.

CAZELLA, Silvio Cesar; BEHAR, Patricia; SCHNEIDER, Daisey; SILVA, Ketia Kellen; FREITAS, Rodrigo. **Desenvolvendo um Sistema de Recomendação de Objetos de Aprendizagem baseado em Competências para a Educação:** relato de experiências. Anais do 23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2012), ISSN 2316-6533 Rio de Janeiro, 2012.

CLANCE P.R, IMES S. A. **The impostor phenomenon in high-achieving women:** dynamics and therapeutic interventions. *Psychotherapy: Theory, research and practice.* 15, pp. 244-24, 1978.

<https://doi.org/10.1037/h0086006>

CONCURSOSNOBRASIL, 2020. **Como brasileiros podem prestar concurso público em Portugal?** Disponível em: <<https://www.concursosnobrasil.com.br/artigos/como-brasileiros-podem-prestar-concurso-publico-em-portugal.html>>. Acesso em: 15 nov. 2021.

CODEBURST, 2018. **An intro to Algorithms:** Searching and Sorting algorithms. Disponível em: <<https://codeburst.io/algorithms-i-searching-and-sorting-algorithms-56497dbaef20>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

CORAL, 2019. **Sistemas de Recomendação:** Desvendando uma parte da mágica!. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/pet-si/index.php/sistemas-de-recomendacao-desvendando-uma-parte-da-magica/>>. Acesso em: 06 dez. 2019.

COWMN, E.; FERRARI, J.R., **Am I for real?** Predicting impostor tendencies from self-handicapping and affective components: *social behavior and personality: an international journal*, 30(2), pp. 119-125, 2002.

<https://doi.org/10.2224/sbp.2002.30.2.119>

COWAN, Nelson. **The magical number 4 in short-term memory:** a reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences.* (2001).

<https://doi.org/10.1017/S0140525X01003922>

COZZARELLI, C. B. Majo, “*Exploring the validity of the impostor phenomenon.* Journal of social and clinical psychology,”. 9 (4), pp. 401-417. 1990.  
<https://doi.org/10.1521/jscp.1990.9.4.401>

DELMONDES, J. L. A.; ROENDO, B. A. M; SILVA, C. A. A. S.; JUNIOR, F. L. N. D; FEITOSA, T. F. M.; DOMINICIANO, T. S. CONTESTI - APLICATIVO DE ESTUDOS PARA CONCURSOS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO. 16º Congresso Nacional de Iniciação Científica - CONIC - SEMESP, 2016. Disponível em: <<https://www.conic-semesp.org.br/anais/files/2016/trabalho-1000021828.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2019.

DEVOLTAAPRANCHETA. **Organizando o Ambiente Virtual de Estudos.** 2016. Disponível em <<https://devoltaaprancheta.com.br/organizando-o-ambiente-virtual-de-estudos/>> Acesso em 10 jan. 2019.

DIAS, D. C; COSTA, N. da S.; LIMA, L. V. **Projeto e implementação de recursos didáticos multimídia interativos para melhoria do ensino de disciplinas de engenharia de computação.** Buenos Aires: COPEC, 2009.

EBBINGHAUS, H. **Memory:** a contribution to experimental psychology. New York: Dover, 1885.

EDUCAMAIS BRASIL. **5 melhores aplicativos para Concursos Públicos.** 2020. Disponível em <<https://www.educamaisbrasil.com.br/educacao/noticias/5-melhores-aplicativos-para-concursos-publicos>> Acesso em 10 jan. 2020.

ERICSSON K. A; CHASE W. G. **Acquisition of a memory skill.** Science 208, 1181–1182. 1980.

<https://doi.org/10.1126/science.7375930>

ERICSSON, K. A, **Capturing expert thought with protocol analysis:** Concurrent verbalizations of thinking during experts' performance on representative tasks. (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 192–212. 2018a.

<https://doi.org/10.1017/9781316480748.012>

ERICSSON K. A, **The differential influence of experience, practice, and deliberate practice on the development of superior individual performance of experts.** (Cambridge: Cambridge University Press), pp.745–769. 2018b.

<https://doi.org/10.1017/9781316480748.038>

FLASHCARD. **Hermann Ebbinghaus – a pioneer of memory research.** 2015. Disponível em: <<http://www.flashcardlearner.com/articles/hermann-ebbinghaus-a-pioneer-of-memory-research/>>. Acesso em: 26 jun. 2015.

FLASHCARD. **The most efficient way to learn and never forget again.** 2016. Disponível em: <<http://www.flashcardlearner.com/articles/the-forgetting-curve/>>. Acesso em: 01 fev. 2016.

FERNANDEZ, Atahualpa; FERNANDEZ, Marly. **Concurso público:** aulas magistrais, zebras e esforço pessoal. 2012. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/21653/concurso-publico-aulas-magistrais-zebras-e-esforco-pessoal>>. Acesso em: 02 jan. 2020.

FERNANDEZ, Atahualpa; FERNANDEZ, Marly. **Concurso público e cérebro:** pseudociência e (neuro) estafa. Derecho y Cambio Social. 2014. Disponível em: <[https://www.derechoycambiosocial.com/revista035/CONCURSO\\_PUBLICO\\_E\\_CEREBRO.pdf](https://www.derechoycambiosocial.com/revista035/CONCURSO_PUBLICO_E_CEREBRO.pdf)>. Acesso em: 02 jan. 2020.

Gramática Online. **Ferramentas para Concursos Públicos.** 2020. Disponível em: <<http://www.gramaticaonline.com.br/>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

GEEKFORGEEKS. **Searching Algorithms.** 2019 Disponível em: <https://www.geeksforgeeks.org/searching-algorithms/>. Acesso em: 02 out. 2019.

GRAN CURSOS. **Assinatura acesso individual.** 2020. Disponível em: <<https://www.grancursosonline.com.br/assinatura-ilimitada>> Acesso em: 10 jan. 2020.

IGM. **Algoritmo de Boyer-Moore.** 1997. Disponível em: <<https://www-igm.univ-mlv.fr/~lecroq/string/node14.html>> Acesso em: 10 jan. 2020.

Informática e concursos públicos. **Ferramentas para Concursos Públicos.** 2020. Disponível em: <<http://informatica-concursos.blogspot.com.br>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

JURISWAY. **Ferramentas para Concursos Públicos.** 2020. Disponível em: <<http://www.jurisway.org.br/videos/>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

LIMA, S. F. de O.; BARBOSA FILHO, R.; LIMA, L. V. CAMARGO JÚNIOR, H. **Mapas de Conhecimento:** uma ferramenta de aprendizagem por meio de Card Informativo como instrumento de ensino. Revista Unopar Científica Ciências Humanas e Educação, v. 14, n. 1, p. 05-14, 2013.

LIMA, T. O. **42 Courseware e-audio-book solution.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2020.

LIMA, Luciano Vieira, **Síndrome do impostor e efeito Danning Kruger.** Youyube. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OqKzHzPgWHg>. Acesso em: 15 de mai. 2021.

MACHADO, Alan Alves; MACHADO, Alex Alves. **Viabilidade da criação de uma empresa de cursos online preparatórios para concursos públicos.** Ágora Revista de divulgação científica, v. 23, n. 2, p. 113-1322, jul./dez. 2018.

<https://doi.org/10.24302/agora.v23i2.2005>

MCGREGOR L. N.; GEE D. E.; POSEY D. E. **I feel like a fraud and it depresses me:** the relation between the imposter phenomenon and depression. social behavior and personality: an international journal. v. 36, n. 1, p. 43-48, 2008.

<https://doi.org/10.2224/sbp.2008.36.1.43>

**MEDIUM. Get Better at Anything:** 6 Steps of Deliberate Practice. 2017. Disponível em: <https://medium.com/the-crossover-cast/get-better-atanything-6-steps-of-deliberate-practice-19830bfc9460>. Acesso em: 15 de mai. 2021.

**MILLER, George.** **The magical number seven, plus or minus two:** some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, v. 101, n. 02, p. 343-352, 1956.

<https://doi.org/10.1037/0033-295X.101.2.343>

**MISSOURI. Mizzou University of Missouri.** 2016. Disponível em: <<http://web.missouri.edu/~cowann/research.php>>. Acesso em: 05 fev. 2016.

**PERRY, Gabriela Trindade; EICHLER, Marcelo Leandro; MUNIZ, Guilherme Resende.** **Avaliação de usabilidade do Mobiteste:** um aplicativo educacional para dispositivos móveis. *InfoDesign*, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 70-88, 2012.

<https://doi.org/10.51358/id.v9i2.121>

**RESULTADOCONCURSOS. Ferramentas para Concursos Públicos.** 2020. Disponível em: <<http://www.resultadoconcursos.net/>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

**SOPORTUGUES. Ferramentas para Concursos Públicos.** 2020. Disponível em: <<http://www.soportugues.com.br/>>. Acesso em 10 jan. 2020.

**SALEM, Abdel-Badeeh M.; CAKULA, Sarma.** **Using Ontological Engineering for Developing Web-Based AI Ontology.** 2020. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/233985231\\_Using\\_Ontological\\_Engineering\\_for\\_Developing\\_Web-Based\\_AI\\_Ontology](https://www.researchgate.net/publication/233985231_Using_Ontological_Engineering_for_Developing_Web-Based_AI_Ontology)>. Acesso em: 10 jan. 2020.

**SILVA, M. D. Proposta de um guia metodológico e software para quantificação qualitativa na avaliação efetiva do aprendizado em AVAS e ensino presencial.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Comunicação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

**SWELLER, J.** Evolution of human cognitive architecture. In: ROSS, B. **The Psychology of Learning and Motivation.** San Diego: Academic Press, p. 215-266. 2003.

[https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(03\)01015-6](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(03)01015-6)

**TUA SAÚDE. Síndrome do Impostor.** 2020. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/sindrome-do-impostor/>. Acesso em: 15 de mai. 2021.

**TRAININGINDUSTRY. Forgetting Curve.** 2018. Disponível em: <https://trainingindustry.com/wiki/content-development/forgetting-curve/>. Acesso em 15 de mai. 2018.

Vieira, Felipe José Rocha; Nunes, Maria Augusta Silveira Netto. **DICA:** Sistema de Recomendação de Objetos de Aprendizagem Baseado em Conteúdo. *Scientia Plena* 8, 051301, (2012).