**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

[](http://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0CAcQjRw&url=http://www.ultraseal.com.br/clientes/unicamp/&ei=O_FuVfeID4anNt6wg8AI&bvm=bv.94911696,d.cWc&psig=AFQjCNF-y8kJYjd8E-PQeJ_TZq_GqMTiGw&ust=1433420465856051)

**FACULDADE DE EDUCAÇÂO**

NOME COMPLETO

**TÍTULO COMPLETO:**

subtítulo completo (se houver)

Limeira

2017

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

[](http://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0CAcQjRw&url=http://www.ultraseal.com.br/clientes/unicamp/&ei=O_FuVfeID4anNt6wg8AI&bvm=bv.94911696,d.cWc&psig=AFQjCNF-y8kJYjd8E-PQeJ_TZq_GqMTiGw&ust=1433420465856051)

**FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

­­­­

NOME COMPLETO

**TÍTULO COMPLETO:**

subtítulo completo (se houver)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em [nome do curso] à Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Nome Completo

Coorientador: Prof(a). Dr(a). Nome Completo (se houver)

Limeira

2017

Folha reservada à ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Daniel Joseph Hogan, da Faculdade de Ciências Aplicadas da UNICAMP

(Substituir pelo arquivo PDF enviado pela Biblioteca)

**Autor:** Nome Completo

**Título:** Título Completo

**Natureza:** Trabalho de Conclusão de Curso em [nome do curso]

**Instituição:** Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas

**Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.**

**BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof(a). Dr(a). Nome (Orientador(a)) – Presidente

Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof(a). Dr(a). Nome completo – Coorientador(a))

Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof(a). Dr(a). Nome completo – Avaliador

Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)

Este exemplar corresponde à versão final da monografia aprovada.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof(a). Dr(a). Nome (Orientador(a))

Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)

Dedicatória (opcional)

**AGRADECIMENTOS**

Escrever os agradecimentos àqueles que prestaram contribuição à elaboração do trabalho. (opcional)

Epígrafe (opcional)

Autor da epigrafe

SOBRENOME, Nome do autor. Título: subtítulo (se houver). Ano. nºf. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em [nome do curso].) – Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas. Limeira, ano.

**RESUMO**

Escreva aqui o resumo, e parágrafo único, com no mínimo 150 palavras e no máximo 500 palavras. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui. Palavras do texto aqui.

**Palavras-chave:** Palavra-chave 1. Palavra-chave 2. Palavra-chave 3. Palavra-chave 4. Palavra-chave 5.

SOBRENOME, Nome do autor. Título (em inglês): subtítulo (em inglês, se houver). Ano. nºf. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em [nome do curso].) – Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas. Limeira, ano.

**ABSTRACT**

As transformações que têm ocorrido na sociedade por meio da evolução tecnológica contínua têm gerado impacto nas organizações gerando mudanças em vários setores da sociedade, incluindo o setor da Educação. Uma destas mudanças é a forma como o indivíduo exerce seu papel cidadão dentro da sociedade, aspectos como trabalho, educação, passam a necessitar de um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes mais aderentes a evolução tecnológica. Essas novas habilidades dos indivíduos na sociedade podem ser encontradas em quadros de competências que visam orientar na busca da formação dos indivíduos em competências específicas para o Século XXI. No sistema educacional além de formar os indivíduos por meio da formação contínua e os pilares da aprendizagem ao longo da vida, os educadores exercem papel fundamental e são como figura central e elo entre a instituição de ensino e o estudante, sendo, portanto, o educador quem pode exercer papel chave dentro destas transformações no Setor Educacional. Dentro desta perspectiva, nossa pesquisa busca a compreensão de quadros e matrizes de competências para criar e estimular um Perfil de Educador Inovador para enfrentar as mudanças que estão previstas dentro da Sociedade. Um dos modos é a partir de uma inovação na Educação, o desenvolvimento de uma Plataforma cognitiva baseada em Inteligência Artificial usando Assistentes Virtuais como uma tecnologia mediadora de aprendizagem. Para alcançar tal propósito, desenvolveu-se uma prova de conceito cujo resultado foi a construção desta Plataforma. Exploramos técnicas de IA generativa, de maneira que os Algoritmos de Aprendizagem de Máquina que usam Modelos que representam o mundo real e são compostos de variáveis e constantes. Estes modelos foram utilizados como meio de orientação dos algoritmos de Aprendizagem de Máquina para determinar uma saída que seja relevante ao contexto. Estes modelos foram associados às Matrizes de Competências com o intuito de oferecer por meio desta plataforma uma tecnologia mediadora de apoio à formação contínua. Assim o educador poderá autoavaliar-se, bem como, compreender a partir de um diagnóstico oferecido pela plataforma, quais competências ele pode buscar formação, como também, prover sugestões e estímulos na construção do conhecimento destas competências e habilidades ausentes no seu perfil. Primeiramente, visando escopo e prazo limitados, optamos por dotar os modelos de domínio e do educador destes mecanismos de Assistente Virtual ou Chatbot com as Competências Digitais, e uma vez que este método utilizado por nós seja suscetível, estender para as demais competências. Portanto, nosso estudo busca, ao planejar, construir e executar esta plataforma, é esperado que na compreensão da composição dos elementos envolvidos, levaremos esta compreensão como um modo de aproximar a Inteligência Artificial e a Computação Cognitiva, aos processos educacionais, onde poderemos simular situações e analisar o potencial destas tecnologias visando as oportunidades, características e os desafios que elas apresentam na Educação. Este é, portanto, um formato de inovação na Educação e sendo também, oportuno para entender como estes mecanismos podem estimular a formação contínua dos educadores no que tange as competências digitais.

**Palavras-chaves:** competências, perfil educador inovador, competências digitais, inteligência artificial na educação, assistentes virtuais, chatbots

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

[Figura 1 - Plataforma Cognitiva de Chatbot 29](#_Toc142385751)

[Figura 6 - Modelo típico de um Sistema Adaptativo de Tutoria Inteligente 34](#_Toc142385752)

[Figura 2 - Quadro de competências do Professor Inovador 66](#_Toc142385753)

[Figura 3 - Quadro DigCompEdu 71](#_Toc142385754)

[Figura 4 - Modelo de progressão com seus 6 níveis de progressão 72](#_Toc142385755)

**LISTA DE TABELAS**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tabela 1 | Taxas de crescimento (% a.a.) Região Metropolitana de Campinas – 1970-2007............................................................. | 18 |

**LISTA DE QUADROS**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Quadro 1 | Gostos descritos pelos consumidores que avaliaram as amostras (números indicam a frequência com que foram citados)...................................................................................... | 18 |

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

|  |  |
| --- | --- |
| **ABNT** | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| **FCA** | Faculdade de Ciências Aplicadas |
| **PME** | Pequenas e Médias Empresas |
| **SBU** | Sistema de Bibliotecas da Unicamp |

**SUMÁRIO**

[1 INTRODUÇÃO 15](#_Toc115957618)

[1.1 Objeto de Pesquisa 19](#_Toc115957619)

[1.2 Cenário e justificativa de pesquisa 22](#_Toc115957620)

[1.3 Objetivos gerais 24](#_Toc115957621)

[1.3.1 Objetivos específicos 24](#_Toc115957622)

[1.4 Proposta da plataforma cognitiva 26](#_Toc115957623)

[2 ESTADO DA ARTE 28](#_Toc115957624)

[2.1 Inteligência Artificial aplicada à Educação e Chatbots 28](#_Toc115957625)

[2.2 Chatbots na Educação 30](#_Toc115957626)

[2.3 Metodologia do Estado da Arte 33](#_Toc115957627)

[2.4 Trabalhos relacionados 34](#_Toc115957628)

[2.5 Referencial Teórico 36](#_Toc115957629)

[2.5.1 Chatbots de Mercado 36](#_Toc115957630)

[2.5.2 Chatbots na Educação 39](#_Toc115957631)

[2.6 Resultados 43](#_Toc115957632)

[2.6.1 Características dos chatbots 43](#_Toc115957633)

[2.6.2 Chatbot e o papel da Persona 46](#_Toc115957634)

[2.6.3 Oportunidades 46](#_Toc115957635)

[2.6.4 Desafios e Limitações dos chatbots 47](#_Toc115957636)

[2.6.5 Resumo dos resultados 48](#_Toc115957637)

[2.6.6 Template de chatbot 51](#_Toc115957638)

[2.7 Discussão 52](#_Toc115957639)

[2.8 Considerações finais 54](#_Toc115957640)

[3 FUNDAMENTAÇÃO TÉORICA 58](#_Toc115957641)

[3.1 Aproximar a Inteligência Artificial na Educação 58](#_Toc115957642)

[3.2 Perfil do Indivíduo Inovador 62](#_Toc115957643)

[3.3 Perfil do Educador Inovador 63](#_Toc115957644)

[3.4 Competências Digitais 66](#_Toc115957645)

[3.5 Matriz de Competências Digitais 67](#_Toc115957646)

[4 METODOLOGIA DE PESQUISA 70](#_Toc115957647)

[4.1 Abordagem 70](#_Toc115957648)

[4.2 Prova de conceito – Um chatbot a ser utilizado por professores 75](#_Toc115957649)

# INTRODUÇÃO

Estamos em um contexto de grandes transformações sociais cuja sociedade interconectada pauta suas relações em torno das tecnologias digitais. Neste cenário, são observadas muitas mudanças nas estruturas sociais. Muitas ocupações e posições de trabalho têm sido modificadas ou até mesmo eliminadas devido ao reflexo da ampliação do uso de tecnologias digitais. Há uma grande expectativa no declínio de atividades manuais e rotineiras e em contrapartida uma exigência de perfis de indivíduos com maior poder de inovação, com maior capacidade criativa e abstração para lidar com problemas complexos, maior adaptação, flexibilidade e mais sensibilidade para trabalhar de forma colaborativa (Garcia, 2018).

Estas transformações que ocorrem na sociedade promovem novas relações com o saber, dentro do contexto educacional emerge uma necessidade de relações mais dinâmicas na tríplice escola-professor-aluno, cujo centro mediador é a tecnologia. Aprendemos por meio de processos organizados, junto com processos abertos, informais. Como surgem novos espaços, – ambientes digitais, dispositivos que exploram principalmente a computação ubíqua e todo esse ambiente tecnológico – pavimenta-se uma estrutura complexa e interconectada para a comunicação e a colaboração no trabalho. Ao mesmo tempo dentro desta estrutura, há uma massiva quantidade de informações sendo gerada pelos próprios dispositivos e por nós mesmos dentro desses ambientes digitais. Se por um lado estes ambientes são inovadores e sua apropriação no setor de Educação é fundamental, por outro lado, são ambientes complexos com finalidades distintas de educar. Esta complexidade está associada a muitas variáveis, muitos canais de comunicação se sobrepõem e grupos monopolizam estes canais. Há uma infinidade de canais e aplicativos para muitas finalidades, que por vezes não estão com intuito de educar, muitos das redes sociais, dos aplicativos de comunicação, não foram projetados para a educação. Entretanto, por eles passam informações que formam opiniões, formam perspectivas de mundo, educa-se, mas de um modo controverso. Essa nova estrutura comunicacional emerge trazendo importantes desafios para a educação. A começar, pela própria forma de buscar a informação relevante, lidar com notícias falsas, construir conhecimento significativo com ética, inclusão social e combater preconceitos.

Portanto, é imprescindível endereçar soluções para esses desafios deveria ser a tônica de nossos esforços para que possamos empoderar cidadãos para uma nova fase, na qual a tecnologia é mediadora de nossas relações sociais e isso deve ocorrer com harmonia e paz em um país dividido por notícias falsas com grande parte da população a margem desta transformação tecnológica, acessando conteúdos alienantes que implica negativamente em suas decisões no dia a dia. Essas transformações são muito rápidas, amplia-se o grau de dificuldade em endereçar soluções com a mesma velocidade e eficiência com que os desafios emergem.

O mundo contemporâneo, pautado em novos pilares desafia a estrutura atual do sistema educacional. A Unesco em maio de 2015, no Fórum Mundial de Educação, em Incheon (Coreia do Sul), reuniu 1.600 participantes, de 160 países, com um único objetivo em mente: como assegurar uma educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos até 2030? Dentro deste prisma de aprendizagem ao longo da vida está fundamentado pela Unesco (2010) quatros pilares: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser. A partir desses quatro pilares várias diretrizes comuns e documentos guias contendo Quadro de Competências[[1]](#footnote-1) ou Matrizes de Competências, foram elaborados por Organizações multilaterais com o intuito de promover um conjunto de práticas e competências para o Século XXI (OECD, 2013; Unesco, 2010; Lee, 2013).

Esses quadros de competências têm em si conceitos multifacetados, isso porque há competências para diversificadas áreas do conhecimento, específicas para diferentes indivíduos e que podem ser requeridas em contextos diferenciados, como ambientes educacional e do trabalho, cada qual vai exigir competências específicas. Tais quadros visam a formação de perfis de indivíduos com capacidade de inovação. Estes quadros buscam uma definição contendo conjunto de ações, conceitos e como fomentar competências no indivíduo. Na Educação ao inserir a tecnologia como mediadora do ensino-aprendizagem, existem quadros específicos abordando um conjunto de competências que abordam a tecnologia digital e que visa a formação de perfis de indivíduos para o domínio de um conjunto de competências e habilidades digitais (Lucas, 2018).

Todavia, estes quadros buscam de forma generalizada orientar governos principalmente pela Educação por meio de políticas públicas, instruções e orientações de como pode ser promovido o desenvolvimento de competências socioemocionais, cognitivas, habilidades e competências digitais nos cidadãos. Podemos frisar que estes quadros de competências são como apelos para que o Sistema Educacional acompanhe essa transformação e busque adaptar-se em uma sociedade dinâmica interconectada e em rápida transformação, cujo essas mudanças frequentemente associadas ou evidenciadas nas: 1) mudanças na força de trabalho onde opera um modelo industrial de produção para uma transformação das posições de trabalho orientado pela tecnologia, em uma economia do conhecimento globalizada, interconectada e impulsionada pela tecnologia em rápida transformação. A economia ou sociedade interconectada requer competências adequadas para modelos dinâmicos e imprevisíveis de desenvolvimento econômico e social; 2) evidências emergentes sobre como otimizar a aprendizagem incluindo o uso de inovações tecnológicas para aprofundar e transformar a aprendizagem; e 3) mudanças nas expectativas por parte dos alunos, que demandam um sistema educacional mais conectado e relevante para o dia a dia (ONTARIO, 2016).

A sociedade interconectada exige um sistema educacional com maior adaptação de novos modos de ensino-aprendizagem. É necessária uma reformulação das infraestruturas pedagógicas o que gera impacto na forma como a organização e seus colaboradores devem responder a estas mudanças (Garcia, 2018). A mediação digital remodela certas atividades cognitivas fundamentais que envolvem linguagem, a sensibilidade, o conhecimento e a imaginação inventiva, reestruturação do ensino e aprendizado. Fatores cruciais como a criatividade e inovação para criação de valor e mudança social.

Embora haja inúmeras estratégias para a adaptação destes quadros de competências dentro da reformulação pedagógica do ensino, muito destes quadros pouco endereçam de forma objetiva e específica, a figura fundamental dentro do sistema educacional, neste caso, o professor. Podemos considerar como um modelo estratégico para lidar com essas mudanças, o papel importante que deve desempenhar o professor. Por muitos anos a instituição de ensino tradicional, a figura do professor é o elo entre a instituição e o estudante, sendo portanto, uma quarta mudança necessária: 4) a necessidade de levar ao professor meios de como ele deveria considerar o seu próprio aperfeiçoamento de abordagens de ensino-aprendizagem inovadoras, um conjunto de competências na sua formação contínua, de modo que ele mesmo poderia construir em si, adequado ao seu tempo e ao modo de trabalho, um Perfil de Educador Inovador preparado para lidar com as mudanças do Século XXI no Sistema Educacional.

Diante dos desafios e das mudanças necessárias no Sistema Educacional, uma primeira preocupação deste estudo está em compreender quais competências, conhecimentos, habilidades e atitudes são importantes para um Educador Inovador preparado para as transformações do Século XXI, e em quais contextos estas competências seriam exigidas. Em um segundo momento, a busca em entender como tais competências podem ser avaliadas no professor, como elas podem ser promovidas, ou de algum modo serem estimuladas para que o professor possa criar um Perfil de Educador Inovador adequado para a realidade dele. O enfoque deste perfil inovador, deve incluir a importância da otimização do ensino-aprendizagem baseado na adoção de inovações tecnológicas para aprofundar e transformar a aprendizagem. Dentro deste contexto tecnológico digital ao qual estamos, explorar nas tecnologias mais sofisticadas e compreender como elas podem ser aproximadas dos processos de ensino-aprendizagem e que permitirão ao educador, obter as competências e a gestão deste perfil inovador. Uma terceira preocupação deste estudo é refletida na busca de meios tecnológicos sofisticados que visam a construção de uma plataforma mediatizada baseada em Inteligência Artificial.

Se a Sociedade interconectada traz importantes desafios para a Educação, não devemos permitir que a Educação esteja a margem da evolução que ocorre. Abordagens que exploram tecnologias digitais emergentes podem ser a saída para endereçar soluções tecnológicas que ainda não foram completamente adotadas pelo mercado e que estão à frente na esteira da evolução tecnológica.

Por sua vez, a Inteligência Artificial (IA), traz inovações a vários setores dentro da sociedade interconectada. A rigor, a ideia primária de aplicações que exploram a IA, não é substituir a mão de obra humana, mas automatizar processos que possam dentro do limite tecnológico permitir ao homem se abster de tarefas repetitivas, permitir que a máquina opere. Como estes processos em ambientes digitais estão sujeitos a massiva quantidade de informações, ao mesmo tempo que a máquina tem em si sua responsabilidade de operação de processos para a automatização, a máquina também gera dados suficientes para novas interpretações e interpretações significativas sobre nossa realidade com base nesses dados massivos e gigantes (big datas). As saídas esperadas desses processamentos, permitem ao homem tomar decisões que geram aperfeiçoamento contínuo nos processos. Assim, é esperado que a máquina com aplicações baseadas em IA trabalhe juntamente com o homem, aperfeiçoando juntos uma nova realidade.

A IA já tem sido aplicada de forma não tão perceptível a nós, mero usuários de aplicativos de celular. Estas novas e sofisticadas técnicas baseadas em IA têm sido introduzidas em todos os aspectos da sociedade interconectada. Novos algoritmos têm sido implementados para lidar com um número cada vez maior de usuários e uma quantidade massiva de dados. Estes algoritmos exploram os recursos da IA para entregar aos usuários informações relevantes associadas ao seu perfil de usuário na rede. Ou seja, a IA atualmente é utilizada com o intuito de rastrear cada usuário na rede, traçando seu perfil. Como exemplo, podemos perceber em nosso dia a dia ao assistir vídeos no Youtube, Netflix, ou receber notícias do Google. Embora, o intuito tem sido muito mais comercial, é aplicado principalmente para manter o usuário ativo nestas redes sociais, gerando conteúdos do seu interesse e associando-os em anúncios e gerar engajamento. O princípio básico destes algoritmos é de centralizar conteúdos personalizados em torno do usuário e ao mesmo tempo que a máquina ofereça, ela obtém e coleta novos dados, interpreta e solidifica a centralização, recomendando novos conteúdos, mantendo o usuário destas tecnologias o máximo de tempo possível ativo nas redes para gerar engajamento e promoção de novos conteúdos.

Na Educação as Tecnologias Digitais têm sido construídas usando técnicas de IA baseadas neste mesmo princípio de centralização, personalização de conteúdos, sendo o conteúdo relacionado ao ensino, centralizando em torno do indivíduo. O objetivo da aplicação destes recursos é tornar o ensino mais flexível, adaptativo e que corresponda ao ritmo e a forma de aprendizagem de cada um.

Uma definição clara da OECD para IA é: “um sistema baseado em máquina que pode, para um determinado conjunto de objetivos definidos pelo homem, fazer previsões, recomendações ou decisões que influenciam ambientes reais ou virtuais.” (OECD, 2019).

Nesta definição, as tecnologias da IA são associadas a Computação Cognitiva, que por sua vez considera que elementos tecnológicos capturam dados sensíveis ao contexto, como o Aprendizado de Máquina ou Machine Learning que usa Modelos para aprendizado associados à dados, padrões e processos do mundo real (Lancrin et al., 2020). Para que o conteúdo seja personalizado em torno do indivíduo, existem, portanto, processos que passam por um aprendizado a priori para ser aplicada a personalização e centralização de um dado conteúdo em torno do indivíduo. Esse aprendizado ocorre por meio do uso de algoritmos de Machine Learning. Alguns exemplos utilizados por estes algoritmos são: o reconhecimento de padrões de texto, da fala, a análise afetivo sentimental, reconhecimento de imagens e reconhecimento de linguagem natural. Estes algoritmos de Machine Learning podem ser combinados e implementados em uma única plataforma e que permita a IA ampliar sua capacidade de atuação e oferecer mais recursos ao usuário.

Um dos sistemas que exploram estes recursos de técnicas de IA e Machine learning são os Assistentes virtuais ou Chatbots e que podem ser conectados a uma plataforma cognitiva (Moser et. Al., 2018). Essas tecnologias inovadoras têm sido usadas em diferentes momentos do nosso cotidiano através de recursos da Computação Cognitiva e têm sido explorados na Educação (Goel, 2016; Winkler et. Al. 2018). Uma das facilidades destas ferramentas é que a exigência para operar estes assistentes digitais é mínima e é geralmente realizada por comandos de voz ou texto, em linguagem natural e as vezes, informal. Este é um mecanismo quando associado com algoritmos de AI, demonstra potencial diversificado podendo ser utilizado de muitos modos aplicados à Educação. Nos estudos encontrados identificamos sua aplicação direcionada à orientação, perguntas e respostas, consulta a informação relevante, entre outras finalidades relacionadas à formação de alunos e para auxílio aos professores. Uma outra vantagem destes mecanismos é que ele está envolvido com poucos elementos tecnológicos na sua interface de operação e pode ser como um aplicativo que pode ser acionado diretamente do Smartphone.

Assim, se de um lado temos os Quadros de Competências para o Século XXI que são necessários para elaboração de processos para a formação de educadores. Por outro lado, um dos apelos para a mudança no ensino tradicional é a inserção de inovações que permitem capturar os processos tradicionais de ensino para serem transformados em processos sofisticados e que considere os aspectos tecnológicos necessários para promover modos mais eficientes de formação.

Neste nosso trabalho, primeiramente buscamos compreender dentro das definições destes quadros, de suas áreas e seus níveis de formação, como podemos estimular aos educadores, esse conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes dentro de contextos educacionais do educador. E assim sendo um dos métodos, como modo de inserir uma inovação, explorar a tecnologia de Assistente Virtual e este por sua vez, ao ser acionado pelo educador, pudesse questioná-la a qualquer momento sobre como ele poderia desenvolver suas competências na sua rotina e exercício profissional. Como resposta, o Assistente Virtual poderia introduzir a si mesmo e sobre as competências e a sua importância na Educação, apresentando quadros de definições e quadros de níveis de progressão. Na sequência, recomendar uma avaliação da situação atual do Educador utilizando ferramentas de avaliação de competências. Deste modo, o Assistente irá conhecer o Educador e uma vez que seus índices e necessidades de desenvolvimento nas áreas indicadas forem armazenadas no banco de dados da plataforma, é possível associar à conteúdos, que foram previamente alimentados na base para sugerir aos Educadores de acordo com suas dúvidas, suas questões e seu nível de progressão.

Como este documento está organizado?

## Objeto de Pesquisa

Dentro deste processo da construção de um ambiente mediatizado pela Inteligência Artificial, dada as inúmeras etapas, tomando como base um processo metodológico que considere um conjunto de competências gerais agrupadas por conjuntos específicos, ou categorias de competências, como competências socioemocionais, cognitivas e digitais. Como este método pode inclui em seu plano, a construção e o desenvolvimento do banco de dados ligado a este ambiente mediatizado usando técnicas de Inteligência Artificial, ao fazê-lo para um conjunto específico de competências poderia ser replicado a posteriori de modo que este processo metodológico possa ser repetido inúmeras vezes para outros grupos e conjuntos de competências. Assim, este trabalho visa em específico e devido às restrições de prazo e escopo, usar como uma espécie de *template*, um recorte destes quadros e em um modelo de domínio fechado e limitando o escopo dentro de um banco de dados da plataforma, às definições, conceitos, níveis de progressão contidos em Matrizes de Competências, um **recorte considerando as Competências Digitais**.

*Nossa pesquisa visa compreender a partir da hipótese central:* ***é possível uma inovação na Educação a partir da construção de uma plataforma cognitiva baseada em Inteligência Artificial, um Assistente Virtual em formato de Chatbot para apoiar o educador a buscar um Perfil Inovador durante seu exercício profissional, estimulando-o e sugerindo recomendações para aperfeiçoar seus conhecimentos, habilidades e atitudes em Competências Digitais.***

Como fundamentação de nosso estudo, a Matriz de Competência é um dos principais elementos de nossos experimentos. Ela será utilizada para que seja possível criar um cenário de simulação para os estudos de caso. Assim, no que tange modo de avaliação, dentro de nossos estudos não estão claros como os mecanismos e parâmetros de avaliação, dos índices de inovação dos educadores podem ser utilizados considerando as atuais definições da maioria dos quadros de competências. Contudo, temos o ***DigCompEdu*** (Lucas, 2018) que é uma iniciativa da União Européia e resulta em um Quadro Europeu de Competência Digital para Educadores, divulgado em 2017, de autoria dos pesquisadores Christine Redecker e Yves Punie e que foi traduzido em várias línguas. Este trabalho é fruto da reunião de 20 grandes estudos sobre questões que envolvem “aproveitar o potencial das tecnologias digitais para inovar práticas de educação e formação, melhorar o acesso à aprendizagem ao longo da vida e lidar com o aparecimento de novas competências (digitais) necessárias para o emprego, desenvolvimento pessoal e inclusão social” (Lucas, 2018).

O DigCompEdu tem sua fundamentação baseada em um Quadro de competências composto por 6 grandes áreas e dentro de cada área existem 22 subáreas. Por meio do quadro há um modelo de progressão para ajudar os educadores na sua formação contínua e que permitem a eles avaliarem e desenvolverem a sua competência digital. Este modelo de progressão é baseado em seis níveis diferentes, através dos quais a competência digital geralmente se desenvolve. Assim, cada área possui seu nível de proficiência.

Este quadro já tem sido usado como um documento normativo, e principalmente tem sido adotado como instrumento de auto-avaliação para diagnóstico do estado de como o Perfil do Educador está em relação as Competências Digitais. O ***DigCompEdu checkin*** é um formulário por onde o educador tem sua autoavaliação e considera 22 perguntas. Contudo, em si este checkin se limita ao diagnóstico, fornecendo algumas dicas de como a Competência digital pode ser ampliada de acordo com o índice ou nível de proficiência detectado na autoavaliação, porém é o educador que a partir da avaliação busca de forma independente seus meios de obter a competência. Com efeito, o diagnóstico é limitado a fornecer como resultado, no sentido de ter ou não uma habilidade, sendo oportuno e necessário ir além, demonstrar como a competência e a habilidade digital pode ser adotada, gerar recomendações, experimentações, de estudos de casos, de uso prático de ferramentas que o Educador possa adotar estes recursos em sua abordagem, ajudar ele em um dado contexto para seu próprio empoderamento.

Portanto, é necessário estabelecer uma relação entre as seguintes questões:

1. Como podemos compreender o desenvolvimento de Competências Digitais a partir de taxonomias e de maneira a conceber uma definição clara de qual seria um Perfil de Educador Inovador associado à Competências Digitais;
2. Como estabelecer uma aproximação destes elementos computacionais principalmente no que tange Plataformas Cognitivas e técnicas de Inteligência Artificial na Educação ao construir a plataforma a partir da exploração destas técnicas;
3. Como as relações entre áreas e níveis de progressão poderiam ser associados com Modelos de Machine Learning de maneira que possam ser exaustivamente treinados por alimentação de dados contendo as definições para cada modelo. Tendo os seguintes modelos, pedagógicos, de domínio e do educador e que serão amparados com definições pelo conhecimento obtido dos documentos e diretrizes que definem o DigCompEdu. Assim, para que o educador possa atingir a partir das orientações providas pelo Chatbot, sugestões e recomendações de como obter um Perfil de Educador Inovador baseado na sua própria autoavaliação e da sua própria autonomia na construção do conhecimento;

Considerando este tema muito mais de explorar as matrizes de competências e associá-las a uma plataforma tecnológica digital e que por sua vez, também esta tecnologia possa ser explorada, principalmente tendo um viés técnico razoável com uma abstração maior dos conceitos técnicos, trazendo estes para dentro da Educação. Esta pesquisa visa a implementação de um software que será utilizado como prova de conceito. Durante desenvolvimento da prova de conceito, são mapeados os processos utilizando as definições inerentes a Engenharia de Software, desde a análise do problema em questão, passando pela interpretação e definição dos requisitos funcionais e não funcionais, a definição modular e a arquitetura de software, o desenvolvimento em código, os testes e a implantação, de modo que ao ao conceber esteja ancorado na premissa de que é um software para prova de conceito que endereça uma inovação para a educação utilizando a IA.  ~~Esta é uma pesquisa cuja abordagem é exploratória que visa “estudos exploratórios e são feitos normalmente, quando o objetivo da pesquisa é examinar um tema ou problema de investigação pouco estudado ou que não tenha sido abordado antes.” (Sampieri et al., 1991). Para Gil (2002) a pesquisa exploratória tem por objetivo aprimorar hipóteses, validar instrumentos e proporcionar familiaridade com o campo de estudo. Constitui a primeira etapa de um estudo mais amplo, e é muito utilizada em pesquisas cujo tema foi pouco explorado, podendo ser aplicada em estudos iniciais para se obter uma visão geral acerca de determinados fatos. (Gil, 2002).~~

Assim, o projeto de pesquisa está fundamentado em uma metodologia de pesquisa que resulta em um produto, objetivando o desenvolvimento de um instrumento para familiaridade do campo de estudo entre IA e Educação e entender como eles estão relacionados e se possível identificar previamente as potencialidades na Educação.

Desmembrando a hipótese geral, temos as seguintes Hipóteses 1 e 2 originada pela construção da plataforma:

***H1) A metodologia utilizada pela pesquisa favorece uma aproximação dos elementos e técnicas de Inteligência Artificial nos processos de formação docente no Sistema Educacional Brasileiro.***

Embora não seja possível medir e modelar competências por meio de sistemas quantitativos, já que existe uma distinção entre competência e performance, sendo a performance um comportamento contingente do sistema cognitivo (Klieme et. Al., 2008). Por outro lado, é possível medir por meio de experiências práticas dos educadores e suas abordagens tendo uma abordagem qualitativa. Neste caso, o Chatbot poderia executar uma avaliação do atual momento do educador e associar suas experiências a falta de ou a ausência de abordagens ou com questionamentos que visem a esta associação com experiências práticas relatadas por ele, utilizando de uma escala em Likert.

***H2) O uso de Chatbot implementado utilizando técnicas de IA e uma vez associado ao DigCompEdu Checkin permite uma autoavaliação docente fundamentada nas competências digitais.***

A *Hipótese 2,* como meio de testar e validar a hipótese, temos o formulário pronto do DigCompEdu Checkin[[2]](#footnote-2) que será utilizado em uma automatização do Assistente Virtual que fará as questões pertinentes ao Educador, considerando a própria estrutura, sequência de perguntas e o algoritmo de diagnóstico como resultado. Embora seja um processo trivial, a adaptação para Chatbot pode gerar alguns desafios na implementação dos algoritmos. A execução dos Estudo de caso terá como resultado as respostas dos Educadores e estas respostas deverão ser cruzadas com os dados estruturados da matriz de competência do DigCompEdu. Uma vez que estas respostas foram mapeadas, teremos então que buscar apoio de técnicas de Machine Learning que fará o papel de relacionar combinações e predizer respostas aos Educadores. Estas respostas são recomendações e meios de atingir aperfeiçoamento, uma ajuda na obtenção de níveis de progressão dentro da matriz de competência do DigCompEdu. Em síntese, esse é o processo de modelagem dos modelos de domínio, pedagógico e do educador, com o objetivo de promover sugestões e ferramentas para ampliar o nível de proficiência de competência digital do educador.

## Cenário e justificativa de pesquisa

Dada a necessidade de formação contínua do educador em Competências para o Século XXI considerando o cenário tecnológico atual que tem na sua dinâmica uma evolução contínua. Este cenário tem promovido uma discussão a nível mundial e dos seus desafios de modo geral, por outro lado, estão os desafios que assolam o próprio Sistema Educacional Brasileiro e que pela sua natureza, a dimensão do país são desafios enormes e não triviais para resolução. A inovação é fundamental para aprimorar o sistema educacional, contudo, nosso sistema educacional pouco adota ou insere as tecnologias digitais mais comuns em sala ou entregue aos alunos mesmo para um envolvimento superficial com ela. Atualmente, em pleno Século XXI, na realidade das escolas brasileiras, os Educadores têm suas práticas inteiramente voltadas para o ensino tradicional e que reflete na baixa interação digital, impactando muito negativamente a formação dos alunos.

Com a pandemia do Covid19, o setor da Educação foi um dos mais impactados no mundo todo e a mudança para o Ensino à Distância foram evidenciados vários desafios que nos fornece uma boa perspectiva sobre a maneira pela qual essa transformação ocorre. As atuais estratégias e abordagens iniciais de implementação de um ensino online na prática e pelo caráter experimental de várias abordagens, muitas delas têm sido criadas no improviso de cada educador, utilizando de uma precária estrutura tecnológica existente de cada aluno e de cada educador (Donitsa-Schmidt & Ramot, 2020).

Estes desafios no Ensino à distância foram evidenciados por outros estudos antes do cenário de pandemia atual (Goel, 2016; Winkler & Sollner, 2018). Estes estudos apontaram como o ensino a distância apresenta problemas como a alta evasão, baixo engajamento dos estudantes, falha no suporte individualizado, a demanda por educador e aluno aumentou, a precariedade e ineficiência do aprendizado e o baixo senso de comunidade.

Além disso, não sabemos também, como a pandemia vai influenciar o lado psicológico, emocional de alunos e educadores, mas certamente trará impactos difíceis de serem solucionados e podem se acentuar ainda mais este cenário, uma vez que não temos uma abordagem prática baseada em experiências de sucesso tão pouco temos estratégias e políticas que endereçam soluções com o viés de ajudar educadores e alunos em contextos de pandemias e desastres naturais.

Um outro fator de desafio que nossa pesquisa busca amparo é: se por um lado, muita tecnologia tem sido implementada em apoio a alunos, de outro lado, pouco se tem feito para auxiliar educadores, poucos são as ferramentas que colocam o professor como protagonista de tecnologias inovadoras. Se não bastasse isso, queremos exigir que educadores detenham as habilidades tecnológicas digitais mais atuais que existem no mercado para que ele possa agregar algo substancial às aulas (Bates, 2017). Há a obrigação do saber operar tecnologicamente, porém sem o apoio a não ser de si mesmo. A tecnologia digital é recente e ela evolui muito rapidamente. Se formos olhar no modelo de educação do magistério em pré-serviço que os atuais educadores tiveram anos atrás, identificaremos que as bases disciplinares e os conteúdos envolviam pouco ou quase nada de tecnologia digital, pouco se falava em habilidades que utilizavam tecnologias digitais.

Não obstante a isso, o cenário que se vislumbra em sala atesta esse fato, o aluno está ligeiramente a frente de muitos educadores em termos de manusear as tecnologias digitais. E se torna mais crítico, quando está restrito a instituição em um contexto de educação tradicional que muitas vezes, se limita e se submete a instituição que é gerida por conservadores, elites políticas corruptas, sociedades egoístas, patriarcais e que pouco se importam com a desigualdade social que assola o país.

É esperado ainda, que a posição de educador mudará de um processo centrado em si mesmo, de um papel mais conteudista e expositivo em espaços físicos, para um papel inovador que consistirá em habilidades e conhecimentos que permeiam o mundo tecnológico digital para apoiar os estudantes neste modelo de ensino centralizado em torno do estudante (Luckin et. Al., 2016). Diante deste cenário, em qual momento o Educador irá intervir neste modelo de ensino que opera de forma personalizada e centralizada em torno do estudante? Quais competências serão necessárias para capacitá-los neste modelo dentro do contexto tecnológico digital? Quais conhecimentos e saberes principalmente no que tange as tecnologias mais sofisticadas como as baseadas em técnicas de IA e como os Educadores devem estar envolvidos?

## Objetivos gerais

O foco central desta proposta é contribuir com potencial inovação na educação baseada no processo de formação continuada do educador, ao proporcionar uma plataforma cognitiva integrada à assistentes virtuais com mecanismos da computação cognitiva. Em nossa abordagem estamos interessados em objetivos multidimensionais na busca de aplicação prática e didática de técnicas inovadoras para a melhoria da qualidade no processo de ensino-aprendizagem dos Educadores, onde:

1. A construção de uma Plataforma Cognitiva para contribuir com a formação de Educadores ao associar as competências digitais do quadro DigCompEdu;
2. Prover um processo dentro da plataforma de Chatbot para que o Educador possa executar sua autoavaliação associado com as Competências Digitais, áreas e níveis de progressão;
3. Prover um processo dentro da plataforma de Chatbot para que o Educador tenha acesso ao conteúdo das áreas e como os níveis de progresso podem ser obtidos e como ele pode atingir no seu exercício profissional de sua rotina;
4. Prover metodologias e artefatos utilizados na construção da plataforma para serem replicados por demais pesquisadores a fim de promover o conhecimento destas plataformas de IA e Chatbots no Brasil.

### Objetivos específicos

Dentro dos objetivos gerais pela exploração inerente a cada objetivo de forma aprofundada, teremos alguns objetivos específicos que contribuirão com a compreensão das duas áreas envolvidas, IA e Educação. Será necessário abrir a Matriz de Competências do DigCompEdu de maneira a enxergar as relações existentes de Níveis de Proficiência nas Competências Digitais com as necessidades de práticas pedagógicas digitais, artefatos, ações, eventos, leituras que deverão ser sugeridos pela máquina. Assim sendo, temos os seguintes objetivos específicos

1. **Uma taxonomia de necessidades elementares de competências digitais baseada no DigCompEdu**

Mapear cada nível de progressão na escala do DigCompEdu de maneira a propiciar um modelo Taxônomico cuja relação dos elementos esteja a nível de progressão associados com artefatos pedagógicos de formação para uma dada competência, bem como, as necessidades para obtê-la. Assim conjuntos de elementos por nível de progressão será relacionado como parte das dimensões da taxonomia.

1. **Inteligência Artificial na Educação – Características, Oportunidades e Desafios de Chatbots na Educação - Estado da arte**

Como as Plataformas Cognitivas e a Inteligência Artificial têm sido aplicadas na Educação? A partir da pesquisa exploratória e do referencial teórico envolvido, identificar quais são as técnicas de IA que são possíveis de serem reutilizadas. Neste caso, consideraremos um estudo especialmente em Sistemas Adaptativos de Tutoria Inteligente, Chatbots, seguido pelos recursos e técnicas de IA que usam o Machine learning e o Deep Learning, como, Processamento de Linguagem Natural, Reconhecimento de Padrões em Textos, e como eles funcionam tecnicamente. Buscando na demonstração do funcionamento técnico, tendo um *overview* simples e direto de como os conceitos de se relacionam entre si; e em consequência, como estes elementos tecnológicos podem ser orquestrados para conceber Plataformas Cognitivas. Estes estudos tornarão a nossa prática metodológica um meio tangível.

1. **Modelo de Plataforma Cognitiva com Assistentes Virtuais**

Buscar aprender a relação existente entre os elementos tecnológicos que podem ser usados na construção de um Modelo a ser implementado como protótipo da plataforma para ser executada em um Servidor e que reunirá os elementos de apoio a execução dos Assistentes virtuais em *Smartphones*:

* Algoritmo de autoavaliação DigCompEdu Checkin
* Base de dados de competências digitais e níveis de progressão
* Implementação dos conectores de serviços de IA, bases de dados internas e externas;
* Algoritmos de mecanismos de detecção da fala e da interpretação de questões;
* Algoritmos de mecanismos e sistemas de recomendação de conteúdos;
* Algoritmos de mecanismos de Inteligência artificial como Machine Learning e Deep Learning para aferição sentimental, reconhecimento de padrões;
* Protótipo do Chatbot direcionado a orientação do professor com informações para melhorar o seu trabalho docente.

## Organização do Trabalho

# FUNDAMENTAÇÃO TÉORICA

## Aproximar a Inteligência Artificial da Educação

Na Educação, as técnicas de IA têm sido construídas baseadas no princípio de centralização, personalização do ensino em torno do indivíduo, sendo o ensino, portanto, mais flexível, adaptativo e que corresponda ao ritmo e a forma de aprendizagem de cada um (Luckin et. Al. 2016). A IA neste caso, seria fundamental na reformulação de processos que possam ser capturados pelos modelos de *Machine Learning* e assim na elaboração de novas tecnologias que promovam a aprendizagem contínua, a aprendizagem ao longo da vida (OECD, 2019).

Em 2019, um Grupo de Especialistas em IA elaborou uma definição do que seria a IA nos tempos atuais para a OECD e eles definiram como “um sistema baseado em máquina que pode, para um determinado conjunto de objetivos definidos pelo homem, fazer previsões, recomendações ou decisões que influenciam ambientes reais ou virtuais.” (OECD, 2020). Estes sistemas são projetados para operar com vários níveis de autonomia e as fases do ciclo de vida do sistema de IA desde a sua concepção é compreendida em: “1) planejamento e projeto, coleta e processamento de dados e construção e interpretação de modelos; 2) verificação e validação; 3) implantação; e 4) operação e monitoramento” (OECD, 2019).

No item 1), a interpretação de modelos está sujeita a busca de compreensão de como os processos humanos são realizados, identificando os padrões, as variáveis que podem ser representadas dentro dos algoritmos de *Machine Learning* (ML). O ML é uma das técnicas de IA mais promissoras envolvida nestas etapas definidas pela OECD, e é descrito como um conjunto de técnicas para permitir que as máquinas aprendam de maneira automatizada por meio de padrões e inferências, em vez de instruções explícitas de um ser humano. Por trás do ML está uma técnica conhecida como "redes neurais artificiais", que é acompanhada por um poder computacional crescente e a disponibilidade de conjuntos de dados massivos, também conhecidos como Big Data (OECD, 2019).

A partir desta definição, o princípio básico da IA dotada de algoritmos de Machine Learning com a aprendizagem automatizada é coletar o máximo de dados humanos e dos processos, processá-los, aprender com estes dados de maneira que possa assim, a máquina mimetizar, simular as ações e pensamentos humanos para permitir a automação de processos. Esta automatização ocorre de diferentes maneiras em diferentes aspectos e atualmente muitas destas automatizações, ocorre por meio de operações que são realizadas e são imperceptíveis a nós, que é uma das características destes sistemas, a ubiquidade (Southgate et. Al., 2019).

Assim, estes modelos podem contemplar diferentes formas pedagógicas, como também cada domínio pode estar associado a bases de conhecimentos distintas e por último, o modelo do estudante que são os modos que o estudante aprende, seus modos de engajamento, dados afetivos e cognitivos (Moser et. Al., 2020). Como cada modelo diz a máquina como ela deve operar, os modelos são as estruturas básicas, a representação de como um objetivo pode ser atingido, pelas quais contempla as formas, os métodos, as ações que devem ser executadas, é uma referência primordial para a máquina operar a IA dentro de um domínio específico.

Ao adotar a IA e dentro do seu conceito e princípio de automatização dos processos humanos no sentido de mimetizá-los, repetir a execução de nossas ações e pensamentos de forma prática mais eficientes em um dado contexto, os **modelos capturados de como a informação tem sua representação de conhecimentos do mundo rea**l, são digitalizados, estruturados e configurados dentro das aplicações de IA. Estes modelos são referências para o *Machine Learning* na Educação e buscam através de conteúdos pedagógicos, domínios de conhecimento e as diferentes maneiras que o indivíduo pode aprender e adaptar conteúdos ao seu ritmo de aprendizagem. De acordo com a Figura 5, podemos nos centralizar em ao menos três modelos que fazem parte do Machine Learning na Educação e são definidos por **modelos** como, **modelos pedagógico, de domínio e modelo do estudante** e pode ser visto em um modelo típico de um Sistema de Adaptativo baseado em Inteligência Artificial (Luckin et. Al, 2016).

A partir destes modelos devemos pensar em como utilizá-los para a reestruturação do sistema educacional no que tange inovações digitais que otimizam a Educação. Assim, contemplando os métodos, as ações, os processos de ensino e aprendizagem, os conteúdos pedagógicos, os meios de avaliações, tudo que representar estruturas de dados que estejam associados com eventos e que são processos educacionais devem ser representados nos modelos nas categorias adequadas, embora, algumas aplicações podem ter além destes três modelos, outros modelos também. Os processos, as bases pedagógicas e de conhecimento devem ser repensadas de maneira a ser configuradas dentro de contextos de aplicações de Tecnologias digitais baseadas em IA.

Existem estudos e alguns têm focado num tipo específico voltado para uma interface que possa ser facilmente construída e elaborada e de fácil instalação nos Smartphones e são os Chatbots. Alguns estudos aplicam o uso destes sistemas incorporadas em aplicações que consideram um modelo pedagógico e um modelo de domínio da informação, específico no contexto educacional. Estes estudos demonstraram boas evidências de sucesso ao implantar um Chatbot no setor de ensino à distância e em Cursos do tipo MOOCs. Estes estudos como de Goel (2016) e Winkler (2018), demostram evidências positivas da assistência do Chatbot ao estudante, como por exemplo, o aumento de engajamento do estudante, um baixo índice de evasão, o senso de fazer parte de uma comunidade aumentou e implicou positivamente na interação social e satisfação do estudante (Winkler, 2018, Guz et. Al., 2011; Goel, 2016).

O Chatbot uma vez incorporado com IA possibilita a simulação de conversas, ou da mimetização da comunicação humana, para realizar assistência em um domínio da informação com o intuito de resultar em uma solução parcial ou total de um problema (Goel, 2020). Apresenta-se como uma inovação importante porque permite interações comunicacionais mediadas por meio de texto ou voz entre homem e máquina. Diferente de aplicações comuns onde os algoritmos são pré-definidos e uma vez compilados, a aplicação gera um objeto executável no computador, enquanto o Chatbot assume roteiros interpretativos dinâmicos de operações para respostas às perguntas ou resolução de problemas (Zhou et. Al., 2019).

Como os algoritmos de Chatbots integrados a IA usam dos mesmos princípios e são associados por Redes Neurais Artificiais que usam dos conceitos da psicologia cognitiva, na neurociência, linguística, sociologia e antropologia, da computação e da educação, seu funcionamento também é baseado na retroalimentação contínua de dados, mas neste caso, perguntas em voz são transformadas em textos e são utilizadas para a busca de padrões em grandes bases de conhecimento (Shum et. Al., 2018). Outro fator importante, o Chatbot pode assumir avatares, personalidades, nomes semelhantes aos nomes humanos, uma Persona para ele é criado de maneira a ter uma representação antropomórfica virtual que ajude aos usuários a se identificarem e diminuírem a resistência às máquinas. Portanto, o Chatbot demonstra ser uma tecnologia flexível na construção dinâmica de algoritmos que envolvem técnicas de IA para estruturar roteiros de apoio ao ensino e aprendizagem. É, portanto, uma tecnologia inovadora baseada em mensagens e pode ser portável para dentro de cada Smartphone, estando dentro do Smartphone de cada indivíduo, a qualquer momento pode ser acionada, sendo acessível também a um amplo grupo de pessoas e podem ter suas abordagens portadas tanto para alunos quanto aos educadores.

Estudos que usam a adoção de Chatbots endereçam soluções que demostram Sistemas Adaptativos de Tutoria Inteligente contendo características e habilidades reconhecidas em um Tutor Humano, como oferecer feedback às atividades do estudante, enquanto valida seu progresso e obtém evidência de aprendizagem (Goel, 2016, Winkler, 2018). Em abordagens e modelos pedagógicos aplicam uma forma ou estilo de **Aprendizagem de maneira Adaptativa** que tem demonstrado como os processos de ensino e aprendizagem podem ser **personalizados** e **centralizados em torno do estudante** (Moser et. Al.,2020; Luckin et. Al., 2016).

Embora muitos estudos apliquem técnicas de Chatbots para os estudantes, pouco tem se buscado levar o entendimento de como estes sistemas operam aos Educadores, em termos de contribuição com a formação continuada no ensino de competências digitais principalmente sobre os aspectos de tecnologias digitais baseadas em técnicas de IA. Além disso, há uma resistência a IA dada principalmente pelo contrassenso de que tais tecnologias uma vez que se busca a mimetização de ações e do pensamento humano para substitui-lo em processos vitais dentro da sociedade. Este mesmo conceito sugere que Educadores poderiam ser substituídos por tais tecnologias, eliminando o papel tão importante do Educador e inserindo uma tecnologia com autonomia para executar seu papel.

Contudo, Luckin et. Al. (2016) menciona o conceito de **Inteligência Aumentada** no qualsugere que estamos caminhando para a busca de um estado de execução de processos em que o ser humano possa ser liberado de processos repetitivos, de tarefas que possam ser atribuídas a máquina e que por ela são executadas com precisão e rapidez. Assim, ainda é muito cedo para afirmar que a Inteligência Artificial em seu atual estágio criará máquinas tão inteligentes que possam executar processos tão complexos como os processos que estão intrinsecamente associados ao papel do Educador, seja em sala ou fora dela.

Diante mão, em muitos setores aos quais a IA tem sido aplicada demonstrou que ampliou a capacidade do ser humano em executar outros processos aos quais exigem um papel diferente, cujo este baseado no pensamento crítico, criativo e que usa dados processados pela IA que geram significados e insights e que exigem uma abordagem muito diferente de abordagens tradicionais para tomadas de decisão mais eficientes. Pela transformação que estamos presenciando isso certamente ocorrerá em todos os setores da sociedade, e é pela Educação que começa um domínio e controle do aparato tecnológico que está surgindo.

## As novas tecnologias inovadoras na Educação e a necessidade de um Perfil de Individuo Inovador

A UNESCO, OCDE e União Europeia afirmam que a inovação pode ser estimulada pela educação, por meio do desenvolvimento de competências que permitam o indivíduo gerar conhecimento de ruptura ou que culminem em inovações disruptivas (OECD, 2013; Unesco, 2010; Lee, 2013). É preciso amparar a Educação no sentido de produzir potencial de exploração de tecnologias digitais e que permitam principalmente renovar os processos de ensino e aprendizagem.

Esta nova abordagem de transformar o conhecimento que é obtido pelo uso e exploração de tecnologias digitais está associada ao desenvolvimento da capacidade do indivíduo em dotar-se de pensamento crítico, criativo e de imaginação. A OECD e a Organização dos Estados Ibero-americanos (OEI), a Partnership for 21st Century Learning (P21) e o National Research Council dos Estados para que a Educação desenvolva no indivíduo as chamadas habilidades do século XXI. Essas habilidades e competências também estão associadas com um cenário de evolução tecnológica contínua, exigindo adaptação às mudanças incluindo as mudanças que ocorrem na carreira ao longo da vida, portanto, o aprendizado passa a ser contínuo (*lifelong learning*) (UNESCO, 2010).

A aprendizagem por toda a vida tem seu fundamento dividido em quatro pilares (UNESCO, 2010): 1) aprender a conhecer, combinar uma cultura geral que possibilite estudar as formas, os modelos e os mecanismos cognitivos que estão relacionados a cada perfil de estudante; 2) aprender a fazer, adquirir a qualificação profissional mas aprender a atuar de forma abrangente em competências emocionais, promovendo um ambiente propicio de aprendizado contínuo e cooperativo; 3) aprender a conviver, desenvolver as percepções sentimentais da empatia, compreensão do outro e nos elementos e valores plurais da sociedade em busca da paz; 4) aprender a ser, desenvolver o melhor possível, estar em condições de agir com uma capacidade autônoma e responsabilidade pessoal. Assim, a centralização em torno das potencialidades de cada um deve considerar, memória, raciocínio, sentido estético, capacidades físicas, aptidão para comunicar-se.

Estes saberes obtidos pelos quatro pilares de forma a obter uma aprendizagem ao longo da vida, estaria associado as competências gerais, de modo a produzir indivíduos que consigam executar seu protagonismo dentro da sociedade em rede, de maneira a produzir conhecimentos de ruptura ou inovações. Assim, como é preciso dotar o sistema educacional a fomentar, promover indivíduos com perfis inovadores, com saberes obtidos por meio de uma aprendizagem contínua, a inovação é fundamental na Educação. As mudanças nos sistemas educacionais e pedagógicos requer que as instituições reexaminem e repensem em uma reestruturação nos moldes de inovações educacionais. Para a OECD, os índices requeridos de inovação educacional contemplam três dimensões: práticas instrucionais, uso de recursos educacionais e disponibilidade de recursos para o ensino. “As práticas educacionais estão relacionadas a cultura interna das instituições, mas também a formação, experiências e conduta do docente” (Garcia, 2018).

Garcia (2018), constata que estas teorias e documentos normativos afirmam que a sociedade em rede cria duas necessidades para a adaptação do indivíduo, sendo a gestão de sua vida pessoal e participação social como também na sua inserção ao mercado de trabalho. Para a execução do protagonismo em sociedade exige representação, identidade, domínio de tecnologias para realizar as tarefas de trabalho em rede. Assim, a emancipação como cidadão dentro dos espaços virtuais de vivência e comunicação exigem necessidades de aprendizagem que acompanhe a rápida evolução tecnológica e da vida digital em sociedade.

## Perfil do Indivíduo Inovador

De acordo com Borges & Fagundes (2016), indivíduos inovadores possuem diversas características: criatividade, raciocínio lógico, iniciativa, pró-atividade, persistência, abertura ao novo, autorregulação, capacidade de colaboração e multidisciplinaridade.

Para Himanen (2005) como atingimos um alto grau e expansão de desenvolvimento da tecnologia, mas temos ainda questões sociais mais abrangentes e que implicam na forma como trabalhamos, onde a criatividade e inovação só podem ser de fato desenvolvidas em todo seu potencial, se os indivíduos tiverem livre acesso à informação e liberdade de pensamento e expressão.

Como a busca por este perfil tende a ser a dinâmica de vários setores dentro da Sociedade em rede, fomenta se a inovação e o empreendedorismo como características chave que contribuem com o crescimento de uma economia (Garcia, 2018). Para o indivíduo ter meios de competição justa dentro de posições e oportunidades na Sociedade em rede, ele deve explorar os caminhos de como se tornar um indivíduo inovador a partir da criatividade e a imaginação.

Bates (2016) cita como a natureza mutável do trabalho na sociedade em rede onde o conhecimento é cada vez mais importante para o desenvolvimento econômico e sobretudo na criação de emprego. Ele define o profissional na Era digital como Trabalhadores do conhecimento, estes trabalhadores passam a ter potencial para criarem seus próprios trabalhos, iniciando empresas para fornecer novos serviços ou produtos inovadores. A partir de uma perspectiva de ensino, o maior impacto passa a ser em professores e estudantes de áreas técnicas e profissionais, em que o componente de conhecimento de habilidades, sobretudo manuais digitais, tem se expandido rapidamente. Estes trabalhadores tendem também a serem solucionadores de problemas, especialistas em TI e cada vez mais pessoas constroem negócios independentes, além de habilidades manuais associadas à sua profissão.

Como a consequência do crescimento do trabalho baseado no conhecimento gerará alta competividade, mais trabalhadores cada vez mais qualificados serão necessários. Bates (2016) cita um conjunto de características comuns nos trabalhadores do conhecimento na era digital, aqui resumidamente: a) geralmente trabalham em pequenas empresas; b) são proprietários do seu próprio negócio, criaram seu trabalho a partir de algo inovador concebido a partir de uma necessidade observada dentro da sociedade; c) trabalham muitas vezes em contrato ou por conta própria, então se movem e se adaptam em posições com bastante frequência; d) tendem a ser mais adaptáveis já que a natureza do seu trabalho tende a mudar com o tempo em resposta a evolução tecnológica contínua, sempre buscam novas competências; e) são digitalmente inteligentes ou ao menos competentes digitalmente; a tecnologia digital é o componente-chave do seu trabalho; f) desempenham muitos papeis para o controle de seu próprio negócio; g) dependem dos elementos sociais da sociedade em rede, como redes sociais, meios de comunicação de maneira a propiciar um ambiente adequado para entenderem melhor seus negócios e manter-se atualizados; h) buscam conhecimento de forma contínua, por isso, sabem gerir o conhecimento de forma prática e objetiva; e por último i) são flexíveis e adaptam as condições rápidas de mudanças à sua volta.

## Perfil do Educador Inovador

Para que possa ser desenvolvido nos professores o Perfil do Educador Inovador, sua atuação passa pelo domínio de um conjunto de habilidades e competências, elencadas para os indivíduos do século XXI, porém dentro do setor Educacional.

Um dos grandes desafios atuais aos Educadores é a falta de capacidade ou o medo de inovar. O papel dos educadores desta geração é voltado para um conjunto de processos pedagógicos de transmissão do conhecimento de um conteúdo em formato expositivo, tendo um método mais conteudista, muito limitado pelas expectativas do que a sociedade em rede demanda em oportunidades. Como os conteúdos são na maioria das vezes desalinhados com o que as demandas de trabalho, as expectativas dos estudantes, estes se tornam frustradas por incapacitá-los como agentes de inovação. Para a modificação do contexto, tanto físico quanto virtual de ensino, não basta modificações na infraestrutura e apoio da escola, crenças, práticas e formação docentes são cruciais (Rikala et. Al., 2014).

Em sua tese, Garcia (2018) sintetiza um conjunto de características que compõem dimensões de competências gerais que um professor inovador pode apresentar:

* ***Criatividade e inovação****: capacidade de avançar além do ensino conteudista tradicional, experimentando novas soluções, assumindo riscos, dentro da aprendizagem ativa, proporcionando experiências enriquecedoras em sala de aula aprimorando o processo de ensino e aprendizagem;*
* ***Autonomia e constante aprendizado (longlife learning)****: para aumentar seu arcabouço de recursos intelectuais e experienciais para solução de problemas e criação de alternativas ao ensino tradicional, desenvolve-se a capacidade de aprender a aprender, numa perspectiva multidisciplinar e a constante busca pela atualização, baseada em permanente autoavaliação;*
* ***Domínio das tecnologias****: inserido na sociedade em rede e da informação, a plena execução de a) e b) só é possível através do domínio das ferramentas digitais, para a comunicação e colaboração entre seus pares e alunos e o aprendizado contínuo sobre as tecnologias e novas metodologias pedagógicas, utilizando-se do acesso ao repositório de informações e que existem na rede.*

Para Garcia (2018) essas três dimensões contendo subcategorias de competências devem ser promovidas de maneira geral para um Professor inovador. A Figura 2 retrata como estas dimensões são associadas. Ele ressalta:

*“Temos a educação inovadora, produto do docente inovador, sustentado pela criatividade e aprendizagem constante. Tais elementos são potencializados e retroalimentados pela competência digital” (Garcia, 2018).*

Figura 2 - Quadro de competências do Professor Inovador



**Fonte: Garcia, 2018**

Baseado nos estudos de Garcia (2018), podemos considerar competências em seu termo e uso analítico de maneira a contribuir no sentido de especificar características e qualidades apresentadas por professores inovadores. A competência sendo um termo difícil de ser definido pois depende da área do conhecimento pode ser caracterizada de modo diferente. Contudo, podemos compreender a partir de um enfoque de mobilização de conhecimentos prévios tendo neste processo como um momento de construção de conhecimento mediante integração de saberes (Souza, 2004 aput Garcia, 2018). “Os saberes seriam como referenciais para a ação, representando a tomada e distância, incitações reflexivas, relacionamentos que permitiriam a criação de um vínculo entre experiências diferenciadas e relacionadas com o contexto social” (Garcia, 2018).

O conceito de competência pode ser definido “como uma habilidade de agir mais eficientemente em um determinado tipo de situação, capacidade que é baseada no conhecimento, mas não limitado a ele” (Perrenoud, 1999, p.7). Piaget e Chomsky pelas teorias generativas, as competências mantêm a distinção entre competência e performance, sendo performance um comportamento contingente do sistema cognitivo, assim, não é possível medir e modelar competências por meio de sistemas quantitativos, mas sim de modo empírico, estudos de caso e estudos construídos com bases qualitativas. Assim, para obter a compreensão em um indivíduo de suas competências, exige a diferença entre competência e performance, sendo a competência a habilidade e os traços, características da personalidade, enquanto performance a capacidade de execução de tarefas. Por isso, as teorias que defendem competências voltadas ao mercado igualam as competências em execução de forma pragmática de medir e indexar capacidades práticas dos indivíduos (Garcia, 2018).

Por este mesmo caminho sintetizado por Garcia, converge-se à Teoria do CHA proposta por Behar (2019) onde consiste em três categorias, conhecimentos, habilidades e atitudes, tendo em síntese as três definições como: saber (conhecimento), saber-fazer (habilidades) e ser (atitudes). Conhecimento neste caso seria o resultado da assimilação da informação por meio do aprendizado que é composto pelo corpo dos fatos, princípios, teorias e práticas que estão inseridas dentro do campo de trabalho e estudo, podendo ser teórica ou factual. Enquanto as habilidades é a capacidade de usar e aplicar o conhecimento obtido para a resolução de problemas, sendo, portanto, um processo de ao usar e aplicar, cognitivo e ao mesmo tempo prático. Por fim, as atitudes são os motivadores de performance que estruturam a base para uma performance continuada e competente pela qual o indivíduo exerce ética, valores, prioridades, responsabilidade e autonomia.

Para Bates (2016) onde trata de competências no sentido de buscar competências que estejam associadas ao papel do profissional Educador, onde afirma: “a maioria dos professores é bem treinada em conteúdo e possui compreensão em suas áreas aos quais transmitem seus conteúdos, contudo as experiências no desenvolvimento de competências é uma outra questão que envolve as necessidades dos trabalhadores baseados no conhecimento e neste caso, a ênfase é dada no desenvolvimento de competências curriculares para uma sociedade do conhecimento o que inclui a partir da adaptação de uma Conferência no Canada (2014) e sã, ele lista um quadro de competências, sendo:

1. Habilidades de comunicação: inclui habilidades de comunicação em mídias sociais, como as tradicionais, ler, falar e escrever de forma coerente e clara bem como comunicação por meio de pequenos vídeos como no Youtube que capturam a demonstração de um processo;
2. Capacidade de aprender de forma independente: assumir responsabilidade por planejamento do que é necessário saber, bem como, onde é possível encontrar conhecimento do objeto a ser aprendido. Como a base de conhecimento é mutável, exige-se que o processo de aprendizagem seja contínuo;
3. Ética e responsabilidade: estimular a confiança ao utilizar as mídias sociais na construção durante a relação dos próprios objetivos;
4. Trabalho em equipe e flexibilidade: como a aprendizagem vai envolver trabalhadores do conhecimento de forma independente ou em pequenas empresas, dependem fortemente da colaboração e do compartilhamento de conhecimentos entre pessoas e organizações, mas de forma independente. A colaboração do trabalho exigirá flexibilidade devido aos próprios meios que ela ocorre, virtualmente, a distância entre clientes, colegas e parceiros;
5. Habilidades de pensamento: aqui ele destaca pensamento crítico, resolução de problemas, criatividade, originalidade e elaboração de estratégias;
6. Competências digitais: Um ensino que tanto faz uso de tecnologia nas atividades como principal o incorpora ao domínio do conhecimento que a atividade e ensinar-aprender ocorre;
7. Gestão do conhecimento: como as bases de conhecimento evoluem rapidamente, as bases de conhecimentos tendem a ser dinâmicas, tornando-as obsoletas, como a informação tende a ser amplamente disseminada, a gestão do conhecimento passa a ser uma habilidade fundamental como saber encontrar, avaliar, analisar, aplicar e divulgar informações em um contexto particular.

No que tange a f) competência digital embora seja resumido por Bates e embora em um exemplo contendo um significado mais utilitarista de agregar exatamente habilidade no sentido de saber-fazer, envolvendo uma questão prática, ele chega a citar exemplo de como tais competências digitais serão efetivamente construídas em atividades também práticas de experimentação: “agentes imobiliários sabendo como usar sistemas de informação geográfica para identificar as tendências de vendas e preços em diferentes localizações. Neste caso, o uso da tecnologia digital está estritamente integrado e avaliado na base de conhecimento na área que o indivíduo obtém competências.

## Competências Digitais

Como estamos no limiar de grandes transformações da sociedade e ela já está intrinsecamente associada a muitas inovações tecnológicas digitais que começaram no início deste século XXI. Muitas destas inovações teceram uma camada sólida, uma base para que outras pudessem surgir também, como a do Smartphone com um sistema operacional padronizado. Assim como a dos buscadores na internet, do acesso à vídeos, como *streaming* de vídeos, comunicadores instantâneos que permitem comunicação o tempo todo e redes sociais. Estas inovações são exemplos que causaram rupturas e mudaram a forma como nos relacionamos, nos permitindo comunicar mais, sem considerar tempo e espaço (Christensen, 2013). Dentro deste contexto, novas tecnologias têm surgido dentro desta evolução tecnológica, mas não sabemos como podemos explorar ao que temos em mãos para extrair seu potencial e isso infelizmente ainda pouco é inserido nos currículos escolares e tão pouco fez parte dos currículos de professores que estão atuando no momento.

Segundo Garcia (2018) a competência digital é obrigatória para o aprendizado ao longo da vida, bem como, para auxiliar em inovações. É necessário indivíduos competentes digitalmente, que saibam operar as ferramentas digitais como suporte aos seus objetivos dentro de sua rotina. Como exemplo, saber efetuar uma busca em um buscador, filtrar os dados, analisar dados, compor planilhas de dados que sintetizem informações coletadas, classificadas, trabalhar, comunicar e colaborar online por meio das ferramentas, avaliar ferramentas digitais como suporte para análise de grandes volumes de informação, usando um pensamento crítico e analítico para decisões como também, compreender as funções dentro destas ferramentas e como elas se encaixam no dia a dia das atividades (Ontario, 2016). Percebe-se que dentro deste contexto digital, a competência digital é um conjunto de habilidades tanto técnicas, como também habilidades cognitivas além de estarem envolvidas em processos que exigem investigação, comunicação, colaboração, criatividade e inovação.

Contudo, a tecnologia não é necessariamente o fim, e é por ela que se constrói novos conhecimentos, sendo, portanto, mediadora nas ações que temos em sociedade. Essencialmente, esta é a característica transversal da tecnologia que permeia os aspectos sociais ao qual estamos envolvidos. Essa característica transversal confere a ela um conhecimento que não pode ser puramente técnico do uso e domínio da ferramenta, mas sim, “a capacidade de investigar, coligir e processar informação e usá-la de maneira crítica e sistemática, avaliando a pertinência e distinguindo o real do virtual, mas reconhecendo as ligações. Os indivíduos precisam então desenvolver capacidades de utilizar as ferramentas para produzir, apresentar e compreender informações complexas, e de acessar, pesquisar e usar serviços baseados na rede. Além disso, é preciso uma ética colaborativa para participar de comunidades virtuais para fins sociais ou profissionais” (Garcia, 2018).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) captura essa transversalidade das tecnologias digitais de maneira a facilitar a construção do conhecimento nos alunos. Nas suas definições de Competências gerais da educação determina no item Competência Geral 5, página 9 diz: “Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.” (Brasil, 2018).

Em resumo, as Competências Digitais estão ligadas ao domínio tecnológico, mobilizando um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes (CHA) com o objetivo de solucionar ou resolver problemas em meios digitais. Cabe ressaltar a vinculação de conjuntos de competências digitais a contextos específicos onde se exige perfil de sujeitos com diferentes competências digitais (Behar et. Al., 2019).

## Matriz de Competências Digitais

Na Europa em 2005, o termo *Digital Competence* surge no relatório de Competências-chave para a educação e formação ao longo da vida, do parlamento Europeu em conjunto com a Comissão Europeia de cultura e educação. Assim, novos estudos são realizados influenciando o debate sobre o desenvolvimento do conjunto de competências profissionais e pedagógicas.

Dentro destes esforços das pesquisas na União Europeia a investigação partiu do Joint Research Centre (JRC) sobre *Learning and Skills for Digital Era* e teve início em 2005 com o objetivo de fornecer apoio político com base em evidências à Comissão Europeia e aos estados membros para aproveitar o potencial das tecnologias digitais para inovar práticas de educação e formação, melhorar o acesso à aprendizagem ao longo da vida e lidar com o aparecimento de novas competências (digitais) necessárias para o emprego, desenvolvimento pessoal e inclusão social. Foram realizados mais de 20 grandes estudos sobre essas questões, dos quais resultaram mais de 120 publicações diferentes. Esses esforços de pesquisa permitiu o desenvolvimento de Quadros de Competência Digital para Cidadãos (DigComp), para Organizações Educativas (DigCompOrg), Consumidores (DigCompConsumers), bem como para os Educadores, o Quadro de Competência Digital para **Educadores**, o **DigCompEdu**.

O DigCompEdu “responde à consciencialização crescente entre muitos estados membros europeus que os educadores precisam de um conjunto de competências digitais específicas para a sua profissão de modo a serem capazes de aproveitar o potencial das tecnologias digitais para melhorar e inovar a educação.” (Lucas, 2018). Portanto, o DigCompEdu é uma importante **Matriz de Competências** bem fundamentada e contextualizada com o momento atual e que fora criada a partir de uma investigação minuciosa e que pode desempenhar um papel importante de orientação

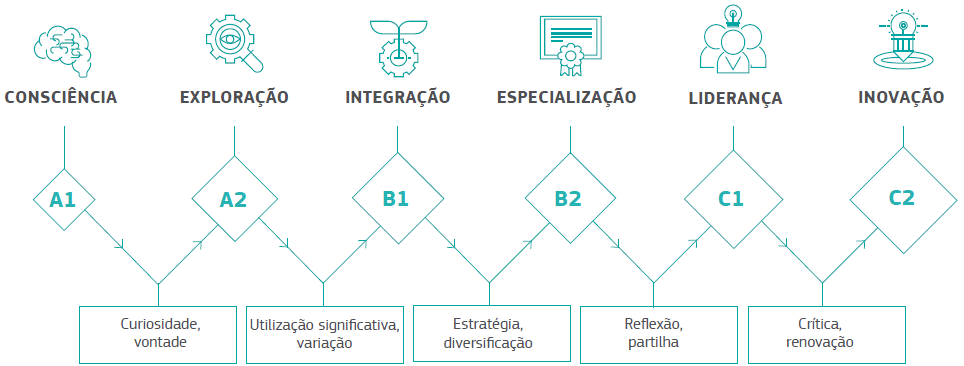
Figura 3 - Quadro DigCompEdu

**Fonte: (Lucas, 2018)**

O Quadro DigCompEdu visa capturar e descrever sua matriz a partir de um conjunto de competências digitais específicas, propondo 22 competências elementares, organizadas em 6 áreas (Figura 3): a Área 1 dirige-se ao ambiente profissional num sentido lato, ou seja, ao uso de tecnologias digitais por parte dos educadores em interações profissionais com colegas, aprendentes, encarregados de educação e outras partes interessadas, para o seu próprio desenvolvimento profissional e para o bem coletivo da instituição; a Área 2 centra-se nas competências necessárias para usar, criar e partilhar recursos digitais para a aprendizagem, de forma efetiva e responsável; a Área 3 é dedicada à gestão e orquestração da utilização de tecnologias digitais no ensino e aprendizagem; a Área 4 aborda o uso de estratégias digitais para melhorar a avaliação; a Área 5 concentra se no potencial das tecnologias digitais para estratégias de ensino e aprendizagem centradas no aprendente; e a Área 6 detalha as competências pedagógicas específicas necessárias para promover a competência digital dos aprendentes. Para cada competência são fornecidos um título e uma breve descrição, que servem como o principal ponto de referência (Tabela 7, p. 24 de Lucas, 2018).

O Quadro também propõe um modelo de progressão para ajudar os educadores a avaliarem e desenvolverem a sua competência digital como pode ser observado na Figura 4. Este quadro descreve seis níveis diferentes, através dos quais a competência digital geralmente se desenvolve, de modo a ajudá-los a identificarem e decidirem sobre os passos específicos a tomar para melhorarem a sua competência relativamente ao nível em que se encontram. Nos dois primeiros níveis, Recém-chegado (A1) e Explorador (A2), os educadores assimilam nova informação e desenvolvem práticas digitais básicas; nos dois níveis seguintes, Integrador (B1) e Especialista (B2), aplicam, ampliam e estruturam as suas práticas digitais; nos níveis mais elevados, Líder (C1) e Pioneiro (C2), partilham/legam o seu conhecimento, criticam a prática existente e desenvolvem novas práticas.

Figura 4 - Modelo de progressão com seus 6 níveis de progressão

**Fonte: (Lucas, 2018)**

A progressão dos níveis de proficiência é cumulativa para todas as competências, no sentido em que cada descritor de nível superior inclui todos os descritores de nível inferior. Por exemplo, ser um Especialista (B2) significa poder subscrever todas as declarações dos níveis A2 a B2, mas não as dos níveis C1 e C2. O nível de Recém-chegado (A1) é maioritariamente descrito pela ausência de certas competências (p. ex. conhecimento ou atitudes) presentes nos níveis A2 ou superiores. Assim, os Exploradores (A2) são aqueles que superaram as preocupações ou dúvidas presentes no nível de Recém-chegado (A1). Aplica-se uma progressão específica para cada competência, dependendo das características da competência em questão e da maneira como tipicamente evolui até que um nível mais avançado de proficiência seja alcançado. No entanto, algumas palavras-chave são comuns ao mesmo nível de proficiência das competências de uma área.

Estes documentos visam orientar os profissionais da Educação, especialmente os educadores em sua formação ao uso e apropriação de Tecnologias Digitais de forma pedagógica e como exercício profissional.

## Resumo do capítulo

# ESTADO DA ARTE

## Inteligência Artificial aplicada à Educação e Chatbots

Com a transformação da sociedade em moldes industriais para uma sociedade digital, novas e sofisticadas tecnologias digitais têm surgido na educação. Muitas tecnologias têm demonstrado potencial de transformação e inovação na educação, como por exemplo, as tecnologias digitais que são baseadas em Inteligência Artificial (IA). As técnicas de IA na educação ou IAEd têm sido aplicadas seguindo uma mesma lógica de mercado utilizada em aplicativos de redes sociais, streaming de vídeos que estão presentes dentro do Smartphone e fazem parte da rotina do usuário (Luckin et. Al., 2016). Os algoritmos de IA que estão associados a estes aplicativos capturam a rotina digital e ao fazê-lo, conseguem mimetizar suas ações, de modo que, estas informações obtidas são como entradas para um processamento lógico computacional que leva a compreensão de como o usuário interage em sua rotina dentro destes aplicativos. Ao compreender como o usuário consome os conteúdos, a própria IA cumpre o papel de prover recomendações, uma centralização e personalização dos conteúdos em torno do que o usuário tem maior interesse. Assim, estes algoritmos de IA executam estratégias para manter o usuário por mais tempo consumindo conteúdos oferecidos dentro destes aplicativos (Ahmad et. Al., 2020).

No atual contexto educacional, este mesmo conceito destes algoritmos de IA de centralização de conteúdos em torno do indivíduo se demonstra oportuno, já que se pretende que o estudante seja o centro de sua própria aprendizagem. Neste caso, os conteúdos utilizados por estes algoritmos de IA supostamente seriam as próprias experiências e interesses do estudante que são peças fundamentais para que ele possa tirar proveito de diferentes estilos de aprendizagem mais adequados às suas habilidades cognitivas num contexto digital (Latham et. Al., 2012). Neste caso, o enfoque dos algoritmos de Aprendizagem de Máquina é composto e representado pela execução dos processos de ensino e aprendizagem, resultando em conteúdos direcionados pela IA em torno do estudante, buscando uma melhora na experiência de aprendizagem, tendo um ensino mais flexível, adaptativo e que corresponda ao ritmo e a forma de aprendizagem de cada um (Luckin et. Al. 2016; Carruana et. Al, 2019; Latham et. Al., 2012).

Especificamente em aplicações de IAEd, algumas técnicas propícias para a execução deste conceito de centralização de ensino em torno do estudante são relatadas como uma interface comunicacional por meio de Agentes virtuais comunicacionais, ou Agentes pedagógicos virtuais, Sistemas Adaptativos de Tutoria Inteligente (STI) ou chatbots (Latham, et. Al. 2012; Gulz, 2011; Goel, 2016). O chatbot pode ser associado com um tipo de sistema voltado para uma interface que possa auxiliar o estudante. Esta interface fornece acesso à bases de conhecimentos estáticas, dinâmicas e multidisciplinares. Estes chatbots, por serem aplicativos comunicacionais portáveis, são executados a partir do Smartphones e podem ser usados em diferentes contextos educacionais e acessados por meio de comandos de voz, texto ou chat (Gulz et. al. 2011; Kerly et. Al., 2006; Goel, 2016).

Um chatbot pode auxiliar o estudante em vários contextos educacionais, desde cursos extracurriculares e de idiomas, como no ensino básico ao superior e na pós-gradução. Contudo, estudos recentes demonstraram boas evidências em um contexto de Ensino Superior a partir da Educação a Distância, particularmente em cursos do tipo MOOCs. Dentro desta vertente de ensino, o envolvimento dos estudantes com o chatbot, permitiu evidenciar um aumento de engajamento, um baixo índice de evasão, o senso de fazer parte de uma comunidade aumentou e implicou positivamente na interação social e satisfação do estudante (Kuyven et. Al, 2018; Winkler, 2018; Gulz, 2011 e Goel, 2016).

Embora haja evidências muito positivas e promissoras de como estes chatbots têm sido utilizados na educação, carecem de estudos que permitam identificar como estes sistemas funcionam e como eles podem ser apropriados na educação seja por um professor, por estudantes ou pelas próprias instituições que pretendem usá-los como meios de inovar no ensino. Atualmente, a disseminação do conhecimento digital e com a propagação de interfaces para explorar recursos e técnicas de IA tem sido acessíveis e há muitos modos de construir chatbots e de maneiras diversas, das mais simples e sofisticadas incluindo as mais complexas.

No que tange o modo de reconhecimento das entradas, via texto, voz, usando técnicas computacionais de vários modos. Nos estudos recentes, as abordagens que têm sido mais inovadoras são as baseadas na associação entre chatbots e técnicas de IA. Os algoritmos de Aprendizado de Máquina (i.e. do inglês, *Machine Learning*) é uma das técnicas de IA mais promissoras e é descrito como um conjunto de técnicas para permitir que as máquinas aprendam de maneira automatizada por meio de padrões e inferências, em vez de instruções explícitas de um ser humano. Por trás do ML está uma técnica conhecida como "redes neurais artificiais", que é acompanhada por um poder computacional crescente e a disponibilidade de conjuntos de dados massivos, também conhecidos como Big Data (OECD, 2019).

Os algoritmos de ML são utilizados dentro da arquitetura computacional do chatbot para prover reconhecimento de voz e texto, sugerir conteúdos de aprendizagem, sugerir respostas às perguntas do estudante, evidenciar se o estudante aprendeu de fato. Para isso, usam uma representação de dados baseados em modelos do mundo real e são modelos utilizados dentro de um escopo técnico computacional dos próprios algoritmos de ML. Na educação, o ML é composto pelos modelos: pedagógico (ex. Perguntas e Respostas), o modelo de domínio, que representa o domínio da informação no contexto educacional, como por exemplo, bases de dados de conteúdos sobre uma determinada disciplina (Winkler, 2018; Gulz, 2011; Goel, 2016); por último, o modelo do estudante, que determina as possibilidades de sugestões, como também o ritmo do aprendizado e como o estudante reage com feedbacks sobre a forma como o chatbot responde a suas ações, o seu comportamento e seus estilos de aprendizagem (Latham et. Al., 2012; Luckin, et. Al, 2016).

Nosso particular foco tem sido uma busca em promover estas tecnologias digitais, de modo que um público-alvo constituído por professores de vários níveis, pudessem adotar tais tecnologias digitais como meios de empoderamento e inovação para criação de ferramentas pedagógicas, e no uso e adoção associados com novas metodologias de ensino. Neste trabalho, buscamos compreender e trazer os conceitos técnicos de uma perspectiva facilitadora, criando uma ponte entre os professores e essas tecnologias, mas de um modo mais prático e ligeiramente técnico para diminuir a resistência de profissionais da educação a estes conceitos tecnológicos digitais.

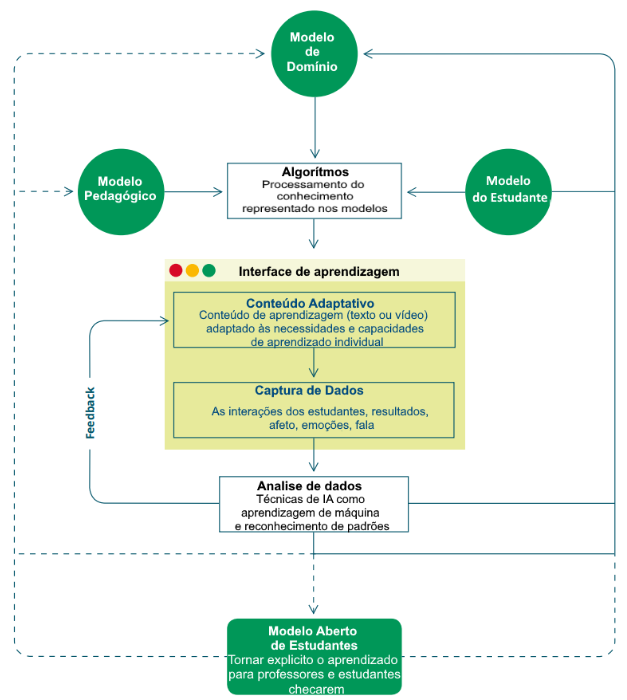
Assim, este estudo realizou uma avaliação via referencial teórico composto de 17 diferentes chatbots aplicados em contextos variados, sendo 10 chatbots em contextos educativos e 7 em contextos de mercado. Estes estudos nos conduziram a duas etapas: 1) identificar um modelo de chatbot como referencial considerando uma linha de tempo mercadológica em paralelo com estudos sobre chatbots na educação; deste modo, a segunda etapa, 2) permitiu compreender em um paralelo de mercado com o que se tem na educação, quais são as principais características, oportunidades e desafios que a educação pode vislumbrar ao apropriar-se e adotar estes recursos tecnológicos.

O estudo está organizado do seguinte modo: primeiramente levantamos algumas premissas e pressupostos de como estes recursos tecnológicos têm sido adotados na educação. Em seguida, descrevemos a metodologia de nossa pesquisa e relatamos alguns trabalhos relacionados que tem foco semelhante ao qual pretendemos. Como execução da metodologia, os achados identificados de cada estudo coletado em um detalhado referencial teórico. Apresentamos os resultados obtidos incluindo um template genérico dimensionando como um chatbot na educação poderia ser constituído. Por fim, uma discussão sobre os achados e nossas considerações finais.

## Chatbots na Educação

Em uma perspectiva técnica, os chatbots são sistemas de automação de conversas que simulam diálogos em linguagem natural entre o homem e a máquina (Rouse, 2017). chatbots podem ser como assistentes virtuais, encapsulados em Sistemas de Tutoria Inteligente, Agentes Conversacionais ou Agentes Pedagógicos que auxiliam em atividades de vários tipos e que estão dentro de um domínio da informação de algum setor em específico (Gulz, 2011; Goel, 2016; Kerly et. Al., 2006; Southgate et. Al. 2019). Devido ao chatbot ser uma aplicação, um software com uma interface comunicacional, ele pode ser portado para dentro do Smartphone e pode ser útil na execução de processos de ensino-aprendizagem que estão associados com o *Mobile Learning*, principalmente no ensino individualizado, à distância em assistência à professores e alunos.

Figura 6 - Modelo típico de um Sistema Adaptativo de Tutoria Inteligente



Fonte: (Traduzido de Luckin et. Al. 2016)

No caso de aplicações de chatbot como IAEd, exploram os modelos pedagógicos, de domínio e o modelo do estudante (Luckin, et. Al., 2016). A partir desses três modelos, é possível separar as variáveis e padrões que serão reconhecidas dentro dos algoritmos de ML. A Figura 6 apresenta um modelo típico de Sistema de Tutoria Inteligente que pode ser encapsulado em formato de chatbot (KERLY; HALL; BULL, 2007; LUCKIN et al., 2016). Na Figura 6, os modelos estão associados com os algoritmos que são executados por meio de interfaces de aprendizagem e que contêm módulos de processamento e captura de dados para a adaptação de um conteúdo ao estudante, a incorporação de técnicas de IA, a análise de dados e o fluxo da informação. O modelo do estudante representado na Figura 6, é um modelo aberto o que permite uma transparência dos dados obtidos do Sistema sobre o estudante e assim permite aos envolvidos (aluno e professor) se orientar sobre qual o melhor caminho a ser traçado para ampliar as formas de aprendizagem do estudante (Luckin et. Al., 2016). Dentro do conceito de Modelo Aberto do estudante, ao menos dois tipos de informações são representadas, 1) as informações relacionados a capacidade cognitiva do estudante e determinar o ritmo de adaptação de conteúdos ao seu aprendizado e feedbacks; 2) as informações relacionadas a capacidade de feedback emocional/afetiva do estudante, como características comportamentais que refletem como o chatbot deve abordar o estudante para aprimorar o engajamento (Moser et. Al., 2020).

Na Arquitetura Computacional, diferente de tecnologias digitais tradicionais onde há uma adaptação de menus e interfaces gráficas de acordo com o estilo de aprendizagem do aluno, as técnicas de IA são incorporadas ao chatbot, e são exploradas técnicas de Processamento Natural da Linguagem (i.e. do inglês *Natural Language Processing*) como entrada de dados pela voz ou texto. Este modo de operar estes sistemas através da linguagem natural, permite o uso de conversação em formato familiar na qual aperfeiçoa a confiança e motivação do estudante, levando-o a uma melhor experiência de aprendizagem (Latham, et. Al, 2012). A máquina obtém a partir da conversa com o estudante, dicas de como aperfeiçoar e adaptar o processo de aprendizagem dinamicamente.

Outros recursos tecnológicos podem ser adicionados ao chatbot como, a Visão Computacional que permite a partir da câmera obter informações sobre o contexto, a face do estudante, oferecer sugestões para algum objeto ou ambiente e a busca de padrões textuais em grandes massas de dados para inferir respostas às perguntas. Existem muitas outras técnicas de IA e que podem ser combinadas e usadas dentro da arquitetura computacional da plataforma de chatbots para prover cada vez mais riqueza na captura e coleta de dados, como também prover novas formas de saídas de dados e como estas saídas de dados podem resultar em abordagens que melhoram a experiência de aprendizagem no estudante (Goel, 2016; Gulz, 2011; Winkler & Sollner, 2018).

Embora existam muitas técnicas de IA para chatbot, muitos estudos exploram o potencial para construção de aplicações que permitem interações comunicacionais mediadas por meio de texto ou voz entre homem e máquina e que muitas destas aplicações usam como base ou seu núcleo de funcionamento, o Processamento natural da linguagem e técnicas de sintetização de voz em texto e vice-versa (i.e. do inglês *Speech-To-Text, Tex-To-Speech*) (Shum, et. Al, 2018).

Outro fator importante, o chatbot pode assumir avatares, personalidades, nomes semelhantes aos nomes humanos. Neste caso, uma Persona para ele é criado de maneira a ter uma representação antropomórfica virtual com possibilidade de afetividade e empatia para permitir o engajamento natural com os estudantes. De modo que esta persona reflita em uma espécie de identificação dos usuários para com a máquina, diminuindo a resistência ao uso destas e assim, possa ampliar a ajuda e assistência aos usuários. A preocupação é em torno da capacidade de engajamento do estudante, para isso eles devem ser envolventes, úteis e valiosos ao ensino e aprendizagem. Para isso, eles são projetados para capturar as preocupações emocionais, cognitivas e socioeducativas dos estudantes (Gulz, et. al, 2011).

As premissas destes recursos digitais como os chatbots na educação são bastante promissoras e muito dos estudos destacam capacidades pouco práticas até então realizados por estas tecnologias digitais, como: possuem um formato de Sistemas Adaptativos de Tutoria Inteligente e possuem também, características e habilidades reconhecidas em um Tutor Humano, como oferecer feedback às atividades do estudante, enquanto valida seu progresso e obtém evidência de aprendizagem (Goel, 2016, Winkler, 2018). As premissas de abordagens e modelos pedagógicos inseridos dentro destes recursos é a de que eles aplicam uma forma ou estilo de aprendizagem de maneira adaptativa que tem demonstrado como os processos de ensino e aprendizagem podem ser personalizados e centralizados em torno do estudante (Moser et. Al., 2020; Luckin et. Al., 2016).

## Metodologia do Estado da Arte

Entendemos que estas tecnologias digitais têm sido fortemente exploradas por companhias de mercado com baixo endereçamento de soluções para os desafios na educação. Primeiramente, o chatbot é um conceito que tem sido para o mercado como um meio inovador de tornar a linguagem natural um modo de operar estas tecnologias para compor automatização dos processos operacionais. Ao mesmo tempo que usam se dados coletados dos usuários e processamento desses dados utilizando técnicas de IA para posteriormente, recomendar conteúdos, conhecimentos e informações relevantes aos usuários e consumidores de informação em formato de canais abertos de comunicação direta. Portanto, nosso trabalho é explorar como estes chatbots têm sido desenvolvidos e explorados ao longo dos anos e como estes recursos de IA estiveram associados a este conceito em uma linha temporal. A partir deste ponto, buscar por meio de uma pesquisa baseada no método dedutivo, a partir de uma Pesquisa Qualitativa Exploratória usando opções metodológicas baseadas em uma significativa diversidade de estratégias de coleta de estudos, privilegiando como estes chatbots têm sido apropriados na educação nos últimos anos.

## Trabalhos relacionados

O trabalho de Ahmad et. Al. (2020) explora as oportunidades e desafios da Inteligência Artificial na educação em um panorama onde revisita estudos e apresenta algumas técnicas de IA que podem ser aproveitadas na educação, destacando as ferramentas e plataformas, uma análise bibliométrica e algumas armadilhas e imprevistos que a IA pode propiciar aos professores e estudantes. No que tange chatbots o estudo limita-se as técnicas de IA para sistemas de recomendação na educação e não possui enfoque em chatbots, o que dificulta entender quais são os desafios e oportunidades específicos quando envolvidos com esta plataforma.

O estudo de Winkler & Söllner (2018) trata-se de uma revisão sistemática baseada em um modelo de pesquisa envolvendo três conceitos chaves, 1) chatbot como uma 2) tecnologia mediadora de aprendizagem e foca principalmente nos 3) objetivos de aprendizagem. O estudo destaca como a aprendizagem por meio de um chatbot como mediador de aprendizagem tem seus processos e objetivos do chatbot. O estudo conclui que a implementação do chatbot envolve o entendimento das diferenças individuais dos estudantes, a qualidade do processo de ensino-aprendizagem da instituição, bem como, alguns princípios básicos de construção de chatbot. Os autores destacam os benefícios que chatbots podem trazer para professores e estudantes de cursos que usam plataformas do tipo MOOCs onde muitos estudantes estão envolvidos e o papel do chatbot se torna crucial para assistência aos estudantes. O estudo não abrange as diferentes arquiteturas conceituais e computacionais do chatbot, incluindo técnicas de IA.

O estudo de Kerly et. Al. (2006) destaca como chatbots podem ser encapsulados em Sistemas de Tutoria Inteligente e como modelos abertos do estudante podem se beneficiar de arquiteturas computacionais de chatbots para prover mecanismos de acesso, rastreamento do progresso e experiência do estudante, o que reflete em prover feedback individualizado para adaptação de conteúdo. Como o estudo é anterior à novos recursos de técnicas de IA, o padrão de escolha para a aplicação de técnicas de Linguagem Natural vistas nos estudos, ficam restritas a padrões estáticos e limitados como o AIML. O estudo destaca como estudos futuros, a busca na melhoria de mecanismos de evidência de aprendizagem.

O estudo de Shum et. Al. (2018) destaca os desafios e oportunidades de chatbots sociais e permite ter uma perspectiva aprofundada tanto da Arquitetura Funcional de chatbots de domínio abertos, quanto da complexa Arquitetura Computacional que estes chatbots estão envolvidos. Para capturar os conceitos, as definições técnicas de IA que são aplicadas nos chatbots, os autores revisitam estudos que estão associados aos chatbots como Eliza, XiaoIce, ALICE e Assistentes Digitais como a SIRI da Apple. Embora o estudo contemple desafios e conceitos importantes e oportunidades que estes chatbots podem ser endereçados em soluções em vários setores da sociedade, não tem enfoque na educação, o que dificulta ter uma perspectiva de como estes chatbots de domínio aberto poderiam ser reaproveitados no Setor Educacional.

O estudo de Adamopoulou & Lefteris (2020) apresenta um conjunto de princípios básicos de chatbots e não se refere a educação propriamente, embora levante os principais conceitos da Arquitetura Computacional destes sistemas.

O estudo de Smutny et. Al., (2020) foca em chatbots aplicados à educação e que usam a plataforma do Facebook Messenger. O estudo tem seu enfoque numa metodologia de avaliação da qualidade dos chatbots e não na arquitetura funcional ou computacional, já que estas arquiteturas são abstraídas pela própria plataforma do Facebook Messenger. O estudo obteve um total de 47 chatbots e categoriza-os nos critérios de avaliação. Os autores concluem que as principais limitações da plataforma é a difícil descoberta de chatbots na educação, já que os autores tiveram que usar um recurso externo ao próprio Facebook para obter os chatbots, ainda nesse mesmo aspecto, falta documentação de uso para cada chatbot. A plataforma do Facebook Messenger se integra a diversas plataformas externas que provê serviços de IA, assim desenvolvedores podem fazer uso de APIs externas e integrá-las aos chatbots de modo que, técnicas como NLP, recuperação da informação e outras técnicas de IA podem ser utilizadas para ampliar a capacidade do chatbot em oferecer suporte ao ensino e aprendizagem. No estudo, como trabalhos futuros, os autores sugerem dividir pesquisas futuras em dois campos, focando em suporte aos desenvolvedores na criação de chatbots na educação, envolvendo os professores na integração de suas aulas sem muitas dificuldades, prover também documentação sobre como cada chatbot pode ser utilizado. O segundo campo de estudo estaria associado com a análise de conteúdo de conversação com o chatbot para os estudantes. O estudo apresenta uma boa perspectiva de que chatbots podem ser implementados dentro da plataforma do Facebook Messenger, porém, os chatbots nesse caso ficam restritos à plataforma, e detalhes técnicos não são cobertos pelo estudo, o que dificulta a disseminação de conceitos técnicos de como estes chatbots podem ser elaborados a partir de um modelo geral e que possa ser replicado por outros pesquisadores para avaliação.

Em estudos brasileiros, encontramos a Revisão Sistemática da Literatura de Kuyen et. Al., (2018), o estudo provê uma importante perspectiva geral de uso de chatbots por nível educacional, bases de dados com maior número de artigos publicados, instituições que se destacam em pesquisas sobre chatbots na educação, áreas do conhecimento que aplicam o uso de chatbots, objetivos do uso dos chatbots na educação e por fim, as principais técnicas e tecnologias que são utilizadas na implementação de chatbots na educação. Embora seja um estudo que fornece uma boa perspectiva de como os chatbots tem sido usado na educação nacional, vale destacar que a coleta de estudos está entre os anos de 2003 a 2018, contendo apenas um estudo de 2018 sendo os demais, portanto, anteriores às principais técnicas de IA que tem demonstrado alto potencial de uso na educação. As tecnologias mais usadas apontadas no estudo estão associadas a padrões estáticos como o emprego de AIML para a implementação de chatbots.

De modo geral, os trabalhos relacionados e estudos correlatos apoiaram nosso estudo a compreender chatbots e como eles estão associados a diferentes técnicas para linguagem natural e conversação incluindo técnicas de IA. Estes estudos promoveram uma perspectiva sobre características, desafios e oportunidades que estes sistemas propiciam na educação. Além destes estudos, buscamos a partir de um referencial teórico, estudos específicos que aplicam chatbots em diferentes áreas na educação e como estes estudos têm suas características associadas com a Arquitetura Funcional e Computacional.

## Referencial Teórico

Por muitos anos, o desenvolvimento de modelos computacionais para conversação sempre chamou a atenção de cientistas de IA. Agora, pelo aperfeiçoamento da IA é possível ter aplicações sofisticadas e que cada vez mais demonstram potencial de conversação promissor.

### Chatbots de Mercado

Russell e Norvig (2013) definem um agente como uma entidade que pode perceber o ambiente por meio de sensores e agir sobre ele por meio de atuadores. Um agente pode ser uma entidade humana ou artificial (e.g., robôs, softwares). O ser humano percebe e age no ambiente através dos seus órgãos (e.g., mãos, pernas, olhos, ouvidos), já um agente robô pode ter câmeras, sensores e motores como atuadores. Já os agentes de software, também conhecidos como agentes virtuais, podem perceber o seu ambiente através de uma sequência de teclas para digitação, através de arquivos e pacotes de redes, ou mesmo por voz (reconhecimento de voz) e pode atuar no ambiente através de um texto exibido na tela, escrevendo algo em um arquivo ou mesmo falando (síntese de voz). Para um agente de software ser considerado inteligente, ele deve conseguir agir de forma autônoma em um ambiente, a fim de cumprir seus objetivos de forma satisfatória. Os chatbots são projetados para perceber a entrada do usuário (percepção) através de uma interface (ambiente) e oferecer uma resposta adequada (ação), buscando manter um diálogo coerente com o usuário.

O diálogo, o modo a partir de uma conversação, inclusive, um modo informal e familiar de conversar com as máquinas, semelhante a uma conversação humana, foi uma das principais características proposta como um meio de testar estes conceitos de que a máquina poderia ter efetivamente uma inteligência artificial, e essa característica do diálogo, foi explorada por meio do trabalho de Turing em 1950. Desde o Jogo da Imitação, Turing (1950) refletia sobre a possibilidade de criar máquinas capazes de dialogar com o ser humano usando linguagem natural. A partir de então, o famoso Teste de Turing permite checar a autonomia de chatbots em personificar um humano sem que humanos saibam que estejam dialogando com uma máquina.

Um dos primeiros chatbots que se passou por um humano foi o ELIZA criado em 1966 no MIT para imitar uma conversa humana e emular ou mimetizar um psicoterapeuta (Abu Shawar & E. Atwell, 2007). Usando a correspondência pelo uso de palavras-chave, o chatbot podia incentivar os usuários a divulgarem informações sobre si mesmos e seus familiares.

Um outro chatbot também muito divulgado por cientistas é o ALICE (Artificial Linguistic Internet Computer Entity) que fora criado em 1995 e foi inspirado no ELIZA (Abu Shawar & E. Atwell, 2015). O projeto da ALICE foi concebido como um chatbot e usa Artificial Intelligence Markup Language (AIML). Para composição de suas respostas ele usa um tipo de algoritmo decisório baseado em um conjunto limitado de padrões para o reconhecimento de padrões e relacionar a entrada do usuário com uma base de mais de 40 mil registros de conhecimento. Atualmente, muitos chatbots usam o framework da ALICE para criação de seus mecanismos de entrada e saída. Um dos pontos importantes, mesmo não usando recursos sofisticados de IA, demonstrou capacidade de se passar por um humano à época em que foi lançado. Muitas pessoas chegaram a concluir que eles estavam falando com um humano real quando interagiram com o chatbot ALICE.

Em 2016 a Microsoft lançou Tay, um chatbot de experimentação da IA da empresa. Com um aprendizado a partir das interações com usuários do Twitter, Tay teve que ser desligada devido a tweets obscenos e inflamados durante menos de 24hs online. Durante seu curto tempo de vida online, seu aprendizado produziu 93 mil tweets (Neff & Nagy, 2016). Equipado com algoritmos de aprendizagem complexos, Tay tinha capacidades de linguagem que pareciam não mecânicas, incluindo aleatoriedade, humor e o que até mesmo as pessoas que trabalharam no projeto chamaram de “posições sobre as coisas”. A Tay da Microsoft, foi baseada na tecnologia que alimentou o chatbot XiaoIce da empresa, que em 2016 tinha 20 milhões de usuários registrados principalmente nas plataformas de mídia social chinesas Sina Weibo e Tencent WeChat e mais de 10 bilhões de conversas (Wang, 2016). Na China, a chatbot XiaoIce é usada para uma conversa lúdica, onde seu senso de humor e habilidades de escuta ou como uma ouvinte atenta, ajuda pessoas que estão com o coração partido, perderam emprego ou estão se sentindo mal. A chatbot XiaoIce pode reconhecer imagens, como por exemplo, ao enviar uma foto de um cachorro, comentar sobre a raça e fazer comentários de conversação apropriados. Essas associações e reconhecimento das relações entre os conceitos, o contexto e a imagem são realizados pela chatbot afim de dar uma ênfase natural e humana a conversa. Ela ainda pode conversar sobre filmes, reconhecer uma frase como título de filme; saber que os filmes têm gêneros, cenários, enredos e atrizes famosas; e fazer conexões entre atrizes de cinema, suas fotos e sua cobertura em notícias de celebridades (Neff & Nagy, 2016).

Esta habilidade de manter conversas longas é o que tornam estes chatbots XiaoIce e Tay, tendo um grande diferencial quando comparado com outros chatbots que serão vistos neste estudo. Isso porque os algoritmos usados nos chatbots, diferente dos demais chatbots que usam estratégias de desvio e indignação quando são confrontados, mas no caso de XiaoIce e Tay possuem qualidades humanas intencionalmente integradas como imprevisibilidade e irracionalidade (Wang, 2016). Essas características tornam as respostas menos mecânicas e mais humanas (Neff & Nagy, 2016).

Contudo, enquanto no oriente, na China a chatbot XiaoIce se mantém ativa na conversação, no ocidente a Microsoft não obteve o mesmo êxito com a chatbot Tay. Após várias interações no Twitter, Tay começou a obter um aprendizado cujo este ecoou um comportamento ofensivo, abusivo com o uso na conversação de palavras inapropriadas, de cunho racista, assédio e o uso de imagens repreensíveis (Neff & Nagy, 2016). Este comportamento não foi previsto durante o projeto do chatbot pelos desenvolvedores, ou seja, os algoritmos de IA não previam que tais interações pudessem criar um comportamento indesejado. Aqui a importância da relação simbiótica destes mecanismos que são influenciados por seus usuários independente das maneiras como eles se comunicam com a máquina. Essa relação simbiótica sugere a busca, durante o projeto destes chatbots, meios de equiparar situações sensíveis, imprevisíveis e comportamentos indesejados, baseados na ética. No futuro a comunicação inteligível e civil vai depender muito desta compreensão de como estes algoritmos operam, principalmente na relação simbiótica que existe entre a comunicação humana e a máquina (Neff & Nagy, 2016).

O laboratório do Facebook de IA lançou o ParlAI é uma iniciativa para criar conjuntos de artefatos digitais (i.e., do inglês, *frameworks*) para que pesquisadores possam reutilizar estes artefatos em suas aplicações e pesquisas envolvendo modelos de conversação, diálogos e chatbots. O ParlAI é uma plataforma unificada para compartilhar, treinar e avaliar modelos de diálogo em muitas tarefas. O ParlAI é um framework em Python e pode ser reutilizado a partir do repositório do GitHub. A partir deste projeto foi criado o BlenderBot, segundo o Facebook, este é o maior chatbot de domínio aberto até a recente data de escrita deste artigo. Segundo o Facebook AI, ele supera os outros em termos de engajamento e parece mais humano, de acordo com avaliadores humanos. Ele ainda inclui habilidades como empatia, conhecimento e personalidade. A base de aprendizado chega a um modelo com 9,4 bilhões de parâmetros. Para chegar à afirmação de que o BlenderBot é o melhor, eles efetuaram um comparativo com o Google Meena chatbot, para capturar a capacidade de engajamento na conversa entre humano e o chatbot e a capacidade de demonstrar habilidades humanas na conversa (Roller et. Al., 2020).

O Google Meena chatbot também é de domínio aberto e tem uma base de 2,6 bilhões de parâmetros em sua rede neural e foram obtidos do treinamento a partir da extração de conversas de mídia social de domínio público (Adiwardana et. Al. 2020). Meena foi desenvolvida para ter a habilidade de conversar com um usuário sobre qualquer coisa existente. O grupo de pesquisadores da Google (Adiwardana et. Al., 2020) treinou o chatbot usando desta base de 2,6 bilhões de parâmetros em torno de 40 bilhões de palavras em 30 dias de treino.

Além destes chatbots de grandes corporações que tem atuado em uma espécie de corrida pelo melhor chatbot de domínio aberto, existem também os Assistentes Pessoais que contêm recursos de IA, e são mais populares como a Siri da Apple, Alexa da Amazon e a Microsoft Cortana que vem instalado no Windows. As habilidades destes assistentes são restritas a abrir aplicativos, tocar músicas, agendar compromissos e outras tarefas básicas. De modo geral, são assistentes pessoais para execução de tarefas domésticas, de entretenimento e possuem algumas capacidades de automação, mas são limitados na conversação.

### Chatbots na Educação

O estudo de Chien & Yao (2020) desenvolveu um sistema UserBot utilizando o DialogFlow (Singh et. Al., 2019) uma plataforma da Google para elaboração de chatbots baseado em fluxos e diálogos usando palavras-chave como intenções dos usuários e uma descrição das entidades envolvidas com as intenções. O principal objetivo do UserBot seria apoiar alunos na compreensão de como o Design Participativo para Engenharia de Produtos pode ser executada. O UserBot neste caso, coleta informações de usuários reais e obtêm as experiências de uso, as preferências dos produtos a serem desenvolvidos com os clientes de maneira que tais dados possam ser utilizados para projetar novos produtos. O domínio do UserBot é com base em uma listagem de 137 intenções dos usuários, 58 categorias de palavra chaves associadas com as entidades. Ao definir um conjunto de intenções e categorias, restringem o domínio de atuação de cada UserBot. O DialogFlow usado para a elaboração permite usar o NLU para compor diálogos com linguagem natural e em tempo real.

Um dos projetos com mais reconhecimento a nível mundial foi a assistente Jill Watson, baseada no sistema IBM Watson. Ela foi criada em 2016, pelo professor Ashok Goel, do Georgia Tech Institute of Technology e foi uma das quatro assistentes do curso de IA (sendo três professores humanos e a Jill Watson um chatbot) auxiliando 3000 alunos. O trabalho de Jill Watson era responder às perguntas postadas no fórum pelos estudantes, sem que estes descobrissem que se tratava de uma “máquina” a responder às questões de cada aluno. Após um semestre, eles concluíram, seu grau de certeza se aproxima de 97% nas respostas aos alunos, após um semestre inteiro, os alunos não foram capazes de identificar que se tratava de um chatbot (Goel & Polepeddi, 2016). A Jill Watson ainda opera no curso na Universidade de Geórgia. Num futuro próximo, a Jill Watson estará disponível comercialmente para ser adotada em instituições de ensino pelo mundo (Goel, 2020).

A Jill Watson surgiu devido à alta demanda de alunos no curso MOOC de Inteligência Artificial, e a dificuldade de atender a todos fez com que a equipe de trabalho do Prof Ashok Goel criasse um chatbot como Tutor Assistente. A partir de uma base de conhecimento prévia anterior – um Fórum de discussões, usaram um arcabouço de técnicas de IA do IBM Watson para treinar o chatbot a partir da base de dados de perguntas e respostas que existiam no Fórum da Universidade que por sua vez possuía mais de 40 mil postagens. Assim, a criação de um Modelo de domínio pela base de conhecimento acumulada no Fórum, e um Modelo Pedagógico do tipo perguntas e respostas (do inglês, *Question-Answer*) para responder às perguntas de cada aluno que acessava o fórum. Em consequência, o engajamento dos estudantes aumentou e a taxa de evasão e desistência da disciplina diminuiu.

Segundo o criador do Jill Watson, o professor e sua equipe, ao menos três dimensões devem ser trabalhadas, cobertura, precisão e autenticidade. Quanto mais perguntas o chatbot responder corretamente, e menos alunos conseguirem detectar se as respostas vêm de um ser humano ou de uma máquina, mais útil o chatbot se tornará (Goel & Polepeddi, 2016).

Em um outro estudo, de Winkler et. al. (2020) na Universidade de Kassel (Alemanha), eles apresentaram um protótipo de *Conversational* *Agent* denominado por Sara baseado na Teoria de Zona Proximal de Desenvolvimento (ZPD, Vygotsky) e a Teoria Cognitiva de Aprendizado por Multimídia (CAM). A ZPD seria definida por “entre outras coisas, essa teoria afirma que quando os alunos se esforçam para adquirir novos conhecimentos, eles precisam de apoio individualizado dentro de sua ZPD individual.” (Winkler et. Al. 2020).

Durante uma vídeo-aula Sara fica “escondida” e quando um dado tópico é concluído, ela pausa o vídeo e faz uma pergunta ao aluno, que responde baseado na estratégia definida como a ZPD ou CAM. Sara usa voz e posteriormente é sintetizado em texto e o mesmo ocorre com os estudantes. No experimento envolvendo 182 estudantes, eles conseguiram comprovar que o modelo de CA deles, se comparado com outros CAs tradicionais aperfeiçoam significativamente a aprendizagem.

Na pesquisa brasileira sobre chatbots encontramos alguns estudos que refletem como têm sido oportunos o uso destes mecanismos para aprimorar o ensino. Estudos como de Leonhardt et al., (2003) relatam o uso da plataforma ALICE na criação da Elektra, proposta de um chatbot para atuar como professora para apoiar os estudantes no ensino de Física. O modelo pedagógico também é baseado em perguntas e respostas sendo as respostas o direcionamento dos estudantes para websites que foram validados e inseridos no banco de dados do chatbot.

Mozzaquatro et al. (2010) realizaram uma pesquisa em que o ambiente virtual de aprendizagem Mobile Learning Engine Moodle se adapta ao estilo cognitivo do estudante, através de um framework denominado SEDECA, garantindo uma aprendizagem direcionada às preferências dos estudantes por materiais didáticos e o acesso via dispositivo móvel. Neste sentido, Mozzaquatro et al. (2010) consideraram o estilo cognitivo do estudante como uma informação que poderia ser utilizada para direcionar ações e tarefas que podem ser realizadas por chatbot. A partir da Aprendizagem Ubíqua, Paschoal et. Al., (2016) projetaram o chatbot Ubibot integrado ao AVA Moodle. Como a própria computação ubíqua se predispõe a uma imersão em torno de dispositivos que se tornam transparentes a nossa realidade e operam sem nossa percepção. A aprendizagem ubíqua é um termo que unifica os conceitos de computação ubíqua e educação, em que o objetivo é obter uma aprendizagem transparente. O funcionamento por trás do Ubibot é obter o contexto do estudante para uma adaptação das orientações que o chatbot realiza ao estudante. Para isso o chatbot identifica o nível de conhecimento e o nível de desempenho. Dentro da arquitetura computacional é realizado então uma avalição destes níveis de conhecimento e desempenho, e assim, o chatbot usa a geração de perguntas e respostas a linguagem AIML. Para o Ubibot, os pesquisadores vêm nesta proposta, a interatividade proporcionada pelos chatbot educacionais como fonte de motivação e oportunidade para ensejar interação capaz de promover aprendizagem.

O estudo de Moreno et. Al. (2015) tem como objetivo apresentar o funcionamento do chatbot Tical – Tecnologia Interativa Conversacional sobre Assuntos Linguísticos - que funciona também por meio do WhatsApp e que responde questões da área de Linguística. O chatbot Tical - Tecnologia Interativa Conversacional sobre Assuntos Linguísticos - incluiu em seu desenvolvimento conceitos de Processamento de Linguagem Natural e tem como objetivo de difundir o ALiB (Atlas Linguístico do Brasil). O chatbot usa um modelo pedagógico de perguntas e respostas, sinônimos/expressões em torno de um domínio fechado associado ao Atlas Linguístico do Brasil. A abordagem de conversação explora recursos de AIML e não é baseado em NLU. Portanto, usam os sinônimos e expressões para efetuar uma busca de padrões e combinações dentro da base de dados para compor respostas em forma de linguagem natural. Em resumo, o chatbot Tical utiliza-se da linguagem natural e para isso tem-se um arquivo de perguntas e repostas, no qual as chaves são as palavras em evidências para um cálculo *hash* que identificará a posição na tabela que contém uma listagem de palavras-chaves e consequentemente o retorno da consulta.

No estudo de caso de Toledo et. Al. (2020), os pesquisadores aplicam o uso de um chatbot para o ensino da Língua Inglesa para 250 estudantes de três cursos do Instituto Federal de Minas Gerais. A partir da plataforma do Telegram, o chatbot foi construído para permitir que o estudante treine a gramática, a pronúncia e possa checar seu nível de aprendizagem. Na opção para treinar a gramática, o estudante requisita uma nova questão da gramática na Língua Inglesa, ao responder a questão, o chatbot avalia e fornece um feedback com dicas sobre a questão. Ao treinar a pronúncia, a questão é avaliada a partir da resposta dada em áudio pelo estudante e o chatbot avalia o áudio e provê o feedback. Aqui novamente neste estudo, embora de forma indireta o modelo pedagógico é baseado em perguntas e respostas. E o modelo de domínio é fechado em torno da gramática da Língua Inglesa. Ao avaliar o resultado da aplicação do estudo de caso via questionários, os estudantes relataram algumas características que promoveram o ensino, como a usabilidade, a comunicação e a flexibilidade do uso desta ferramenta pedagógica no auxílio da aprendizagem. No geral, a análise quantitativa a média dos fatores estão acima de 4,00 na escala Likert. Na avaliação qualitativa, o chatbot estimula o aprendizado. Contudo, eles destacam a necessidade do acompanhamento do professor na disciplina que está sendo ministrada o conteúdo proposto. Além deste achado, relatam que a aprendizagem dos discentes foi mais dinâmica.

Outro exemplo de uso de chatbot no país está voltado para a interação do usuário por meio de bate-papo em ambientes de aprendizagem, resultou na criação do chatbot Lassalinho (Gomes et. Al., 2005). Lassalinho que tem o objetivo de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem do aluno através de uma ferramenta de chat integrada a um chatterbot. Assim, usando uma ferramenta de Chat a jXchat e o BonoBot, o aluno interage de forma virtual e, de forma integrada e implícita, pode “conversar” com o chatbot para tirar dúvidas relacionadas ao tema em debate. O chatbot é capaz de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem no AVA da instituição da disciplina de IA. Para tanto, em vez de motivar a participação do aluno através do envio de mensagens motivadoras a este, este trabalho propõe uma interatividade do chatbot usando estratégias de animação para promover um comportamento de engajamento do aluno. O resultado dessa troca de interação gera um feedback a ser enviado ao professor, sendo este capaz de definir as dificuldades que o estudante enfrentou no aprendizado de um determinado assunto durante a interação no chat. Outro papel a ser desempenhado pelo chatbot é no auxílio ao processo de construção do conhecimento do aluno, devido ao agente poder acessar uma base de conhecimento do assunto a ser abordado no ambiente virtual. Com isso, o Lassalinho atua também como um tutor, tendo o aluno, portanto mais um suporte tecnológico para apoiar o ensino e aprendizagem no ambiente virtual. O ponto importante do trabalho proposto é possibilitar interações mais naturais e mais próximas entre os alunos e o ambiente de chat, em que a iniciativa de interação é normalmente compartilhada entre o ambiente virtual e o tutor. A arquitetura computacional de processamento dos diálogos é baseada nos moldes de ALICE e, portanto, usa o padrão AIML para permitir a extração de termos para compor a conversa.

A chatbot Metis apoia às atividades de educação a distância e é ferramenta ou tecnologia Mediadora de educação em Tecnologia Informática e Socializadora - a estratégia pedagógica de alimentação da base de conhecimento do chatbot, envolve a interação pela participação dos alunos (Lucchesi et. Al. 2018). A chatbot foi projetada para conversar com os alunos por meio de uma interface que simula uma conversação em formato de chat entre os estudantes. A implementação desta agente utilizou utilizado no chatbot ALICE que é o padrão AIML. A base de conhecimento do sistema criada e alimentada por especialistas em mídias e informática na educação, possibilitando um conhecimento dos conteúdos e retorno às dúvidas dos alunos. Para ampliar essa base de conhecimento os pesquisadores utilizaram conversas que não foram respondidas corretamente pela Metis em seus logs de interações com as respostas esperadas. A chatbot tem como capacidade de respostas em formatos de multimídias como: imagens; links para textos complementares e para outros materiais, como vídeos e objetos de aprendizagem externos; múltiplas respostas para uma mesma pergunta, essa forma permitiu gerar um comportamento de resposta randômica e menos determinístico do agente.

O chatbot Oscar visto em Latham et. Al. (2012) propõe uma metodologia genérica de um tutor inteligente que se adapta ao estilo de aprendizado do aluno, a partir do chatbot desenvolvido pelos autores. A partir de perguntas que são realizadas pelos estudantes ao chatbot, foi possível predizer o estilo de aprendizado dos testados com acurácia de 61 à 100%. O chatbot contém em sua arquitetura computacional o uso de linguagem natural, mas não fica claro no estudo, como este mecanismo é implementado se via técnicas de IA com Machine Learning ou outro modo específico. Este módulo do chatbot é usado para a compreensão das perguntas dos estudantes e a partir dessas entradas, fornecer respostas que sejam compatíveis com o estilo de aprendizagem previsto pelo chatbot ao estudante. As limitações da abordagem ficam restritas aos canais de comunicação possíveis com o chatbot, além de ter limitações de como a base de conhecimento pode ser extensível a outras disciplinas.

## Resultados

### Características dos chatbots

A principal característica elencada pelos estudos, é como o chatbot pode manter a conversação com um humano que gere confiança nas respostas aos usuários. Há muitas categorias de como obter a pergunta/intenção do usuário e respondê-la de algum modo. Nem todos os chatbots exploram as técnicas de IA, como no caso, os chatbots que usam o padrão AIML, embora leve no seu acrônimo os termos Inteligência Artificial, nesse caso, os algoritmos usam do reconhecimento de padrões em uma base estática e que não aprende com seu histórico conversacional passado, ou seja, não há retroalimentação automática, o que torna essa abordagem limitada. Enquanto nos modelos baseados efetivamente em Machine Learning, usam algoritmos baseados em modelos de predição e aprendizagem, nesse caso há uma retroalimentação, dados que são bem associados pelo algoritmo de aprendizagem e considera termos e comentários de usuários como respostas (Adamopoulou & Lefteris, 2020). É como se o histórico de conversas fossem a memória do chatbot que se aprimora à medida que o chatbot é exposto a novos modos de conversação (Adiwardana et. Al., 2020; Roller et. Al., 2020).

Neste caso, alguns chatbots usam como entrada, perguntas em formato de comandos já conhecidos pelos usuários. Eles são aplicados principalmente com o intuito de oferecer recursos de operação de sistemas, as respostas são também previsíveis. Os chatbots que usam modelos preditivos, onde as respostas não são tão previsíveis tem mais de uma categorização e são (Hussain et. Al., 2019):

**a) Modelo baseado em recuperação** - usa uma base de conhecimento de respostas pré-definidas e emprega algoritmos de correspondência de padrões com uma heurística que seleciona a resposta mais apropriada para a entrada. A heurística pode ser tão simples quanto uma correspondência de expressão baseada em regras ou pode se tornar complexa como um conjunto de classificadores de aprendizado de máquina. Os modelos baseados em recuperação não geram novas respostas se forem feitas perguntas, mas apenas escolhem a resposta mais apropriada de uma base de conhecimento fixa.

**b) Modelos baseados em geração** - esses tipos de chatbots são diferentes dos modelos baseados em recuperação, pois são capazes de gerar respostas para as perguntas/consultas que estão fora de seu escopo. Eles não possuem uma base de conhecimento e este modelo conta com as técnicas de tradução automática e é necessário um treinamento extensivo com grande quantidade de dados de treinamento para equipá-los com formas de gerar respostas e conversar com as pessoas naturalmente.

Esta característica de núcleo, podem ser ainda categorizadas em três paradigmas: a1) baseada no casamento de padrões e regras gramaticas; a2) faz uso de linguagens de marcação AIML; enquanto o modelo baseado em geração de respostas é b) fundamentada nas regras de produção e nas redes neurais artificiais. Em todos os casos destas categorias, é possível combiná-las para produzir um chatbot que use um conjunto semântico de respostas, baseado em heurísticas como também é possível considerar uma base de conhecimento que usa o Aprendizado de Máquina com NLP e Buscas em textos usando reconhecimento de padrões (Zhou et. Al., 2019; Adamopoulou & Lefteris, 2020).

Por sua vez, um Sistema de Tutoria Inteligente em formato de chatbot é um programa de computador no qual pode conversar via texto ou voz em linguagem natural e oferecer respostas de forma amigável em atendimento a uma tarefa. Para realizar a tarefa de interpretação dos dados, a máquina pode usar e processar por meio de algumas técnicas de IA como *Natural Language Generation, Understanding and Processing*, ou baseado em regras e padrões com mensagens pré-definidas. Portanto, os chatbots que usam na conversação modelos de respostas baseados em geração, fazem uso principalmente das técnicas de IA baseadas em NLP e NLU.

A NLP é uma área da IA que explora a manipulação de texto ou fala em linguagem natural por computadores e busca o conhecimento da compreensão e do uso da linguagem humana para desenvolver técnicas que farão com que os computadores entendam e manipulem expressões naturais para realizar as tarefas desejadas (Adamopoulou & Lefteris, 2020).

A maioria das técnicas de NLP é baseada em MLe é uma das principais técnicas de IA para implementar interfaces de usuário para linguagem natural do chatbot para uma conversação com humanos (Singh et. Al., 2019). A terminologia e a abrangência de recursos que são utilizados a partir do processamento e compreensão da linguagem natural, deriva-se de vários campos de estudos, como a própria linguagem, linguística, ciência de dados, ciência da computação entre outras áreas. Na vida real, a NLP é usada para sumarização de texto, análise sentimental, extração de tópicos, diálogo com o agente, categorização de textos, tradução de máquina, reconhecimento de entidade, marcação de classes gramaticais e análise semântica (Singh et. Al., 2019; Adamopoulou & Lefteris, 2020). Para realizar o processamento natural da linguagem, vários algoritmos são usados para obter a compreensão da linguagem natural (i.e. do inglês NLU) e a NLU está no centro de qualquer tarefa da NLP. A NLU visa extrair contexto e significados de entradas do usuário em linguagem natural, que podem ser não estruturadas e responder apropriadamente de acordo com a intenção do usuário. Ele identifica a intenção (do inglês, *intent*) do usuário e extrai entidades específicas do domínio. Mais especificamente, um *intent* representa um mapeamento entre o que um usuário diz e qual ação deve ser realizada pelo chatbot. As ações correspondem às etapas que o chatbot executará quando *intents* específicos forem acionados por entradas do usuário e podem ter parâmetros para especificar informações detalhadas sobre o chatbot deve proceder na resposta (Ramesh et. Al., 2017). A detecção de *intent* é normalmente formulada como uma classificação de sentença em que uma ou várias intenções.

A NLU geralmente resulta na transformação de linguagens naturais de uma representação para outra (Zakraoui, et. Al. 2019). O mapeamento deve ser desenvolvido a fim de eliminar a ambiguidade de uma descrição, descobrir a semântica oculta dentro dela e convertê-la em uma representação formal do conhecimento (ou seja, representação semântica). Esta tarefa apresenta um desafio fundamental; para mais detalhes, uma breve visão geral das questões de NLU pode ser encontrada em (MacCartney, 2014). Para possibilitar que uma máquina entenda a linguagem natural, que é variável, ambígua e imprecisa, também envolve alimentar a máquina com estruturas gramaticais (por exemplo, classes gramaticais), relações semânticas (por exemplo, valor emocional e intensidade) e descrições visuais (por exemplo, cores e direção do movimento) para que ele corresponda à linguagem com gráficos adequados (Zakraoui, et. Al. 2019).

### Chatbot e o papel da Persona

Ao menos três características de persona que ampliam o engajamento dos usuários e são relatadas por (Shum et. Al., 2018): 1) entendimento dos usuários, dotar o chatbot de empatia, habilidade de identificar emoções na conversa e detectar como as emoções evoluem na conversação; 2) Geração de respostas interpessoais, demonstrar habilidades sociais suficientes, como ter interesses pessoais, e necessidades únicas; e 3) Personalidade, demonstrar uma consistente personalidade para ganhar confiança e segurança na comunicação com os usuários. Isso requer, configurações de idade, gênero, língua, estilo da fala, atividades positivas, nível de conhecimento, áreas de domínio, uma voz com acento apropriado, gírias e linguagem informal. Portanto, a Persona é a representação fictícia de um personagem que o chatbot deve ter. O desenvolvimento de personalidade é realizado usando técnicas e estratégias computacionais dos traços comportamentais, as características pessoais, os gostos, a idade, etc. Ou seja, a busca por uma representação autêntica de um ser digital que seja capaz de simular, personificar um ser humano (Shum et. Al. 2018).

Ao dotar um chatbot de Persona o objetivo é torná-lo mais amigável, com mais identificação da cultura local de ensino para que estudantes se identifiquem com o robô (Neff & Nagy, 2016). E ampliar as formas de engajamento, de acesso usando plataformas de comunicação conhecidas como o suporte a onipresença inserindo o chatbot em canais de comunicação como Whatsapp, Telegram ou Facebook Messenger (Goel & Polepeddi, 2016).

### Oportunidades

Além das características necessárias para a elaboração de chatbots na educação, as oportunidades podem refletir em uma educação centralizada, personalizada, que se adapta ao ritmo do estudante, o chatbot também por ser um programa de computador que é executado a partir de um Servidor remoto na internet e pode ser instanciado inúmeras vezes para atender de forma específica e individualizada a demanda de cada estudante que interage com ele.

Este tipo de acesso ao chatbot determina a sua Escalabilidade, importante conceito na computação e telecomunicações para determinar o quão um dado recurso computacional pode ser acessado tendo um percentual de disponibilidade e eficiência baseado no número de acessos que ele recebe, simultaneamente. Um recurso com alta escalabilidade permite expor ele a um vasto número de usuários sem que seja deteriorado ao aumento exponencial no seu uso.

Esse atendimento online síncrono pode ser oferecido 24 horas por dia durante os 365 dias do ano por meio de voz ou texto. Para aprimorar ainda mais a personalização do ensino, os modelos descritos aqui no estudo, são também modelos preditivos e são associados ao chatbot para possibilitar ao sistema a compreensão do comportamento do estudante através do rastreamento comportamental, os sentimentos usando recursos de computação afetiva e prever contextos mais adequados associados com recursos digitais em atividades educativas.

As bases de dados de IA que são associadas ao chatbot mantém registro de informações separadas por cada usuário que usa o chatbot, assim histórico de informações que contemplam grandes volumes de dados são mantidos e são usadas para ampliar o aprendizado do chatbot sobre o usuário.

Os modelos do *Machine Learning* do chatbot podem ser alimentados por diferentes categorias de disciplinas, permitindo com que o chatbot possa assumir e conectar em bases de conhecimentos diferentes e dinamicamente (Adiwardana et. Al., 2020).

chatbots podem fornecer assistência reativa e proativa para usuários para realizar uma variedade de tarefas. Por exemplo, a assistência reativa inclui consumo de informações, como boletim meteorológico, assistência de tarefas. Em contraste, proativo a assistência inclui lembrar o usuário de próximos eventos ou recomendações específicas de acordo com o perfil do estudante e informações contextuais relevantes como hora e local, além de notificações de eventos e intervenções de acordo com o contexto do estudante a partir da captura de dados dos sensores do dispositivo (Shum et. Al., 2018). Na educação, um chatbot pode alertar estudantes e professores em suas tarefas em contextos e situações pertinentes com o ensino-aprendizagem.

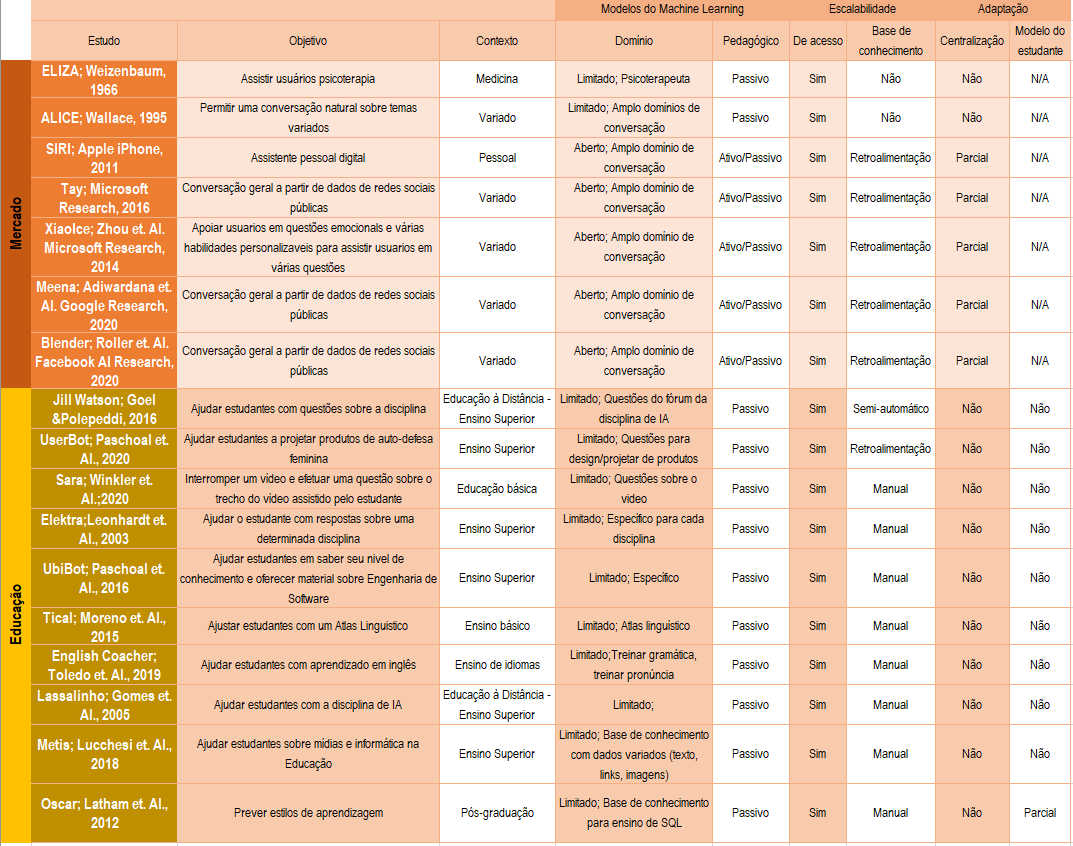
### Desafios e Limitações dos chatbots

Embora haja muitas vantagens, o chatbot é muito limitado na sua concepção. Ainda estamos numa fase primitiva, onde o chatbot só é de fato inteligente desde que ele tenha acesso à base de conhecimentos, qualquer informação que não esteja na base de conhecimento, vai gerar respostas programadas e pré-definidas que irão refletir ao estudante os limites do conhecimento do chatbot. Por essa razão a área de IA enfrenta muitos obstáculos para o seu aperfeiçoamento na capacidade de devolver respostas com precisão e acurácia. Como limites de processamento, limite de dados de entrada, limite de domínio de assistência (Adiwardana et. Al., 2020). Um chatbot pode atuar somente em modelos de domínio fechado, pois domínios abertos levaria muito mais tempo para o processamento da aprendizagem de máquina e demandaria uma enorme quantidade de dados (Roller et al., 2020). Muitas respostas que o chatbot deveria oferecer pode não estar elencada nas suas bases de IA causando dificuldade na assistência criando rupturas na forma de comunicação e gerando frustrações aos estudantes e professores.

### Resumo dos resultados

Elencamos nas Tabelas 1 e 2, algumas categorias pertinentes aos achados dentro dos estudos obtidos e criamos colunas indexando os recursos tecnológicos e as características associadas a estes recursos e como eles são usados pelos autores dos estudos. Na Tabela 1, temos as seguintes colunas, o objetivo do chatbot, o contexto, os modelos de domínio, pedagógico e estudante. Em uma visão de arquitetura computacional, se é escalável a novos acessos e se é extensível à composição de novas bases de conhecimento internas ou o reaproveitamento de bases externas como conexão com canais e portais públicos de conhecimento na internet. Se os chatbots exploram técnicas de IA e permitem compor novos conhecimentos pelo treinamento e retroalimentação, enquanto os chatbots que usam técnicas como AIML permitem trocar os scripts para compor novas bases de conhecimento, mas para isso é realizado por desenvolvedores manualmente. Se existe a centralização e adaptação do conteúdo em torno do estudante/usuário.

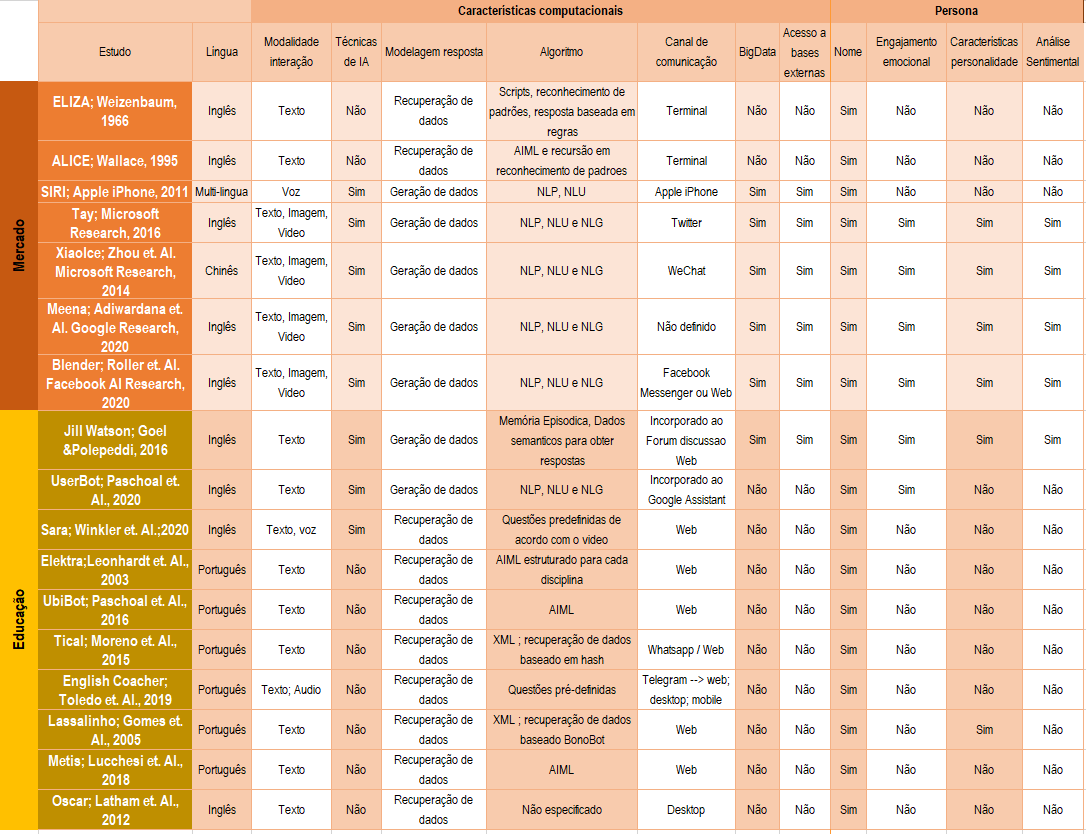
Na Tabela 2, as características computacionais são baseadas em técnicas IA ou não, a interação comunicacional, se por texto, voz ou outro tipo de mídia, a modelagem de resposta como a recuperação de dados de forma estática por meio de recuperação e busca de dados, ou se é a partir da Geração de dados a partir do uso de NLP, ou ainda, se funciona estático como o AIML e outros modos de operação para modelagem das respostas. Quais canais de comunicação podem ser acionados, se exploram grandes bases de dados e por fim, se existe a Persona com suas características de engajamento, personalidade e obtenção de análise sentimental das respostas dos usuários.

**Tabela 1 – Características dos chatbots** 

Fonte: Elaborado pelos autores

A partir da Tabela 1, podemos observar que os chatbots de mercado, na sua maioria, usam e exploram recursos sofisticados de IA, como Machine Learning e modelos. Nos chatbots na educação, apenas três usam técnicas de IA em seu modo de funcionamento, como o Jill Watson (Goel & Polepeddi, 2016), Userbot (Paschoal et. Al., 2020) e o chatbot Sara (Winkler et. Al., 2020) que usa de forma pontual e específica as técnicas de IA para avaliação do conceito que o estudo propõe. Estes estudos são recentes e conseguiram adotar recursos sofisticados que tem bases de conhecimento que se retroalimentam, são extensíveis e escaláveis e elas exploram recursos de IA.

A maioria dos estudos aponta para uma aplicação voltada para o Ensino Superior, portanto usam de abordagens voltadas para a educação a Distância, já que todos eles têm escalabilidade de acesso, ou seja, existe uma interface que usa um canal de comunicação online acessível a diferentes usuários simultaneamente. Para a maioria, a base de conhecimento não é escalável e pouco extensível, desde que o desenvolvedor deste chatbot esteja sempre disposto a trabalhar para atender a novas bases de conhecimento, torna a ferramenta útil para um único propósito específico e pontual. O modelo pedagógico da maioria dos chatbots (Mercado/educação) contém um modelo baseado em perguntas e respostas, e assim o é para a educação, ou seja, o chatbot aguarda o usuário a iniciar a interação com a ferramenta, não buscando no contexto novos meios de intervenção e trazer o estudante para algo novo de forma pró-ativa. Bem como, não há modelo do estudante e isso reflete principalmente em não compreender como o progresso do aprendizado do estudante é obtido e como ele é construído, mesmo que a ferramenta tenha explícito a resolução de um problema de forma específica, mas que não busca avaliar evidência de aprendizagem.

**Tabela 2 – Características dos chatbots**

Fonte: Elaborado pelos autores

Nas características computacionais, os que não usam técnicas de IA usam como resposta a recuperação de dados para compor uma resposta baseado em uma categoria de técnicas estáticas que buscam numa base de conhecimento a partir de padrões e expressões regulares. Ou seja, o chatbot fica restrito a existência de uma regra estática configurada na plataforma, se ela não existir, o chatbot irá falhar. O BigData é usado principalmente pelos chatbots de Mercado, enquanto na educação somente o Jill Watson que usa um fórum composto por mais de 40 mil questões. Como a maioria dos chatbots de educação possuem conexão com uma única e exclusiva base de conhecimento, não permitem acesso a bases externas. Todos eles de alguma maneira representam o chatbot de forma antropomórfica contendo uma persona, mas nenhum deles possui alguma técnica para ampliar o engajamento emocional, ou possuem características de personalidade e executam uma análise sentimental das entradas dos usuários/estudantes.

### Template de chatbot

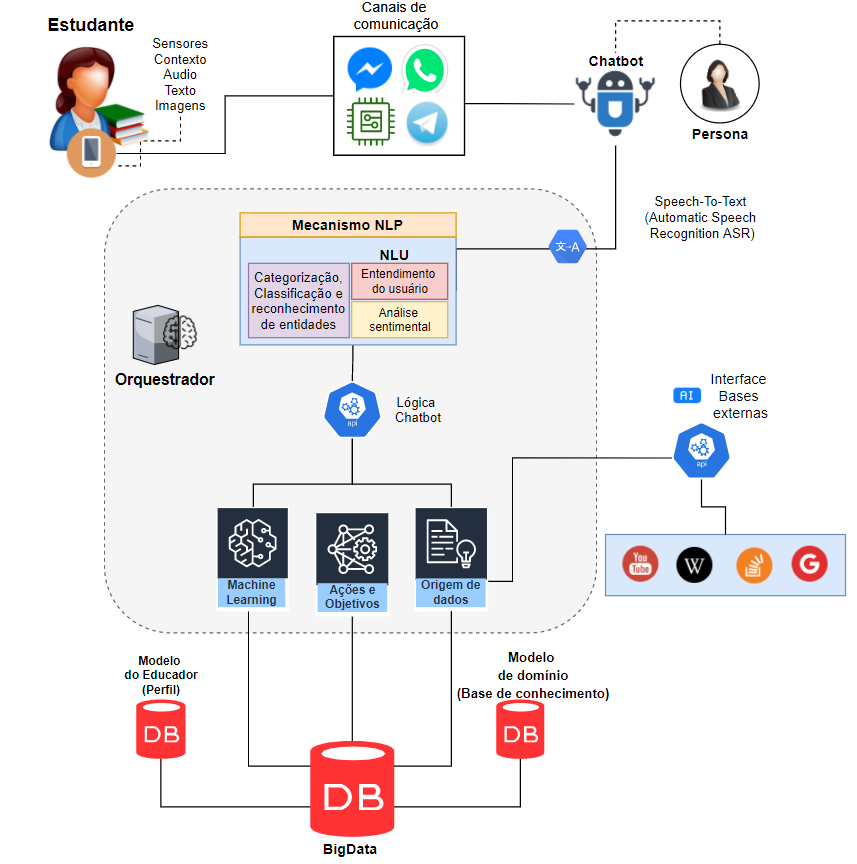
Por meio dos estudos de chatbots de mercado e da proposta de Sistema típico de IA proposto por Luckin et. Al.,(2018) representado na Figura 1, compreendemos que tais tecnologias baseadas em IA têm sido sofisticadas e se demonstram oportunas para a inovação dos processos de ensino-aprendizagem. Assim, elaboramos um diagrama no qual representa um template de chatbot que contempla as características e permite explorar as oportunidades e endereçamos também, alguns desafios conforme apresentados na Figura 2.

De acordo com a Figura 2, as Arquiteturas obtidas de estudos sobre chatbots principalmente as envolvidas com técnicas de IA tem geralmente um núcleo onde usam mecanismos de NLP e NLU e mecanismos de geração de respostas (Zhou et. Al. 2019 e Shum et. Al., 2018). Os canais de comunicação podem ser provenientes de canais já conhecidos como Whatsapp, Telegram, Facebook Messenger. A comunicação em texto ou voz é diretamente com o aplicativo que contêm um usuário fictício, uma Persona representada dentro destes canais.

Todo comando passa primeiro por um sintetizador para converter as informações em texto e onde serão processadas nos mecanismos de Linguagem natural (ver Mecanismo NLP, do inglês *Natural Language Processing*) para determinar compreensão (i.e., do inglês *Natural Language Understanding*) e entendimento do usuário. Para efeito de respostas com cunho afetivo/emocional, a análise sentimental é realizada, além destas etapas a categorização da informação, classificação reconhecimento de entidades permitem entregar aos módulos de *Machine Learning* para determinar quais serão as ações que a plataforma deve realizar para entregar uma resposta de acordo com a intenção do usuário. Nesta etapa, a lógica implementada como regras de negócio é baseada em três módulos específicos, como o *Machine Learning*, que realiza o cálculo para efeito de associação e determina para onde a informação (intenção e entidade) será enviada, como módulos de Ações e Objetivos e a Origem de dados, todos estes três módulos têm mapeados os modelos pedagógico, de domínio e modelos do estudante e usam os dados destes modelos tanto para retroalimentação e autoaperfeiçoamento tanto quanto para recomendar, sugerir respostas que estejam mais bem associadas ao perfil do usuário.

O modelo pedagógico do chatbot pode contemplar sua operação a partir do acionamento realizado pelo estudante, via comunicação direta com o chatbot, como também, o próprio chatbot pode ter autonomia em efetuar perguntas, recomendações, emitir alertas e notificações a qualquer momento dentro de uma abordagem pró-ativa obtendo a partir dos sensores, o contexto do estudante.

**Figura 2 – Template de chatbot de Mercado**



Fonte: Elaborado pelos autores baseados nos estudos dos chatbots de mercado

## Discussão

Pela perspectiva das pesquisas que são realizadas envolvendo chatbots de Mercado, há claramente um potencial prático muito promissor, principalmente quando se vislumbra uma associação de recursos digitais como dispositivos e smartphones com sensores, câmeras, acesso ilimitado a internet e a grandes bases de dados (BigData) juntamente com algoritmos de IA. Contudo, os chatbots na educação ainda estão presos a padrões e gerações de tecnologias ultrapassadas e com muitas limitações.

Os demais estudos de chatbots na educação, são pontuais e resolvem de maneira específica um dado problema, como mais uma ferramenta digital pedagógica inserida em um contexto muito particular de ensino, como uma disciplina, ou pequena parte da disciplina. Assim, há uma clara ausência de integração tecnológica com bases de conhecimentos internas e externas, ou seja, refletem numa baixa capacidade de extensão a novas bases de conhecimento e podendo torná-la obsoleta com a evolução tecnológica.

Vale ressaltar sobre como um chatbot que usa técnicas de IA inovadoras como o Jill Watson tem obtido progresso no apoio aos estudantes, contudo, os próprios pesquisadores destacam alguns desafios, como a dificuldade em personificar um humano, isso significa dizer que, quanto mais difícil for para um estudante detectar que ele está falando com um chatbot mais crédito o chatbot terá e sua assistência de fato terá eficiência e uma ampla cobertura dos domínios de conhecimento. Para isso, requer uma grande cobertura do conteúdo, ou seja, o modelo de domínio deve ser amparado por uma grande base de dados de conhecimento dentro da área definida no modelo de domínio. Ao mesmo tempo que, o modelo pedagógico via perguntas e respostas, o chatbot deve ter precisão e acurácia em suas respostas.

No quesito avaliação, os estudos não apresentaram avaliação de qualidade, como por exemplo, modos de verificação e validação do chatbot, da sua eficácia no ensino e de seu modo de operar. Atualmente, já existem estudos que versam sobre avaliação da qualidade dos chatbots. Muitos destes estudos relatam modelos que são constituídos por critérios para avaliar cada chatbot de maneira distinta de acordo com os recursos digitais que compõem sua Arquitetura Computacional, as saídas dos chatbots se de fato refletem a intenção dos usuários. O estudo de Smutny & Schreiberova (2020) usa um modelo voltado para avaliar chatbots na educação e avalia cada chatbot elencado no estudo em quatro dimensões: 1) a capacidade de ensino, considerando o conteúdo de aprendizagem, a capacidade de feedback do chatbot, e a medição do progresso do estudante; 2) na dimensão humanidade, são considerados a capacidade de discussão, respostas a perguntas especificas; 3) na dimensão afeto, a capacidade de ter opiniões que compõem a personalidade do chatbot, ou seja, voltado para a caracterização da persona de fato e por último, 4) a acessibilidade, compreensão exata da intenção do usuário e dicas sociais.

Para os chatbots de mercado, principalmente para o Meena da Google, são usadas técnicas de avaliação e eficácia da conversação a partir de duas métricas, a *Sensibleness* (Média de Sensibilidade) e a *Specificity Average* (Média de Especificidade), que ajuda a medir a habilidade de um agente conversacional, que mantêm diálogos de modo sensato. Como exemplo, o estudo de Adiwardana et. Al. (2020) em comparação entre chatbots e humanos, os humanos pontuaram cerca de 86 por cento nos testes utilizando essa métrica SSA, enquanto Meena nos testes iniciais teve uma pontuação de 76 por cento.

## Considerações finais

O uso de chatbot e técnicas de IA na educação são conceitos recentes e isso é detectado inclusive em estudos apontados em nossa pesquisa. Uma vez que esses recursos tecnológicos são concebidos para a educação e tem seus algoritmos implementados dentro do contexto educacional, certamente irão promover um ensino com maior mobilidade e maior eficiência. Embora estejamos em estágios iniciais da IAEd, estas plataformas inovadoras quando associadas principalmente com dispositivos móveis, mediam a execução dos processos de ensino-aprendizagem de forma atemporal, dinâmica e sua eficiência é evidenciada pela capacidade de centralização de ensino em torno do aluno, estando ele em qualquer lugar, a qualquer momento se aciona o uso das plataformas em seus dispositivos móveis.

Mesmo os chatbots de mercados envolvidos com as técnicas mais recentes de IA, demonstram um potencial para ser aplicados na educação. Embora que, por ainda atuar em domínios muito fechados e que não tiveram seus algoritmos pensados na sua implementação diretamente para a Educação. Assim, essa mesma IA de mercado quando direcionada para a educação, demonstra potencial no ensino, quando associada no apoio aos professores e estudantes na interação para o ensino e para que a construção de conhecimento possa ocorrer. A mediação tecnológica neste caso, apoia principalmente a construção de conhecimento dentro da execução de vários processos de ensino aprendizagem.

Contudo, estamos em estágios primitivos da IA, muito do que se têm atualmente e devido ao atual momento da IA, que ainda é muito limitada, o chatbot em si vai falhar principalmente nos aspectos humanos, como na interação calorosa, a mediação, a orquestração e organização por parte dos professores para ajudar os alunos que estão mais propensos a falhar. Mesmo que haja possibilidades de a conversa em uma tecnologia mediadora de aprendizagem capturar inclusive, as emoções, o contato visual e o sorriso, são sentimentos que as máquinas podem explorar digitalmente, porém, não entenderão a realidade que é inerente ao ser humano, principalmente no quesito empatia. Foi evidenciado em nossos estudos, poucos chatbots na educação que contemple situações que envolve a empatia na relação com o estudante. Embora seja possível a personificação humana, como demonstrado a partir do Jill Watson, a empatia depende que o chatbot tenha habilidade e a capacidade de identificar as emoções do usuário a partir da conversa, detectar como as emoções evoluem ao longo do tempo e compreender as necessidades emocionais do usuário (Shum et. Al., 2018). Para isso, requer compreensão da consulta, da intenção do estudante, o perfil dele, detecção de emoção, reconhecimento de sentimento e rastreamento dinâmico do humor do estudante durante toda a conversa (Zhou et. Al., 2019).

Neste estudo, o template no qual apresentamos, consideramos as principais tendências destes recursos de Chatbots e que tais características, oportunidades e desafios pudessem ser vistos como um guia de boas práticas a serem aplicadas para que futuras apropriações destas inovações na Educação possam ocorrer. Assim, o artefato em formato de template resultante da pesquisa pode ser utilizado como um meio de nortear na elaboração, concepção e construção de novas tecnologias mediadoras de aprendizagem.

Atualmente, presenciamos que estas tecnologias estão em um rápido avanço tecnológico e estão envolvidas com um aparato de sofisticadas técnicas de IA. Ao combina estas técnicas de IA com os chatbots, demonstram ser uma tecnologia flexível na construção dinâmica de algoritmos que envolvem estruturar roteiros de apoio ao ensino e aprendizagem. É, portanto, uma tecnologia inovadora baseada em mensagens e pode ser portável para dentro de cada Smartphone, estando dentro do Smartphone de cada indivíduo, a qualquer momento pode ser acionada, sendo acessível também a um amplo grupo de pessoas e podem ter suas abordagens portadas tanto para alunos quanto aos educadores.

Como trabalhos futuros, sugerimos buscar modos de que estes achados pudessem contribuir na construção de um chatbot baseado em um modelo genérico, um template, e que estes chatbots pudessem ter pontos de entrada de tal maneira que pudessem ser facilmente apropriados em novas metodologias de ensino pelos próprios professores para suas aulas, de maneira flexível, trivial e acessível a todos.

Um exemplo do uso destes artefatos em uma aplicação prática pode ser visto em novas abordagens pedagógica. Podemos citar a Aprendizagem Baseada em Projetos, onde os princípios da escola ativa, do método científico, de um ensino integrado e integrador dos conteúdos que envolvem diferentes áreas do conhecimento (Bacich, 2018). Neste caso, um modelo genérico, um template de Chatbot mais acessível poderia prover um modelo pedagógico a ser apropriado na elaboração e composição de diálogos pelos estudantes junto à orientação dos professores, permitindo assim, dotar uma base de dados do Chatbot com conhecimentos da disciplina que é objeto de ensino. Ao usar deste processo, as construções são recursivas, é necessário envolver-se com a construção da tecnologia e o que ela vai prover como produto final. Este produto terá dois aspectos pedagógicos associados durante e após sua execução: 1) um produto como meio de acessar o conhecimento que é objeto da disciplina em si, um aplicativo educativo da própria disciplina; e 2) durante sua própria concepção, elaboração e construção como meio de aprendizagem da tecnologia e do seu caráter integrador por meio conteúdo necessário que ela irá oferecer durante seu uso prático. Neste caso, o conteúdo em si, são construídos pelos próprios estudantes que exploram os conceitos do template de Chatbot e implementam e treinam os modelos necessários de Machine Learning para criar as narrativas comunicacionais do Chatbot.

# CHATEDUC – Solução proposta

Este capítulo apresenta uma metodologia para o desenvolvimento de nossa solução proposta baseada na criação de uma plataforma cognitiva considerando os aspectos de centralização de conteúdo em torno do professor. Apresentamos a modelagem da plataforma, os métodos e processos da Engenharia de Software moderna considerando as metodologias ágeis descritas por Pressman (2012), ao considerar o desenvolvimento da plataforma. Por ser um desenvolvimento de uma aplicação como prova de conceito, optamos pelas metodologias ágeis que são mais flexíveis a adição de novas funcionalidades a medida que o software as exigem, assim, seguimos as linhas gerais de desenvolvimento utilizando o FDD (do inglês Featrure Drive Development \_- Desenvolvimento Guiador poR características).

As metodologias ágeis preconizam um desenvolvimento iterativo, onde cada iteração é um ciclo de vida, onde ocorre uma sequencia de etapas, até a uma entrega ao cliente de uma funcionalidade em operação. Nesse caso, o ciclo de desenvolvimento contem os passos básicos de identificar requisitos funcionais e não funcionais de um software. Onde, um requisito funcional, é uma operação que o sistema deve executar, enquanto um requisito não funcional, é uma característica de qualidade, considerando a segurança, o ambiente, a performance com que a operação deve ser executada, dentre outros atributos de qualidade.

A FDD é definida por uma metodologia ágil com um ciclo de vida contendo em seus processos, a identificação de Feature ou Funcionalidade, uma característica que o software deve possuir. Neste caso, tanto os requisitos funcionais como os não funcionais podem ser mapeados como Features.

## Feature Driven Development

A FDD foi criada em 1997 por Peter Coad (1999) e defende o lema “Resultados frequentes, tangíveis e funcionais”. Ao passo que descreve as funcionalidades de forma suscinta permitindo ajustes rápidos nos requisitos e incorporá-lo ao próximo ciclo de desenvolvimento.

O FDD possui um ciclo de vida curto e é mais indicado para sistemas que podem mudar de requisitos rapidamente. Por ser uma prova de conceito nossa solução, podemos tirar vantagem dos aspectos de validação por meio de implementação de features piloto, para posterior, implementação das suas variáveis que se tornarão features definitivas. Cada feature é orientada por funcionalidade, que é um conceito de valor do ponto de vista do cliente. O principal objetivo do FDD é entregar uma peça de software tangível e funcional em espaços de tempo regulares. Uma Feature ou Funcionalidade é segundo Coad, “uma função com valor para o cliente que pode ser desenvolvida em duas ou menos semanas”. Uma funcionalidade pode ser descrita com o gabarito:

**<ação> o <resultado> <por | para | de | a> um <objeto>**

Onde, o objeto é uma pessoa, lugar ou coisa (inclusive papéis, momentos no tempo ou intervalos de tempo, ou descrições como entradas de catálogo). Exemplos de características para a plataforma de comércio eletrônico seria:

*Adiciona o produto a um carrinho de compras.*

*Exibe as especificações técnicas de um produto.*

*Armazena as informações de remessa para um cliente.*

Um conjunto de características as agrupa em categorias relacionadas ao negócio e é definida como:

**<verbo no gerúndio (ação) > um <objeto>**

Neste caso, *Fazendo uma venda de produto* é um conjunto de características que incluiria as características mencionadas anteriormente e outras, possibilitando categorias de características por hierarquia de funcionalidade.

Portanto, cada funcionalidade da aplicação é considerada como Característica ou no caso Feature. Este processo permite que novas características sejam adicionadas a plataforma a medida que a plataforma pode precisar ter ou realizar novas funcionalidades. A medida que o software evolui, novas funcionalidades são identificadas e mapeadas na Lista de Features, possivelmente sendo planejada e priorizada para os próximos ciclos de desenvolvimento (ver Figura 4.1).

O processo de desenvolvimento FDD é dividido em cinco etapas principais, cada uma com seus próprios objetivos e atividades específicas. De acordo com a Figura 4.1, o FDD trabalha o desenvolvimento da aplicação, considerando 5 processos:

1. Desenvolvimento do modelo abrangente
2. Construir a Lista de Features ou Funcionalidades
3. Planejar a Feature
4. Modelar a Feature
5. Implementa-la como código

Os três primeiros processos, são focados na obtenção da concepção e planejamento, direcionada principalmente para entender quais Funcionalidades são fundamentais para a base do software. Nos processos seguintes, tem se o objetivo na Modelação Arquitetônica e Modular de Componentes necessários e na implementação.

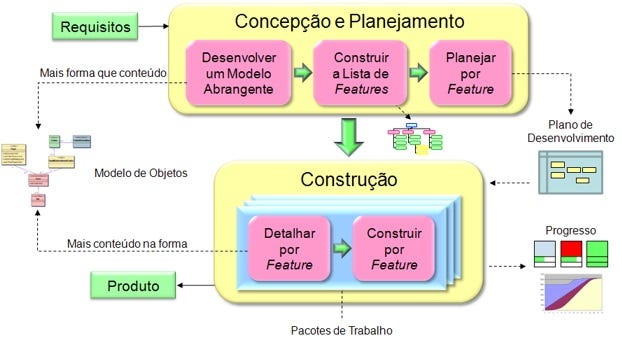


Figura 4.1: DesenvolvimentoGuiado por Características (COA99, Pressman, 2008)

Como a FDD se pauta principalmente na identificação de problemas, no momento da análise são considerados 5 fases preliminares que acontecem de forma simultânea, onde são construídos diagramas para 1) identificação de classes, 2) objetos, 3) estruturas, 4) assuntos e 5) definição dos atributos e dos serviços.

Para dar inicio a execução da metodologia é necessário o mapeamento de elementos básicos como o Modelo de Objetos, podendo ser, Modelo Entidade-Relacionamento ou Modelo de Classes, Modelos Arquitetônicos, Diagramas de Fluxos da informação e Diagrama de Atividades, Estruturas de Objetos e esboço de componentes.

Após esta etapa preliminar, realiza-se o inicio do Desenvolvimento do Modelo Abrangente

Consideramos as principais tendências destes recursos de Chatbots e que tais características, oportunidades e desafios pudessem ser vistos como um guia de boas práticas a serem aplicadas para que futuras apropriações destas inovações na Educação possam ocorrer. Assim, o artefato em formato de template resultante da pesquisa pode ser utilizado como um meio de nortear na elaboração, concepção e construção de novas tecnologias mediadoras de aprendizagem.

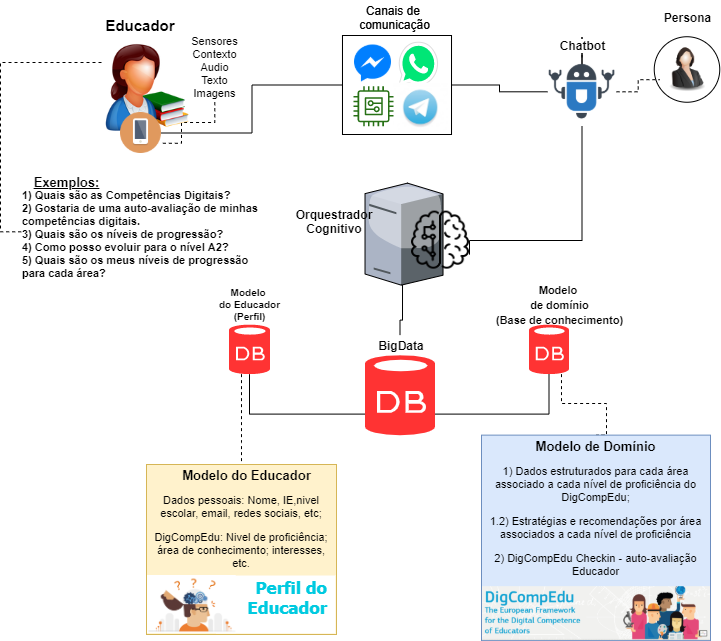
Nossa proposta de plataforma cognitiva de Chatbot está contextualizada como um mecanismo de extensão e que considere a inteligência artificial como núcleo de seus processos, apoiado nos assistentes virtuais inteligentes mediatizado por um banco de dados que possibilita criar um histórico de eventos que auxiliem o educador.

A princípio tem-se como funcionalidade primária, o uso desta tecnologia pelos professores com o intuito de facilitar a identificação de seu nivel de Competência Digital baseado em uma Matriz de Competência, sendo neste caso, o DigCompEdu. Em um segundo momento, diante da compreensão a partir de uma autorreflexão de seu nível de Competencia Digital, a plataforma pode sugerir em forma de recomendações e insights, o que pode ser aplicado em suas aulas, em seus momentos de reflexão e aperfeiçoamento novos recursos, materiais e dicas de como o professor pode se apropriar de recursos tecnológicos em sua rotina.

De acordo com a Figura 1, a plataforma desenvolvida, é constituída dos seguintes elementos:

1. Um orquestrador cognitivo que manipula os dados de fontes internas (matriz do educador inovador) e externas para gerar insights de tipos variados como feedback;
2. Uma versão de Chatbot, contendo uma Persona e que é associada a alguns dos canais de comunicação representados na imagem, como Telegram, WhatsApp;
3. Um modelo de banco de dados e um esquema de armazenamento hierárquico baseado nos modelos de banco de dados não relacional;
4. São destacados na Figura 1 os Modelos de Domínio e do Educador que são baseados na matriz de competências DigCompEdu.

A versão inicial do Chatbot contará com diálogos e comandos via voz ou texto sem a necessidade de uma adaptação cognitiva mais complexa face a diálogos não previstos e nem programados dentro do núcleo do assistente. Para tanto, os diálogos devem ser previstos através de uma base coesa com um *corpus* definido. Os comandos serão utilizados para configuração e operação do assistente. Os dados desta transcrição seriam usados para buscar compor respostas às perguntas que o Educador pode fazer como nos exemplos na Figura 1.

Figura 1 - Plataforma Cognitiva de Chatbot

Fonte: Elaborado pelo autor

Estes exemplos de perguntas que são representados na Figura 1, estão associados com conteúdos que as técnicas de IA relacionam nos modelos de Machine Learning e são geralmente Modelos de Domínio, Pedagógico e do Educador. Estes modelos são refinados a partir de um treinamento, cujo meio de treinar modelos de Machine learning é a partir de grandes blocos de textos que definem as entidades e intenções que estão associadas a matriz de competências digitais, sua hierarquia conceitual, os sujeitos que são os educadores e os perfis de progressão.

O Assistente Virtual eventualmente, não considera respostas estáticas sempre à mesma pergunta, pode variar de acordo com o Modelo do Educador que permite o Assistente oferecer respostas próximas a realidade dele e do seu nível de progressão dentro da Matriz de Competência. Esta lógica de funcionamento é baseada na construção de um Orquestrador Cognitivo, que é composto por componentes digitais como Machine Learning, técnicas de reconhecimento de padrões em grandes volumes de dados (Big Data) e usando Processamento de Linguagem Natural.

# METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

## Abordagem

~~Esta pesquisa utilizou-se de uma abordagem qualitativa epistemológica por meio de uma pesquisa exploratória contendo a análise de uma prova de conceito para realização de estudo de caso e compreensão dos fenômenos envolvidos e assim, chegar aos objetivos esperados. Primeiramente, por ser um tema pouco explorado na Educação, optou-se em aproximar tais conceitos de Inteligência Artificial na Educação e ampliar o potencial que estes recursos podem trazer para a área, o que permite principalmente a familiarização dos conceitos chaves.~~

~~Segundo Richardson (1989), a pesquisa exploratória procura conhecer as características de um fenômeno para procurar explicações das causas e consequências do dito fenômeno” (RICHARDSON, 1989, p. 281). Ela visa prover ao pesquisador um maior conhecimento sobre o tema de pesquisa em perspectiva. Por isso, é apropriada para quando a familiaridade, o conhecimento e a compreensão do fenômeno por parte do pesquisador são geralmente insuficientes ou inexistentes (Mattar, 1994, p84).~~

~~Portanto, a pesquisa tem caráter qualitativo ao analisar os conceitos de forma subjetiva envolvendo matrizes de competências digitais. E ao considerar principalmente a combinação dos elementos chaves da pesquisa para fornecer uma compreensão de um determinado fenômeno, de forma mais flexível (Malhotra, 2001). Segundo Santos (1991) a pesquisa exploratória permite um contato inicial com o tema a ser analisado, com os sujeitos e objetos de pesquisa a serem investigados e com as fontes secundárias disponíveis. Nesse caso, o pesquisador deve ter uma atitude de receptividade as informações e dados da realidade social, em uma postura flexível e não formal. Assim, os estudos exploratórios são baseados em pressuposição de que através do uso de procedimentos relativamente sistemáticos, pode-se desenvolver hipóteses relevantes a um determinado fenômeno (Tripod, 1975).~~

~~Por se tratar principalmente de estudos que visam buscar inovações para a Educação, e a busca em compreender estes conceitos inovadores e como eles podem ser aplicados na prática. Pelas incertezas envolvidas e do comportamento inesperado dos indivíduos ao utilizar essas inovações na prática, permite-nos evidenciar a abordagem mais adequada ao aplicar uma pesquisa qualitativa do tipo exploratória.~~

~~Segundo Sampieri et al. (1991), “os estudos exploratórios são feitos, normalmente, quando o objetivo da pesquisa é examinar um tema ou problema de investigação pouco estudado ou que não tenha sido abordado antes” (SAMPIERI et al., 1991, p. 59)~~

Os artefatos coletados e obtidos para chegar ao estado da arte e fundamentação teórica durante as etapas iniciais da pesquisa, resultaram em insumos que foram utilizados na definição de variáveis, das hipóteses de pesquisa e da formulação do objeto de pesquisa.

Como na Educação a escassez da adoção de tecnologias digitais pelos professores e principalmente a resistência dos professores a estes temas tidos por complexos, uma aproximação destes conceitos tecnológicos digitais e a associação com competências digitais permite aumentar o grau de familiaridade com conhecimentos técnicos relativamente desconhecidos.

A combinação das matrizes de competências digitais forneceu uma espécie de taxonomia, uma base única de conteúdo que compõem as bases de dados dos Chatbots. Esta taxonomia é um insumo básico para elencar os requisitos funcionais para a construção da plataforma cognitiva do Chatbot. Os conceitos obtidos e explorados durante as análises das matrizes de competências digitais promoveram dados e informações essenciais que alimentam os modelos de Machine Learning para treinamento. Ao final, o produto gerado da construção da plataforma originou a nossa Prova de Conceito para possibilitar uma análise e compreender os fenômenos envolvidos em profundidade sobre a aplicação pratica destas inovações na Educação.

Nós dividimos as etapas metodológicas para a implementação do Chatbot e a realização da Prova de Conceito envolvidas utilizando alguns conceitos de Engenharia de Software. Ao explorar os conceitos, fundamentos e tecnologias de IA aplicadas a educação para a implementação técnica dos algoritmos que compõem a plataforma, na qual foi utilizada por uma pequena população de Professores. Por fim, a realização de uma análise dos dados obtidos e de como estes conceitos poderiam ser mais bem aproveitados e aproximados dos processos educacionais, e na promoção de competências digitais nos Educadores.

Vieira (2004) menciona que as informações geradas em pesquisas qualitativas servem para o pesquisador progredir em relação à concepções iniciais de determinado tema ou mesmo serviriam para revisar as estruturas teóricas estabelecidas.

Assim temos como metodologia baseada na implementação da prova de conceito de carácter qualitativo, distribuída em 05 etapas. Utilizamos um diagrama contendo um fluxo de como as etapas se darão ao longo da execução da pesquisa e pode ser visualizada na Figura 6.

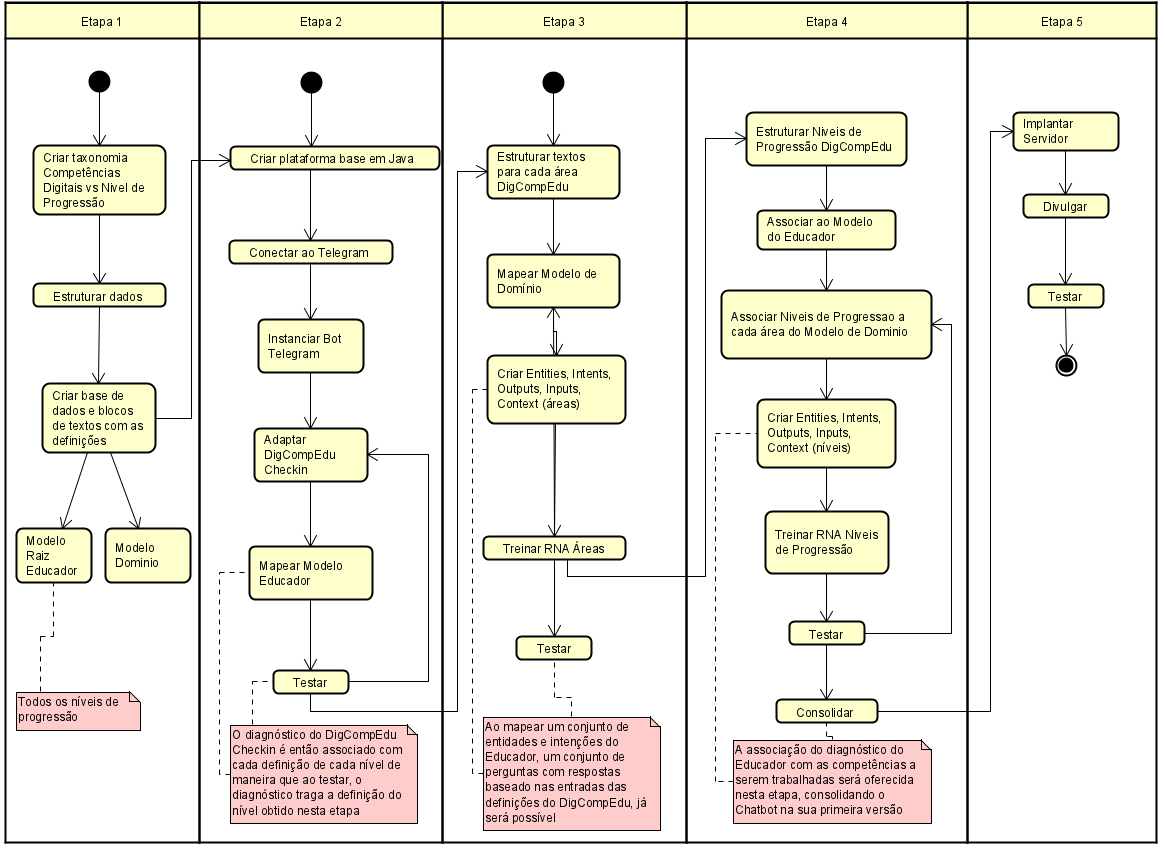
1. **Na Etapa 1: a taxonomia e estruturação dos textos e definições da Matriz de Competências**

Nesta etapa, o estado da arte, a execução da pesquisa propriamente dita sobre o Perfil do Educador Inovador baseado em quadros de competências foi a dinâmica principal desta etapa. Como resultado, o uso refinado dos dados obtidos via mapeamento das competências que pertencem ao Perfil do Educador Inovador servirá como entrada de dados para alimentação dos Modelos de Machine Learning, todavia, é necessária a estruturação em blocos de textos de cada definição que compõe uma Competência Digital dentro do DigCompEdu.

1. **Na Etapa 2, planejar e desenvolver todos os elementos que comporão a infraestrutura da plataforma cognitiva e construir o mecanismo de auto-avaliação pelo DigCompEdu Checkin**

Nesta Etapa 2, por meio do estado da arte dos estudos de IA na Educação e Chatbots, serão mapeados como são as características, oportunidades e desafios destas arquiteturas de plataformas cognitivas baseadas em IA. Atualmente, temos uma perspectiva de como estes recursos têm sido bem aproveitados na Educação, principalmente estudos como de Jill Watson (Goel, 2016 e Winkler et. Al., 2020) que exploram NLP e técnicas de IA especificamente em projetos educacionais.

Há outros estudos, como de Zhou et. Al. (2019) e Shum et. Al., (2018) que embora não estejam em domínio de ferramentas para a Educação, usam de modelos de Machine Learning para explorar técnicas de NLP para diálogos e conversação para Chatbots.

**Figura 6: Plano de Pesquisa**

**Fonte: Elaborado pelo Autor**

Em resumo, é será necessário construir a base da plataforma, como o servidor do Orquestrador Cognitivo e conexão com a base de dados e o conector com o Telegram. Posteriormente, será necessário adaptar o DigCompEdu Checkin para dentro da plataforma.

1. **Na Etapa 3, o mapeamento das entidades, intenções, simulação de perguntas e respostas para treinamento do Modelo de Domínio**

Nesta etapa, aproveitando o conhecimento obtido em etapas anteriores, a criação da base de dados e a associação com as técnicas de IA como usar os blocos de textos da primeira etapa para alimentar a base de dados para obter as saídas como respostas das plataformas cognitivas online como o uso do IBM Watson Studio ou do Microsoft Azure especificamente com APIs e Serviços de NLP para treinamento de Redes Neurais Artificiais (RNA) de Machine Learning.

1. **Na Etapa 4, o mapeamento gira em torno do Modelo do Educador para simulação de perguntas e respostas para o treinamento do Modelo do Educador**

Na Etapa 4, com o modelo de domínio criado é possível então associar com o Modelo do Educador e já obter os primeiros ensaios com perguntas e respostas à plataforma.

1. Por fim, na Etapa 5, é esperado que seja implantado e disponibilizado publicamente o Chatbot para uso.

Como material, o ambiente de desenvolvimento da plataforma, serão usados as seguintes metodologias e ferramentas que compõem o ambiente de desenvolvimento:

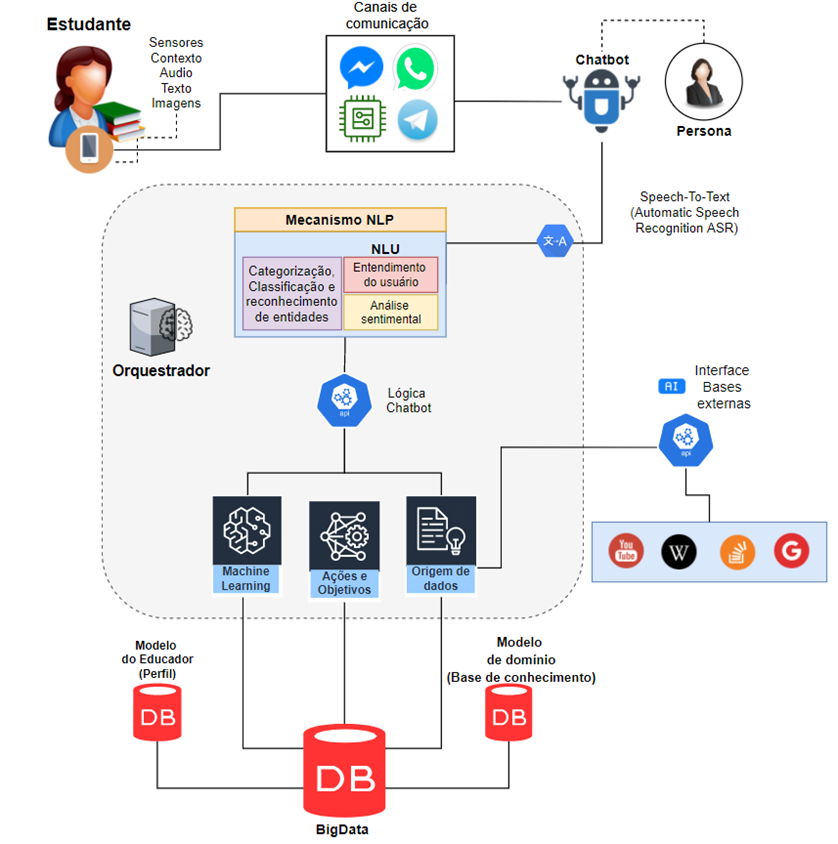
* Metodologia Ágil de desenvolvimento – Scrum;
* *Unified Modeling Languagem* a ser usada para a documentação e entendimento via criação de diagramas das funcionalidades;
* Um *Dashboard* para acomodar e organizar as atividades como [Trello.com](http://trello.com/);
* Java SDK – Biblioteca em Java para desenvolvimento de aplicativos heterogêneos;
* APIs do IBM Watson Studio ou Microsoft Azure para NLP, criação de Chatbots e Machine Learning;
* Eclipse – Interface de Desenvolvimento de Software;
* Banco de dados relacional em conjunto com banco de dados no-SQL - PostgreSQL e MongoDB ou qualquer outro banco não relacional;
* XenServer ou VirtualBox – Criação de máquinas virtuais para compor os ambientes de desenvolvimento para *Cloud Computing*, como ambientes de testes e produção contendo os elementos como Servidores de Aplicação Java e Banco de dados instalados;
* Distribuição Linux como Ubuntu nas diferentes máquinas virtuais.

Como aprofundamento técnico do desenvolvimento do Orquestrador Cognitivo, a Figura 7 apresenta o detalhamento principalmente dos mecanismos de NLP e Machine Learning. De acordo com a Figura 7, as Arquiteturas obtidas de estudos sobre Chatbots principalmente as envolvidas com técnicas de IA tem geralmente um núcleo onde usam mecanismos de NLP e NLU e mecanismos de geração de respostas (Zhou et. Al. 2019 e Shum et. Al., 2018). Os canais de comunicação podem ser provenientes de canais já conhecidos como Whatsapp, Telegram, Facebook Messenger. A comunicação em texto ou voz é diretamente com o aplicativo que contêm um usuário fictício, uma Persona representada dentro destes canais. Todo comando passa primeiro por um sintetizador para converter as informações em texto e onde serão processadas nos mecanismos de Linguagem natural (ver Mecanismo NLP, do inglês *Natural Language Processing*) para determinar compreensão (i.e., do inglês *Natural Language Understanding*) e entendimento do usuário. Para efeito de respostas com cunho afetivo/emocional, a análise sentimental é realizada, além destas etapas a categorização da informação, classificação reconhecimento de entidades permite entregar aos módulos de Machine Learning para determinar quais serão as ações que a plataforma deve realizar para entregar uma resposta de acordo com a intenção do usuário. Nesta etapa, a lógica implementada como regras de negócio é baseada em três módulos específicos, como o Machine Learning, que realiza o cálculo para efeito de associação e determina para onde a informação (intenção e entidade) será enviada, como módulos de Ações e Objetivos e a Origem de dados, todos estes três módulos têm mapeados os modelos pedagógico, de domínio e modelos do estudante ou do educador e usam os dados destes modelos tanto para retroalimentação e auto-aperfeiçoamento tanto quanto para recomendar, sugerir respostas que estejam mais bem associadas ao perfil do usuário. Assim a possibilidade de ampliar o engajamento dos usuários, ao retornar mensagens aos usuários que estejam próximo de suas intenções com acurácia e precisão.

# DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo, apresentaremos a descrição detalhada do desenvolvimento de uma plataforma de Inteligência Artificial (IA) baseada em chatbot. A plataforma visa a mediação tecnológica entre professores e sistemas através de diálogos naturais e respostas contextuais, além da avaliação . Nesta seção, levantaremos os principais requisitos funcionais e não funcionais que comporão a ferramenta, considerando a partir da visão de um Diagrama de Entidades-Relacionamento de maneira que propicie uma perspectiva modular sobre a plataforma.

## Prova de conceito – Um chatbot a ser utilizado por professores



**REFERÊNCIAS**

**APÊNDICE A – TÍTULO DO APÊNDICE**

**ANEXO A – TÍTULO DO ANEXO**

# Bibliografia

**Não há fontes bibliográficas no documento atual.**

Não há fontes bibliográficas no documento atual.(EspaçoReservado1)

1. Quadro de competências - i.e. do inglês *frameworks* [↑](#footnote-ref-1)
2. *DigCompEdu Checkin online self assessment tool https://ec.europa.eu/eusurvey/runner/DigCompEdu-S-PT* [↑](#footnote-ref-2)