

# Avaliação da usabilidade do agente conversacional Cerebrum com professores em formação: uma abordagem educacional aplicada às equações algébricas

## Usability evaluation of the Cerebrum conversational agent with teachers in training: an educational approach applied to algebraic equations

Lucieli Martins Gonçalves Descovi<sup>1</sup>, Marcio Gabriel Dos Santos<sup>1</sup>, Fabrício Herpich<sup>2</sup>, José Alencar Philereno<sup>3</sup>, Clóvis Silveira<sup>1</sup>, Liane Margarida Rockenbach Tarouco<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, Brasil

<sup>3</sup> Faculdades Integradas de Taquara, Taquara, Brasil

[lucielidescovi@faccat.br](mailto:lucielidescovi@faccat.br), [phd.marcio@gmail.com](mailto:phd.marcio@gmail.com), [fabricao@ufsc.br](mailto:fabricao@ufsc.br), [philereno@sou.faccat.br](mailto:philereno@sou.faccat.br), [csclouis@gmail.com](mailto:csclouis@gmail.com), [liane@penta.ufrgs.br](mailto:liane@penta.ufrgs.br)

Recibido: 23/02/2022 | Aceptado: 09/04/2023

**Cita sugerida:** L. Martins Gonçalves Descovi, M. G. Dos Santos, F. Herpich, J.A. Philereno, C.Silveira, L.M. Rockenbach Tarouco, "Avaliação da usabilidade do agente conversacional Cerebrum com professores em formação: uma abordagem educacional aplicada às equações algébricas," *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 36, pp. 28-36, 2023. doi:10.24215/18509959.36.e3.

### Resumo

Este artigo apresenta um estudo envolvendo o protótipo de agente conversacional desenvolvido na plataforma Watson Assistant (IBM). O objetivo da investigação é analisar a usabilidade do agente conversacional como ferramenta de aprendizagem de matemática em equações algébricas. Para a avaliação, foi utilizado um sistema de avaliação de agentes conversacionais, denominado como ChatAval. A metodologia utilizada é qualitativa exploratória, pois consiste em analisar os dados obtidos pelos aplicativos tecnológicos Cerebrum e ChatAval. Os resultados da investigação de usabilidade do Cerebrum, com alunos da graduação de Licenciatura de Matemática, permitem concluir que a usabilidade do agente conversacional apresentou efetividade, eficiência e satisfação do usuário, acima do escore, na utilização do Cerebrum, sendo assim, é possível qualificar positivamente o seu desempenho e dar continuidade no seu desenvolvimento, implementado melhorias na ferramenta em estudo.

**Palavras chave:** Cerebrum; Álgebra; ChatAval; Watson assistant; Ensino; Usabilidade.

### Abstract

This paper presents a study involving the conversational agent prototype developed on the Watson Assistant (IBM) platform. The objective of the investigation is to analyze the usability of the conversational agent as a tool for learning mathematics in algebraic equations. For the evaluation, an evaluation system of conversational agents, called ChatAval, was used. The methodology used is exploratory qualitative, as it consists of analyzing the data obtained by the technological applications Cerebrum and ChatAval. The results of the Cerebrum usability investigation, with undergraduate Mathematics students, allow us to conclude that the usability of the conversational agent showed effectiveness, efficiency, and user satisfaction, above the score, in the use of the Cerebrum, therefore, it is possible to qualify positively its performance and continue its development, implementing improvements in the tool under study.

**Keywords:** Cerebrum; Algebra; ChatAval; Watson assistant; Teaching; Usability.

## 1. Introdução

Com os avanços tecnológicos, pode-se assegurar que as ferramentas digitais deverão ser incorporadas ao ensino nas escolas aliando as necessidades dos seus estudantes e professores. De acordo com Borba, Scucuglia e Gadanidis [1, p.17] "A forma acelerada com que inovações tecnológicas vêm tomando corpo é, atualmente, uma característica marcante de nossa sociedade [...]".

Entre os ambientes virtuais, destacamos aqui os sistemas de tutores inteligentes (STI). Aliando a tecnologia e o ensino-aprendizagem, os sistemas de tutores inteligentes, se constituem em uma tecnologia eficiente com propósitos educacionais que incorporam técnicas de Inteligência Artificial (IA) e oferecem vantagens no ensino e aprendizagem de diferentes conceitos, por meio de agentes conversacionais, já que simula o processo do pensamento humano para auxiliar na resolução de problemas ou em tomadas de decisões. As desvantagens, que os estudos apontam, estão na utilização dos chatbots na conversão de problemas mais complexos. Isso significa que, em fase inicial, é necessário otimizar a base de conhecimento, de maneira que o agente conversacional consiga entender e verificar o conteúdo de forma eficaz. Os aspectos que contribuem para a formação do indivíduo, apontam os autores [2, 3], estão relacionados ao suporte que o chatbot oferece e que auxilia os professores com a dificuldade mais específica de cada indivíduo, de acordo com sua interação com a máquina.

Na informática, a Inteligência artificial, segundo a IBM [4] refere-se a qualquer inteligência semelhante à inteligência humana exibida por um computador, robô ou outra máquina, potencializa os computadores e máquinas para imitar os recursos da mente humana para solucionar problemas e tomar decisões.

Chatbot é um programa que simula um ser humano na conversação com pessoas [5], também conhecido como assistente virtual, bot, agente conversacional ou agente virtual. São pequenas unidades de software capazes de simular um diálogo com humanos, que processam frases enviadas em linguagem natural, por meio de uma interface de comunicação que identifica, em sua base, uma resposta coerente.

Sendo assim, o objetivo deste estudo é de analisar a usabilidade de um protótipo de chatbot, intitulado Cerebrum<sup>1</sup>, como uma ferramenta de apoio ao ensino de equações de primeiro grau, por meio da plataforma digital Watson Assistant da IBM<sup>2</sup>.

## 2. Equações de primeiro grau

O princípio aditivo e multiplicativo da igualdade diz que, em uma igualdade matemática, se adicionarmos um mesmo valor aos dois membros de uma equação, obteremos uma equação equivalente à equação dada. Essa representação semiótica nas equações de 1º grau é traduzida por Duval [6, 7]. A teoria apresentada pelo autor

destaca o acesso aos objetos matemáticos pelos alunos, por meio de suas representações semióticas diferentes, que podem explorar diferentes representações.

Seffrin, Cruz e Jaques [8] destacam, em seus estudos, que as principais dificuldades enfrentadas pelos alunos na resolução de equações algébricas estão relacionadas ao forte conceito aritmético dos alunos, que acabam generalizando as equações, dificultando a transição do pensamento aritmético para o pensamento algébrico. Observa-se que tais dificuldades, iniciadas no ensino fundamental, geram profissionais cada vez mais deficientes em matemática, tanto na graduação em áreas de exatas quanto nas demais. O problema está na base de aprendizagem e não no fim da carreira acadêmica do estudante.

Ozores [9, p.34] disserta que "Quando os alunos aprendem equação no sétimo ano, muitos professores dizem a frase "passa para o outro lado e troca o sinal". Os alunos, prontamente, decoram essa regra e isso acaba gerando erros, como " $-2x=8$ ,  $x=8/2$  ou " $-5x=0$ ,  $x=0+5$ ", que ocorrem com frequência. Segundo a autora, isso acontece porque "o aluno está testando estratégias e estabelecendo relações entre novos conhecimentos". A pesquisadora enfatiza que o processo mecânico confunde o aluno no processo de resolução, pois a forma que foi construído pelo docente gera uma construção arbitrária, ou seja, decorando uma regra, sem a construção significativa prévia de conceitos.

## 3. Tecnologias educacionais, Inteligência Artificial e Chatbot

As tecnologias educacionais, destacam Tarouco, Silva e Herpich [10, p.18] que apresentam características como "[...] imersão, colaboração, comunicação e interação, podem criar novas possibilidades, em que os estudantes, no momento da realização das atividades educacionais, tornam-se mais ativos e exploram novas oportunidades de aprendizado". Os autores citados destacam que, em um ambiente virtual de aprendizagem, os alunos estão livres para explorá-lo, de modo que a aprendizagem se caracteriza por ser mais ativa e participativa.

Partindo do pressuposto anterior, os dispositivos móveis, presentes no contexto escolar, ainda mais no momento atual de ensino remoto, por consequência da pandemia, garantem os autores [1], tem por objetivo melhorar o acesso à informação e aos conteúdos em qualquer lugar e em qualquer tempo, além de facilitar a interação entre professores e alunos. De forma genérica, são consideradas tecnologias móveis digitais os dispositivos com formato reduzido, portáteis, autônomos e que acompanham as pessoas em qualquer espaço e tempo.

Com isso, é possível trazer os estudos da plataforma Educause que apresenta pesquisas na área da tecnologia. Em um deles, Alexander et al. [11] delimitam que a inteligência artificial (IA) utiliza sistemas de computadores para realizar situações, que historicamente

eram confiadas à cognição humana. Ou seja, a inteligência artificial é uma tecnologia que utiliza mecanismos de processamento que simulam a inteligência humana. Com isso, a inteligência artificial pode servir como uma economia de tempo e intensificador de engajamento digital, mas também introduzir potenciais desafios éticos no domínio da privacidade e uso de dados, ou seja, é importante analisar e aplicar o equilíbrio entre as possibilidades e os desafios do uso da IA na educação.

Chatbots são scripts executados sobre a plataforma dos aplicativos de troca de mensagens, que realizam funções específicas. Atualmente, existem chatbots relacionados a diversas áreas, como educação, entretenimento e pesquisa. Cedro et al. [2, p. 1626] citam, por exemplo, "ImageBot é um chatbot para o aplicativo Telegram, cujo objetivo é buscar imagens na Web por meio das palavras-chave enviadas pelo usuário". Os autores destacam que o ponto forte dos chatbots é oferecer um serviço dentro das ferramentas mais utilizadas no cotidiano dos indivíduos, os aplicativos de troca de mensagens, e ainda para utilizar esse serviço não é necessário fazer download de nenhum outro aplicativo, logo, não utiliza espaço de memória nos aparelhos.

Lima [12] descreve que chatbot "são robôs destinados à conversação e interação com seres humanos, cujo principal objetivo é dialogar com os mesmos em linguagem natural". O termo chatbot (ou chatterbot) foi criado em 1994, por Michael Maulding, para identificar os programas de computador que permitem a interação (conversação) com usuários humanos por meio de linguagem natural e sua origem está na ligação entre as palavras conversa (chat) e robô (bot). A conversação entre uma máquina e um humano foi evidenciada por Alan Turing, em 1950, em seu artigo "Computing Machinery and Intelligence" [12], que apresentou um modelo de questionamento a fim de avaliar a capacidade da máquina responder inteligentemente.

Cedro et al. [2] destacam que para desenvolver um chatbot para um aplicativo de troca de mensagens, é necessário que esse aplicativo forneça uma API (Application Programming Interface) de integração para coletar os dados de entrada dos usuários e enviar informações aos usuários.

À consolidação e produtividade da tecnologia de inteligência artificial em diferentes organizações, como aponta Gartner [13] na Figura 1, apresenta no topo do gráfico os chatbots e a utilização de interfaces conversacionais, alcançando o platô máximo de 2 a 5 anos ou de 5 a 10 anos, conseqüentemente, o que apresenta um cenário promissor e que precisa ser explorado e ter contribuições de novos estudos e novas tecnologias.

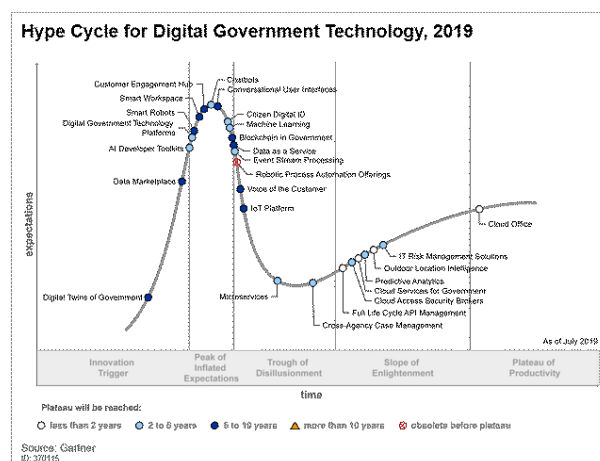


Figura 1. Ciclo de promoção da Gartner para tecnologia governamental  
Fonte: Gartner [13]

Sendo assim, a tecnologia é um recurso que pode complementar as ações pedagógicas que o docente planeja, pois sempre estará disponível para diferentes ações e objetivos didáticos. A utilização de agentes conversacionais possibilita que o aluno tire suas dúvidas e auxilie no processo de construção de novos conceitos a partir dos conhecimentos prévios, interagindo e analisando as propostas disponibilizadas pela máquina.

## 4. Metodologia

O presente estudo utiliza uma abordagem qualitativa com objetivos propostos exploratório descritivo. A partir das dificuldades enfrentadas pelos estudantes em compreender, significativamente, a álgebra linear, o uso de agente conversacional, aliado à tecnologia de inteligência artificial e tutores inteligentes, chamado Cerebrum, requer seqüências complexas de informações entre usuário e o agente. Tais características impõem desafios de usabilidade para a troca de informações, efetividade, interatividade, eficiência e a satisfação do usuário.

O protótipo Cerebrum teve o objetivo de oferecer, no aplicativo, a construção de conjecturas, já abordadas nos anos anteriores do ensino básico, processos aditivos e multiplicativos de resolução de problemas matemáticos. Esse princípio de cálculo, na álgebra, já vem sendo abordado em livros didáticos atualizados, da educação básica, utilizando o método de equilíbrio de equação.

Inicialmente foi desenvolvido o protótipo na plataforma Watson Assistant, envolvendo a resolução de equações de primeiro grau por meio da resolução dos princípios aditivo e multiplicativo, durante o desenvolvimento foram realizados vários testes envolvendo o Cerebrum. Testes simulando acertos, erros e possíveis conversações entre o aluno e a máquina.

Durante uma aula (4 horas), que ocorreu no primeiro semestre de 2021, de forma virtual e síncrona, devido às restrições do Covid-19, foram convidados treze alunos, que cursam Licenciatura em Matemática, para interagirem

com o agente Cerebrum, realizando as atividades propostas, e em seguida preencher uma avaliação, com vistas a apreciar a usabilidade do mesmo. Foi disponibilizado o protótipo Cerebrum<sup>3</sup>, sendo que um dos investigadores era o professor titular. Os futuros docentes, já conheciam o processo de resolução das equações de primeiro grau por meio dos métodos aditivo e multiplicativo, desenvolvido em aulas de Laboratório I e II do curso de licenciatura, sendo assim, o objetivo foi a análise do sistema que ocorreu por meio do avaliador de ChatAval.

O perfil dos investigados consiste em graduandos do 5º ao 7º semestre de conclusão de curso (com idade média em 25 anos), sendo 10 do gênero feminino e 3 do gênero masculino, 100% dos investigados não conheciam a tecnologia de chatbot para o ensino e aprendizagem, relatam que já utilizaram para fins de comércio de produto e consulta à informações, que algumas empresas utilizam nas suas plataformas digitais.

Para realizar a avaliação do agente conversacional, foi utilizado o sistema de avaliação de agentes conversacionais denominado ChatAval. O ChatAval trata-se de uma aplicação web baseada em framework para avaliação de métricas de avaliação de softwares com foco em métricas de agentes conversacionais. A partir desta ferramenta, foi possível a estruturação de formulários que serviram como questionários para avaliar aspectos como usabilidade, funcionalidade, eficiência, entre outras características relevantes à avaliação de chatbots educacionais, assim como mostrar um quadro comparativo entre os diferentes agentes conversacionais avaliados com um mesmo formulário.

#### 4.1. Cerebrum

O Cerebrum é um Agente conversacional desenvolvido na plataforma Watson como detalhado a seguir. A plataforma Watson Assistant oferece diferentes recursos. Após criar uma conta no IBM Watson Assistant, é possível criar robôs de conversação em tempo real, em qualquer dispositivo, aplicativo ou canal. Agente conversacional ou Chatbot é conhecido como um assistente, que conecta-se aos recursos, que pretende-se utilizar, de engajamento do usuário, oferecendo um sistema único que auxilia o indivíduo na resolução de problemas e tomadas de decisões [14]. A Figura 2 apresenta a tela inicial do agente conversacional Cerebrum.



Figura 2: Tela inicial do agente conversacional Cerebrum. Fonte: Pesquisadores (2023)

Durante a utilização, além do acesso ao banco de dados disponível no aplicativo, o próprio aluno formulou perguntas e respostas, gerando mais dados e produzindo mais modelos. A interação entre o aluno e o Cerebrum se deu de forma que o próprio aluno “ensine e experimente” os conceitos básicos de matemática, de forma lúdica e prática. Kuyven et al. [3] descrevem que o aprendizado de inteligência artificial usa uma variedade de algoritmos que aprendem interagindo com os dados e assim prever resultados. O Cerebrum foi fundamentado no conceito de experimentação.

Na Figura 3, apresenta a interação, após o aluno ser questionado em como representa “um número adicionado a cinco unidades”, após o aluno escrever a representação de forma correta, o diálogo seguinte é a resolução expressão  $3x-5=10$ .

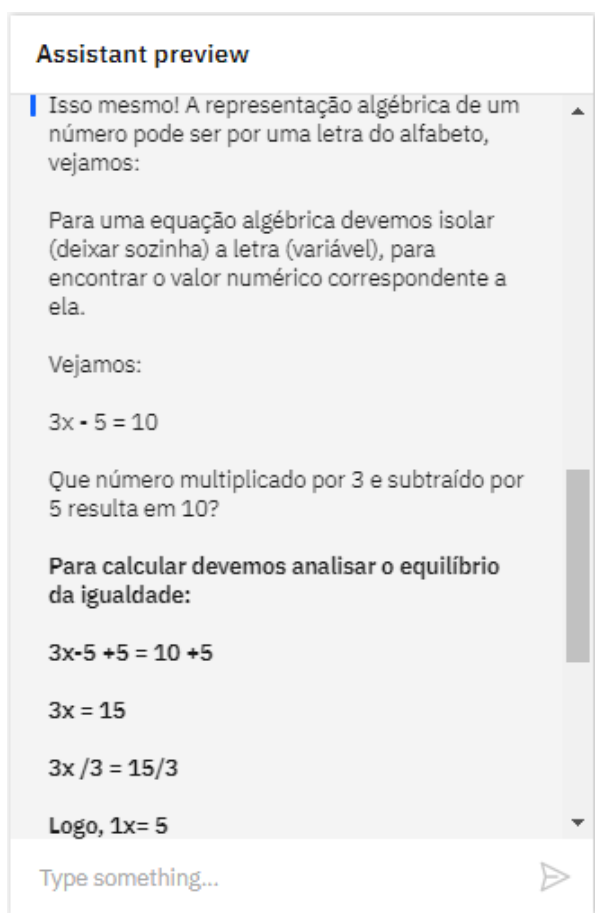


Figura 3. Tela da conversação do Chatbot protótipo Cerebrum. Fonte: Pesquisadores (2023)

Em seguida o indivíduo é convidado a realizar três situações diferentes, uma delas descrita a seguir:

A questão apresentada é  $2x + 3 = 7$  e é solicitado ao indivíduo a escolha do primeiro passo para resolução da equação através de opções por botões, a saber:

- Dividir ambos os lados por dois?
- Subtrair 3 de ambos os lados?
- Subtrair 7 de ambos os lados?
- Não sei o que fazer.

Em todas as etapas da questão, o Cerebrum apresenta a oportunidade do indivíduo em pedir ajuda através da escolha "Não sei o que fazer".

Caso ele escolha a opção certa, a conversa segue o fluxo com as devidas explicações do porquê de ser a opção certa.

Se escolher uma das opções erradas, uma explicação do porquê a opção não seria a melhor escolha, apresentando a dificuldade na resolução, convidando o indivíduo a reiniciar o exercício assim como permitindo que ele encerre a conversa.

Caso aceite reiniciar, o Cerebrum retorna para a pergunta anterior.

Uma vez encerrada a resolução da equação, o chatbot faz as devidas considerações "Perfeito! Então a equação ficaria  $x = 2$ ; com isso já teríamos o resultado final" ou ainda "Muito bem \*nome\* Vamos para a atividade 2".

A tecnologia, nas áreas que abrangem o uso de agentes conversacionais, Chatbots e assistentes virtuais, na plataforma Watson Assistant, pode ocorrer não somente na realização de tarefas e sim na solução de dúvidas ou dificuldades que possam ocorrer durante o processo de resolução [15].

No desenvolvimento do chatbot através da plataforma Watson Assistant, utilizou-se as intenções, entidades e diálogos para estruturar a conversação.

As intenções consistem na ação que o indivíduo pretende através da sua interação com o chatbot. Como exemplo, caso o indivíduo digite algo como "boa noite" ou "olá", o chatbot entenderá que o mesmo está fazendo uma saudação, pois está de acordo com o que prevê a intenção "#saudacao", e responderá da melhor forma possível.

As entidades são ações que o chatbot executará baseado na resposta do indivíduo ou execução do botão. Podemos exemplificar com a entidade "@continuar" que pula para o passo seguinte ou com a entidade "@fazer\_exercicio", a qual entenderá que o indivíduo quer seguir com a conversa.

Os diálogos são os caminhos da conversação, caminhos estes que são dirigidos pelas intenções e entidades. Este fluxo pode ser contínuo e sequencial como também pode sofrer desvios condicionais, como por exemplo, o retorno apresentado.

Alguns cuidados foram tomados para que não houvesse ambiguidade nas ações, conforme esclarecido nas documentações oficiais da IBM [16].

Como já visto anteriormente, existem duas formas de interação com o indivíduo, a saber: Através de interpretação de resposta digitada e através de ações de botões ou menus de escolha.

A primeira forma utiliza inteligência artificial para "traduzir" a intenção do indivíduo, permitindo que a pergunta seja respondida de formas diferentes, mas com o mesmo resultado. Também é possível, e foi utilizado na interpretação do nome do indivíduo, o uso de expressão regular para garantir a maior confiabilidade do resultado.

A segunda forma utiliza respostas mais diretas dadas pelo próprio agente ao ser escolhido um dos botões ou item de menus de escolha. A resposta é programática e o resultado é interpretado sem necessidade de análises.

## 4.2. ChatAval

O ChatAval trata-se de uma ferramenta com a finalidade de automatizar um framework com métricas de avaliação de softwares a fim de prover uma ferramenta completa para avaliação de agentes conversacionais voltados para a educação. O ChatAval foi desenvolvido por pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Informática na

Educação (PPGIE) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), testado e validado por autores deste artigo.

Desenvolvido como uma aplicação web, a ferramenta possibilita fazer desde a configuração de métricas de categorias, subcategorias, quanto a criação dos formulários avaliativos, a disponibilização de preenchimento automático por parte de usuários desses formulários e a visualização de um quadro comparativo dos resultados das pesquisas, caso tenhamos mais um agente conversacional avaliado.

O ChatAval apresenta sugestões de métricas de software a fim de sugerir o que um chatbot educacional pode e deve ter para ser interessante e a fim de poder ser utilizado como referência para a construção de chatbots desenvolvidos para o contexto educacional e utiliza elementos da norma NBR ISO/IEC 25010:2011 e métricas entradas em 12 estudos internacionais que abordam avaliação de agentes conversacionais.

A Figura 4, apresenta a tela inicial do ChatAval, Observa-se que há links na parte superior direita nos quais apresentam-se as categorias, subcategorias, formulários, aplicações e resultados, em seguida as boas vindas, o objetivo, as categorias e descrição para cada métrica avaliada.



Figura 4. Tela inicial do ChatAval  
Fonte: Pesquisadores (2023)

Ao clicar em Categoria, observa-se, na Figura 5, as categorias e descrições cadastradas para a avaliação do Cerebrum, conforme as normas dos agentes.

Categoria	Descrição
Funcionalidade	Capacidade do produto de software de prover funções que atendam às necessidades explícitas e implícitas, quando o software estiver sendo utilizado sob condições especificadas.
Confiabilidade	Capacidade do produto de software de manter um nível de desempenho especificado, quando usado em condições especificadas.
Usabilidade	Capacidade do produto de software de ser compreendido, aprendido, operado e atraente ao usuário, quando usado sob condições especificadas.
Eficiência	Capacidade do produto de software de apresentar desempenho apropriado, relativo à quantidade de recursos usados, sob condições especificadas.
Manutenibilidade	Capacidade do produto de software de ser modificado. As modificações podem incluir correções, melhorias ou adaptações do software devido a mudanças no ambiente e nos seus requisitos ou especificações funcionais.
Portabilidade	Capacidade do produto de software de ser transferido de um ambiente para outro.

Figura 5. Telas das categorias cadastradas  
Fonte: Pesquisadores (2023).

Para cada categoria, pode-se cadastrar sub-categorias e incluir questões de avaliações. A avaliação do ChatAval consiste em um questionário com uma pergunta com a opção de escolher as opções de 1 até 5 na escala Likert, conforme descrito na Figura 6.

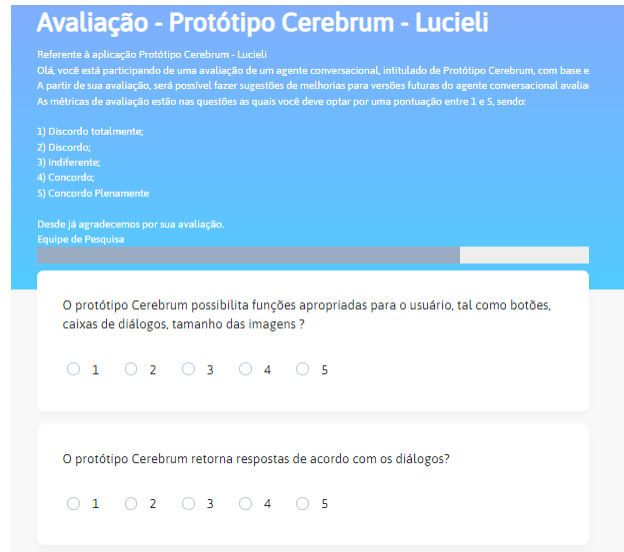


Figura 6. Opções de 1 a 5 na escala Likert  
Fonte: Pesquisadores (2023).

Cada uma das perguntas estão relacionadas a métricas específicas. Neste estudo, as Categorias utilizadas foram Funcionalidade, Usabilidade e Eficiência.

Na categoria Funcionalidade, as métricas de avaliação utilizadas foram Acurácia e Adequação. Na categoria Usabilidade, as métricas selecionadas foram Apreensibilidade, Atratividade e Inteligibilidade. Já a categoria Eficiência, utilizou as métricas selecionadas para esse estudo foram Comportamento em relação ao tempo e Conformidade relacionada à eficiência.

A Tabela 1 apresenta o nome da métrica e a pergunta utilizada no questionário para avaliar a mesma.

Métrica	Pergunta
Adequação	O protótipo Cerebrum possibilita funções apropriadas para o usuário, tal como botões, caixas de diálogos, tamanho das imagens?
Acurácia	O protótipo Cerebrum retorna respostas de acordo com os diálogos?
Inteligibilidade	O Protótipo Cerebrum apresenta características de fácil compreensão que podem ser aprendidas e facilmente operadas?
Apreensibilidade	O Protótipo Cerebrum possibilita que o aluno aprenda a operar intuitivamente?
Atratividade	Enquanto utiliza o Protótipo Cerebrum você o considera atrativo?
Comportamento em relação ao tempo	O Protótipo Cerebrum apresenta um bom acesso em relação ao tempo para trazer a resposta durante o diálogo?

Conformidade relacionada à eficiência	O Protótipo Cerebrum possui eficiência para abrir, fechar e carregar as telas de diálogos e de respostas, tendo em vista a configuração do seu computador e a velocidade de sua internet?
---------------------------------------	---

Cada uma das perguntas, conforme apresentado na Tabela 1, está relacionada às métricas específicas. Neste estudo, as categorias utilizadas foram Funcionalidade, Usabilidade e Eficiência. Na categoria Funcionalidade, as métricas de avaliação utilizadas foram Adequação e Acurácia; na Usabilidade, foram selecionadas as métricas Apreensibilidade, Atratividade e Inteligibilidade e na categoria Eficiência, as métricas Comportamento em relação ao tempo e Conformidade relacionada à eficiência.

## 5. Resultados obtidos

A Figura 7 demonstra a distribuição das métricas “n” pesos atribuídos às respectivas métricas.

Resultados do formulário Avaliação - Protótipo Cerebrum - Lucieli

Categoria	Peso	NOTAS
		Protótipo Cerebrum - Lucieli
<b>Eficiência</b>	<b>3.0</b>	
Comportamento em relação ao tempo	4.0	3.9
Conformidade relacionada à eficiência	6.0	6.0
	SUBTOTAL	3.0
<b>Funcionalidade</b>	<b>4.0</b>	
Acurácia	4.0	4.0
Adequação	6.0	5.9
	SUBTOTAL	4.0
<b>Usabilidade</b>	<b>3.0</b>	
Apreensibilidade	3.0	3.0
Atratividade	2.0	1.9
Inteligibilidade	5.0	4.8
	SUBTOTAL	2.9
	TOTAL	9.9

Figura 7. Resultados do formulário de avaliação  
Fonte: Pesquisadores (2023).

Observa-se também que as métricas utilizadas: comportamento em relação ao tempo, conformidade relacionado à eficiência, Acurácia, Adequação, Apreensibilidade, Atratividade e Inteligibilidade também contabilizaram muito próximo a nota máxima ou até a nota máxima das métricas estipuladas.

A avaliação de um chatbot por métricas de avaliação pode ser bastante relevante. Goh et al. [17] destacam a crescente necessidade de métricas para avaliar e medir a qualidade das respostas produzidas pelos sistemas de agentes de conversacionais com base em diferentes abordagens e domínio. Neste sentido, Radziwill e Benton [18] apresentam abordagens de avaliação da qualidade e desenvolvem um método de avaliação da qualidade baseado em atributos.

Os resultados demonstram que para todas as perguntas utilizadas houve atribuição do peso máximo ou peso próximo à avaliação total. Na categoria Usabilidade, a métrica Atratividade tinha peso máximo de 2,0 e ficou com 1,9; já a categoria Inteligibilidade tinha peso máximo de 5,0 e ficou com 4,8. Sobre resultados avaliados a partir de métricas, Phillips [19] aponta que é importante ter informações sobre o andamento dos chatbots para que se tenha informações sobre oportunidades de crescimento e aprimoramento.

Nesse estudo, utilizou-se algumas métricas disponibilizadas pelo ChatAval que contempla elementos da norma NBR ISO/IEC 25010:2011 e métricas entradas em 12 estudos internacionais que abordam avaliação de agentes conversacionais. No entanto, vale salientar que se outras métricas diferentes das utilizadas neste estudo, e, ainda, se o protótipo Cerebrum fosse avaliado por um outro público, os resultados poderiam ser totalmente diferentes dos apresentados neste estudo. Assim, os indicadores chave de desempenho podem variar com base no caso de uso do chatbot e na demografia da base de usuários, no entanto, várias métricas importantes fornecerão informações valiosas para o desenvolvimento e avaliação de chatbot para as mais diversas finalidades.

Nesta perspectiva, conforme os dados apresentados na Figura 7, o resultado final da avaliação do protótipo Cerebrum sob as métricas do ChatAval com a média final de 9,9 em considerando o total de 10,0. Esse resultado foi positivo e superou as expectativas iniciais em relação ao agente conversacional Cerebrum, mas vale salientar que, caso outras métricas fossem utilizadas pelo ChatAval, como por exemplo, avaliar métricas de Portabilidade e Manutenibilidade, o resultado poderia ser diferente considerando ainda os mesmos avaliadores [20].

Por fim, constatou-se que as métricas de Funcionalidade, Usabilidade e Eficiência atenderam muito bem as expectativas dos graduandos participantes da avaliação, pois a partir das métricas utilizadas pelo mesmo atendeu-se de maneira bastante satisfatória.

## Conclusões

A IBM [14] destaca que o Watson Assistant é uma plataforma completa que implementa técnicas de Inteligência Artificial e de Machine Learning associadas à função do assistente virtual, o que permite um treinamento capaz de entender diferentes contextos. Além disso, o Watson Assistant é capaz de buscar respostas em uma base de conhecimento, reconhecer quando precisa de mais detalhes ou até mesmo quando é preciso direcionar a necessidade para um agente humano.

A partir dos resultados obtidos através da ferramenta de avaliação ChatAval, foi possível concluir que o Cerebrum atende os critérios de usabilidade para a troca de informações, efetividade, interatividade, eficiência e a satisfação do usuário. Nesta perspectiva, a usabilidade do protótipo Cerebrum, conforme apurado na ferramenta de

avaliação ChatAval, foi satisfatória e atingiu o escore total equivalente a 9,9.

Portanto, o agente conversacional Cerebrum da IBM oferece um nível mais avançado de usabilidade ao usuário, sendo capaz de lidar com situações mais complexas do que os chatbots convencionais, aplicando o entendimento de linguagem natural da já conhecida Inteligência Artificial do IBM Watson. Consequentemente, como trabalhos futuros pretende-se analisar os dados obtidos no banco de dados do agente conversacional Cerebrum, envolvendo as interações entre usuário e máquina, bem como o processo de aprendizagem, envolvendo as equações disponibilizadas no protótipo Cerebrum, e capacitar o chatbot para apoiar o ensino de álgebra linear, para alunos da graduação.

## Notas

<sup>1</sup> Foi escolhido o nome Cerebrum, pois deriva da palavra cérebro, em Latim.

<sup>2</sup> IBM: International Business Machines Corporation. É uma empresa dos Estados Unidos da área de informática.

<sup>3</sup> Link de acesso ao protótipo Cerebrum. Disponível em <https://abre.ai/dSYQ>.

## Referências

[1] M.C. Borba, R. Scucuglia, G. Gadanidis, *Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento*. 3rd. ed. 2020.

[2] P. D. C. Cedro, A. J. C. Silva, A. C. Inocêncio, C. C. Castro, H. A. X. Costa, P. A. P. Júnior "CVChatbot: Um Chatbot para o Aplicativo Facebook Messenger Integrado ao AVA Moodle," in *VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação- CBIE*, pp. 1623-1632, 2018.

[3] N. L. Kuyven, C. A. Antunes, V. J. B. Vanzin, J. L. T. SILVA, A. L. Krassmann, L. M. R. Tarouco, "Chatbots na educação: uma Revisão Sistemática da Literatura," *RENTE, Revista Novas Tecnologias na Educação*, vol. 16, pp. 1-10, 2018.

[4] N. L. Kuyven, V. Vanzin, C. Antunes, A. Cemin, J. L. T. Silva, L. M. R. Tarouco, "Mapeamento de Problemas Trigonométricos usando Deep Learning," in *VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação- CBIE*, pp. 1513-1522, 2018.

[5] S. M. W. Moraes, L. S. De Souza, "Uma abordagem Semiautomática para Expansão e Enriquecimento Linguístico de Bases AIML para Chatbots," in *Congresso Internacional de Informática Educativa*, 2015, Santiago. Anais. Santiago: Universidad de Chile, pp. 600-605, 2015.

[6] R. Duval, *Deux regards opposés sur les points critiques sur l'enseignement de l'algèbre au collège* (11-15 ans). Palestra proferida no Programa de Pós-Graduação

em Educação Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso. 2012.

[7] R. Duval; J. L. M. Freitas, V. Rezende, "Entrevista: Raymond Duval e a Teoria dos Registros de Representação Semiótica," *Revista Paranaense de Educação Matemática*, vol. 2, pp. 10-3, 2013.

[8] G. R. Seffrin, B. Cruz, P. Jaques, "Resolvendo equações algébricas no STI PAT2Math," in *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 2010.

[9] A. L. F. Ozores, *Entendendo alguns erros do Ensino Fundamental II que os alunos mantêm ao final do Ensino Médio*. Dissertação de mestrado (Educação Matemática)- Universidade de São Paulo, Instituto de Matemática e Estatística. São Paulo: 2016.

[10] L. M. R. Tarouco, P. F. Silva, F. Herpich, *Cognição e Aprendizagem em Mundo Virtual Imersivo*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2. ed., 2020.

[11] B. Alexander, et al. *EDUCAUSE Horizon Report: Higher Education Edition*. Louisville: EDUCAUSE, 2019.

[12] C. E. T. Lima, *Um Chatterbot para criação e desenvolvimento de ontologias com lógica de descrição*. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/25236/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Carlos%20Eduardo%20Teixeira%20Lima.pdf>. Acesso em: jan. 2023.

[13] Gartner. *Gartner Hype Cycle for Digital Government Technology*. 2019 Disponível em: <https://whatsthebigdata.com/2019/09/06/gartner-hype-cycle-for-digital-government-technology> Acesso em: 12 de jan. 2023.

[14] IBM C. Watson. Getting started with Watson Assistant. 2020. Disponível em: [https://cloud.ibm.com/docs/assistant?topic=assistant-getting-started&\\_ga=2.21935803.1272816929.1603116070-718699761.1602794626#getting-started](https://cloud.ibm.com/docs/assistant?topic=assistant-getting-started&_ga=2.21935803.1272816929.1603116070-718699761.1602794626#getting-started). Acesso em jan. 2023.

[15] R. Dale, "The return of the chatbots," *Natural Language Engineering*, vol. 22, no. 5, pp. 811-817, 2016.

[16] IBM C. Docs. *Controlando o fluxo de conversação*. 2021. Disponível em: <https://cloud.ibm.com/docs/assistant?topic=assistant-dialog-runtime#dialog-runtime-disambiguation> Acesso em: jan. 2023.

[17] O. S. Goh, Y. J. Kumar, N. H. Choon, P. H. L. Leong M. Safar, *An Evaluation of the Conversational Agent System*. Springer-Verlag. Heidelber. 35. 2016.

[18] N. M. Radziwill, M. C. Benton. *Evaluating Quality of Chatbots and Intelligent Conversational Agents*. arXiv preprint arXiv:1704.04579, 2017.

[19] C. Phillips, *Chatbot Analytics 101: The Essential Metrics You Need to Track*. Chatbots Magazine. 2018.



Disponível em <https://chatbotsmagazine.com/chatbot-analytics-101-e73ba7013f00> Acesso em: jan. 2023.

[20] L. N Paschoal, P. M. M. Chicon, G. A. M. Falkembach, *Concepção, Implementação e Avaliação de uma Agente Conversacional com Suporte à Aprendizagem Ubíqua*. CINTED-UFRGS. Novas Tecnologias. 2017.

*Información de Contacto de los/las Autores/as:*

**Lucieli Martins Gonçalves Descovi**  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre  
Brasil

[lucielidescovi@faccat.br](mailto:lucielidescovi@faccat.br)  
<http://lattes.cnpq.br/0273501141730107>  
<https://orcid.org/0000-0003-4946-348X>

**Marcio Gabriel Dos Santos**  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre  
Brasil

[phd.marcio@gmail.com](mailto:phd.marcio@gmail.com)  
<http://lattes.cnpq.br/8998376905580711>  
<https://orcid.org/0000-0002-5485-447X>

**Fabrcio Herpich**  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Araranguá  
Brasil

[fabrcio.herpich@ufsc.br](mailto:fabrcio.herpich@ufsc.br)  
<http://lattes.cnpq.br/7830251697546483>  
<https://orcid.org/0000-0002-1575-0512>

**José Alencar Philereno**  
Faculdades Integradas de Taquara  
Taquara  
Brasil

[philereno@sou.faccat.br](mailto:philereno@sou.faccat.br)  
<http://lattes.cnpq.br/2835847688780303>  
<https://orcid.org/0000-0002-8783-8150>

**Clóvis Silveira**  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre  
Brasil

[esclovis@gmail.com](mailto:esclovis@gmail.com)  
<http://lattes.cnpq.br/4034759394374543>  
<https://orcid.org/0000-0001-6670-1043>

**Liane Margarida Rockenbach Tarouco**  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre  
Brasil

[liane@penta.ufrgs.br](mailto:liane@penta.ufrgs.br)  
<http://lattes.cnpq.br/0878410768350416>  
<https://orcid.org/0000-0002-5669-588X>

**Lucieli Martins Gonçalves Descovi**

Aluna de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGIE/UFRGS). Docente do curso de Matemática nas Faculdades Integradas de Taquara/FACCAT/Taquara/Brasil.

**Marcio Gabriel Dos Santos**

Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

**Fabrcio Herpich**

Doutor em Informática na Educação (PPGIE/UFRGS/Brasil). Professor Adjunto da Universidade Federal de Santa Catarina. Professor colaborador no curso de doutorado do PPGIE/UFRGS.

**José Alencar Philereno**

Bacharel em Sistema de Informação na Faculdades Integradas de Taquara (2009). Trabalha na área de desenvolvimento de software desde 1993. Cursando Licenciatura em Matemática pela Faccat de Taquara.

**Clóvis Silveira**

Doutor em Informática na Educação (PPGIE/UFRGS/Brasil).

**Liane Margarida Rockenbach Tarouco**

Doutorado em Engenharia Elétrica (USP/Brasil) e Mestrado em Computação (UFRGS/Brasil).