



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS



CINTIA YUMI HIRAI

**MACHINE LEARNING E ENSINO INDIVIDUALIZADO NA MATEMÁTICA: UMA  
FERRAMENTA PARA O PROFESSOR**

SOROCABA  
JULHO DE 2021

Cintia Yumi Hirai

**Machine Learning e ensino individualizado na Matemática: Uma ferramenta para o professor**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas (PPGECE), da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Matemática sob orientação do Professor Doutor Rogério Fernando Pires.

Universidade Federal de São Carlos  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas

Orientador: Professor Doutor Rogério Fernando Pires

Sorocaba  
Julho de 2021

Hirai, Cíntia Yumi

Machine Learning e Ensino individualizado na  
Matemática: Uma ferramenta para o professor / Cíntia  
Yumi Hirai -- 2021.  
92f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São  
Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba  
Orientador (a): Rogério Fernando Pires  
Banca Examinadora: Diego de Melo Conti, Magda da  
Silva Peixoto  
Bibliografia

1. Machine Learning. 2. Taxonomia Educacional. 3.  
Ensino Individualizado. I. Hirai, Cíntia Yumi. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática  
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -  
CRB/8 6979



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas

---

### Folha de Aprovação

---

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Cíntia Yumi Hirai, realizada em 02/07/2021.

#### Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Rogerio Fernando Pires (UFU)

Prof. Dr. Diego de Melo Conti (PUCCAMP)

Profa. Dra. Magda da Silva Peixoto (UFSCar)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao meu marido Edel por sempre ter apoiado e incentivado as minhas decisões. Graças a ele, este projeto foi finalizado, pois não mediu esforços para me ajudar no desenvolvimento do Machine Learning, mesmo não trabalhando nesta área.

Agradeço aos meus pais e minhas irmãs que estão sempre presentes em minha vida. E principalmente minha irmã Rosana que me auxiliou na tradução do Abstract.

Ao meu orientador Rogério pelos ensinamentos, pela paciência, pela prontidão, pela disponibilidade, pois sempre que precisei estava pronto para ajudar.

Aos meus alunos particulares pela confiança no meu trabalho, obrigada por aceitarem participar desta pesquisa.

Aos meus professores do mestrado pela dedicação e por tudo que me ensinaram ao longo destes dois anos.

Aos meus colegas de mestrado pela agradável convivência em todas as sextas que passamos juntos. Com certeza, aprendi muito com todos eles.

A minha amiga Suelen que ajudou muito me apoiando e me treinando para o dia da apresentação.

Obrigada a todos, cada um teve uma grande importância para realização deste projeto.

*“A Educação não transforma o mundo. A educação muda as pessoas. Pessoas mudam o mundo”*  
*Paulo Freire*

## RESUMO

HIRAI, Cintia Yumi. Machine Learning e ensino individualizado na Matemática: Uma ferramenta para o professor. 2021. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, Sorocaba, 2021.

Esta pesquisa tem por objetivo investigar as contribuições que a utilização do Machine Learning pode trazer ao professor na identificação das habilidades matemáticas dos estudantes dos três anos do Ensino Médio para elaboração de propostas de ensino individualizado. O Machine Learning ou “Aprendizado de Máquina” mostra que podemos ensinar uma máquina a aprender coisas e realizar determinadas tarefas sozinha. O software Orange Canvas, que utiliza ferramentas de Machine Learning, identifica o perfil do aluno de acordo com a Taxonomia de Bloom. A Taxonomia de Bloom ou taxonomia educacional tem por objetivo contribuir para o processo de ensino e guiar os procedimentos avaliativos. Esta é uma ferramenta prática de avaliação de performance individual, que utilizamos nesta pesquisa para identificar as habilidades dos alunos nos três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor. A pesquisa foi exploratória e teve uma abordagem qualitativa, na qual foi escolhida a modalidade de estudo de caso, coletamos os dados por meio de questionários online feitos para um grupo de alunos do Ensino Médio, que são alunos particulares da pesquisadora. A coleta foi realizada em duas etapas, sendo a primeira apenas para a máquina iniciar seu aprendizado, e a segunda para a máquina identificar as habilidades dos alunos, e assim, determinar com mais facilidade quais instrumentos, métodos e técnicas que devemos utilizar com os alunos, a fim de classificar os comportamentos educacionais e ajudar no planejamento, na organização e no controle dos objetivos de aprendizagem. Vemos que o uso do Machine Learning no Orange Canvas contribuiu na identificação das necessidades dos alunos pela pesquisadora, proporcionando-a oportunidade de preparar atividades adequadas para o desenvolvimento das habilidades de cada aluno. Baseado nessa pesquisa, se a pesquisadora não tivesse utilizado o Machine Learning no Orange Canvas, ela teria que aplicar uma prova diagnóstica para classificar manualmente cada aluno e identificar a necessidade de cada um, assim ficando evidente que a tecnologia pode ser uma ferramenta útil para o professor na elaboração de atividades para o ensino individualizado.

**Palavras-chave:** Machine Learning. Ensino de Matemática. Taxonomia de Bloom.

## ABSTRACT

HIRAI, Cintia Yumi. Machine Learning and individualized teaching in Mathematics: a tool for the teacher. 2021. Dissertation (Master in the Graduate Program in Teaching Exact Sciences) – Universidade de São Carlos, Sorocaba campus, Sorocaba, 2021.

This research aims to investigate how the use of Machine Learning can contribute to the teacher in the identification of the mathematical skills of the students of the three years of High School for individualized teaching proposals. The use of Machine Learning shows that we can program a machine to learn things and perform certain tasks on its own. The Orange Canvas software, which uses Machine Learning tools, identifies the student's profile according to Bloom's Taxonomy. Bloom's taxonomy or educational taxonomy aims to contribute to the teaching process as well as to guide the evaluation procedures. This is a practical tool for evaluating individual performance, which we used in the current research to identify the students' skills in three domains: cognitive, affective, and psychomotor. The research was exploratory and had a qualitative approach, in which the modality of case study was chosen, where we collected the data through online questionnaires made for a group of high school students, who were being tutored by the researcher. The data collection was carried out in two stages, the first one for the machine to start its calibration, and the second one for the machine to identify the students' skills and, thus, easily determine which instruments, methods, and techniques we should use for students, to classify educational behaviors and help with planning, organizing, and managing learning objectives. We observed that the use of Machine Learning on the Orange Canvas greatly helped the researcher to identify the needs of the students, providing her the opportunity to prepare activities suitable for the development of the skills of each student. Based on the current study, if the researcher had not used Machine Learning on the Orange Canvas, she would have to apply a diagnostic test to manually classify each student and discover their individual needs, concluding this technology can be a useful tool for teachers in the elaboration of activities for individualized teaching.

**Keywords:** Machine Learning. Mathematics teaching. Bloom's Taxonomy.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Taxonomia de Bloom – Domínio Cognitivo	17
Figura 2 – Curva Logística	32
Figura 3 – Primeira pergunta do questionário – parte A	37
Figura 4 – Primeira pergunta do questionário – parte B1	38
Figura 5 – Primeira pergunta do questionário – parte B2	39
Figura 6 – Segunda pergunta do questionário – parte A	40
Figura 7 – Segunda pergunta do questionário – parte B	41
Figura 8 – Terceira pergunta do questionário – parte A	42
Figura 9 – Terceira pergunta do questionário – parte B	42
Figura 10 – Quarta pergunta do questionário – parte A	43
Figura 11 – Quarta pergunta do questionário – parte B	44
Figura 12 – Quinta pergunta do questionário	45
Figura 13 – Sexta pergunta do questionário – parte A	46
Figura 14 – Sexta pergunta do questionário – parte B	47
Figura 15 – Sétima pergunta do questionário	48
Figura 16 – Oitava pergunta do questionário	48
Figura 17 – Nona pergunta do questionário	49
Figura 18 – Décima pergunta do questionário	50
Figura 19 – Primeira planilha – Aba da segunda pergunta	54
Figura 20 – Segunda planilha – Aba da segunda pergunta	55
Figura 21 – Estrutura do programa	56

Figura 22A – Classificação dos alunos antes do aprendizado (primeira questão)	57
Figura 22B – Classificação dos alunos após o aprendizado (primeira questão)	57
Figura 23A – Classificação dos alunos antes do aprendizado (segunda questão)	58
Figura 23B – Classificação dos alunos após o aprendizado (segunda questão)	59
Figura 24A – Classificação dos alunos antes do aprendizado (terceira questão)	60
Figura 24B – Classificação dos alunos após o aprendizado (terceira questão)	60
Figura 25A – Classificação dos alunos antes do aprendizado (quarta questão)	61
Figura 25B – Classificação dos alunos após o aprendizado (quarta questão)	61
Figura 26A – Classificação dos alunos antes do aprendizado (quinta questão)	62
Figura 26B – Classificação dos alunos após o aprendizado (quinta questão)	62
Figura 27A – Classificação dos alunos antes do aprendizado (sexta questão)	63
Figura 27B – Classificação dos alunos após o aprendizado (sexta questão)	64
Figura 28A – Classificação dos alunos antes do aprendizado (sétima questão)	65
Figura 28B – Classificação dos alunos após o aprendizado (sétima questão)	65
Figura 29A – Classificação dos alunos antes do aprendizado (oitava questão)	66
Figura 29B – Classificação dos alunos após o aprendizado (oitava questão)	66
Figura 30A – Classificação dos alunos antes do aprendizado (nona questão)	67
Figura 30B – Classificação dos alunos após o aprendizado (nona questão)	67
Figura 31A – Classificação dos alunos antes do aprendizado (décima questão)	68
Figura 31B – Classificação dos alunos após o aprendizado (décima questão)	68

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Estruturação da Taxonomia de Bloom no domínio cognitivo	18
Quadro 2 – Verbos associados aos níveis do domínio afetivo	20
Quadro 3 – Habilidades de acordo com a Taxonomia de Bloom no domínio cognitivo	51
Quadro 4 – Quadro do nível conhecimento do domínio cognitivo dos alunos 17 a 21	69
Quadro 5 – Quadro do nível compreensão do domínio cognitivo dos alunos 17 a 21	70
Quadro 6 – Quadro do nível aplicação do domínio cognitivo dos alunos 17 a 21	71
Quadro 7 – Quadro do nível análise do domínio cognitivo dos alunos 17 a 21	72
Quadro 8 – Quadro do nível síntese do domínio cognitivo dos alunos 17 a 21	72
Quadro 9 – Quadro do nível avaliação do domínio cognitivo dos alunos 17 a 21	73
Quadro 10 – Quadro do nível recepção do domínio afetivo dos alunos 17 a 21	74
Quadro 11 – Quadro do nível resposta do domínio afetivo dos alunos 17 a 21	74
Quadro 12 – Quadro do nível valorização do domínio afetivo dos alunos 17 a 21	75
Quadro 13 – Quadro do nível organização do domínio afetivo dos alunos 17 a 21	76
Quadro 14 – Resultados do questionário de acordo com o domínio cognitivo e afetivo dos alunos 17 a 21	77

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	12
<b>2</b>	<b>ENSINO INDIVIDUALIZADO NA MATEMÁTICA</b>	13
2.1	TAXONOMIA EDUCACIONAL	16
2.2	A TECNOLOGIA NO ENSINO E NA APRENDIZAGEM	23
<b>3</b>	<b>MACHINE LEARNING</b>	27
3.1	ORANGE CANVAS	30
3.2	REGRESSÃO LOGÍSTICA	31
3.3	REDES NEURAIAS	33
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	34
4.1	COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	35
4.2	PRODUTO EDUCACIONAL	53
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	69
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	80
	<b>REFERÊNCIAS</b>	84
	<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS</b>	88
	<b>APÊNDICE B – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)</b>	90

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, percebemos que existe cada vez mais um número crescente de alunos que procuram professores particulares para ajudar em seus estudos fora do ambiente escolar. Muitos alunos querem que o professor particular explique novamente a matéria que foi dada em sala de aula ou que tire algumas dúvidas resolvendo exercícios.

A procura por aulas particulares ocorre com mais frequência nas disciplinas de Ciências Exatas, como Matemática, Física e Química. Desde de 2007 dou aulas particulares de Matemática, Física e Química para alunos entre 10 a 17 anos. Sendo que a maior procura sempre foi na área de Matemática. Alguns alunos dizem que buscam as aulas particulares porque não conseguiram entender a matéria dada, e outros porque apresentam algumas lacunas em Matemática que os impedem de acompanhar a matéria em sala de aula.

Podemos notar muitas diferenças existentes entre o ensino realizado em sala de aula com uma turma com vários alunos e aquele que acontece de maneira individualizada. Nas aulas particulares, o professor pode explicar a matéria de acordo com o ritmo de aprendizagem de cada aluno, retomar conteúdos já estudados que precisam ser revisados, consegue propor uma aula adaptada ao ritmo de seu aluno. Em contrapartida, isso não acontece em uma sala de aula, pois o docente não tem tempo de mapear todas as habilidades e as dificuldades de todos os alunos para melhorar a sua aula, já que tem um prazo pré-estabelecido, no qual precisa cumprir um cronograma de conteúdos da disciplina lecionada. Percebemos que durante as aulas particulares o professor tem a chance de conhecer melhor as habilidades de seu aluno, pois se concentra em entender o que esse aluno aprendeu e quais são as suas habilidades.

Como cada pessoa apresenta sua individualidade, ou seja, todos nós somos diferentes e aprendemos de maneiras diferentes, ninguém apresenta a mesma bagagem escolar se comparada com outra pessoa. Diante desse fato, os professores precisam perceber que é importante respeitar o ritmo de cada aluno, conhecendo melhor as suas habilidades para escolher a melhor maneira a ensiná-lo.

Pensando em mapear com mais rapidez as habilidades dos discentes, essa pesquisa utiliza o software Orange Canvas, que possui ferramentas de Machine Learning que identifica o perfil do aluno e pode melhorar o seu ensino individualizado na área de Matemática.

O objetivo deste trabalho consiste em investigar as contribuições que a utilização do Machine Learning pode trazer ao professor na identificação das habilidades matemáticas de estudantes do Ensino Médio para elaboração de propostas de ensino individualizado.

No ensino individualizado, o aluno estuda conforme seu ritmo, e os professores ensinam de acordo com as necessidades de cada um. Esse ensino otimiza consideravelmente o processo de aprendizagem dos estudantes.

A importância deste trabalho consiste na ferramenta tecnológica que auxiliou o docente no mapeamento de informações sobre os seus alunos, a fim de conhecer melhor as habilidades e saber qual é a melhor metodologia de ensino para cada um, contribuindo com a formação do estudante.

Vemos que o uso da tecnologia está cada vez mais presente nas melhorias do processo de ensino e aprendizagem. Através dos dados de uma planilha Microsoft Excel, o Orange Canvas utiliza da inteligência artificial para mapear as informações de cada aluno, para entender melhor os assuntos na disciplina de Matemática que eles têm mais facilidade e quais tem mais dificuldade. Essas informações serão importantes para o professor adequar a aula para que o aluno tenha o maior aproveitamento na sua aprendizagem.

Atualmente o professor tem a sua disposição uma infinidade de ferramentas tecnológicas que contribuem para preparação de sua aula. Podemos citar alguns exemplos, como criar slides de apresentação utilizando o Microsoft PowerPoint, ou ter acesso a aplicativos gratuitos que ajudam a construir os gráficos de funções, as figuras espaciais, entre outras. Além de ter um instrumento muito importante que é a internet, que facilita a busca de informações em sites de pesquisa, concede o acesso às aulas interativas online, e muitas outras coisas.

Podemos perceber que o uso de recursos tecnológicos pelo professor está cada vez mais frequente e contribui no processo de ensino e de aprendizagem. Portanto, o uso de Machine Learning poderá ajudar todos os professores, tanto os particulares, quanto os que lecionam em sala de aula. Ela será mais uma ferramenta tecnológica que auxiliará o docente no mapeamento de informações sobre os seus alunos, a fim de conhecer melhor as habilidades e saber qual é a melhor metodologia de ensino para cada um, contribuindo com a formação do estudante.

## **2 ENSINO INDIVIDUALIZADO NA MATEMÁTICA**

Historicamente, vemos que a relação professor-aluno sempre colocou o professor na posição de detentor do saber, e o aluno sempre esteve no papel de dependente do professor, por não ter saberes considerados suficientes. Existem modelos atuais de educação que tentam modificar essa maneira tradicional de tratar a relação entre o conhecimento, o sujeito que

ensina e aquele que aprende. Nesses novos modelos, o docente tem um papel de facilitador do processo de aprendizagem do estudante e o estimula na busca do conhecimento (BANDEIRA, FORTIM, 2018).

O papel do professor tem se modificado nos últimos anos, quando perguntamos aos nossos pais e aos nossos avós sobre a época de escolar deles, podemos perceber quanto a maneira de ensino tem se transformado na relação professor-aluno. Na escola tradicional, o docente era o dono do saber e do conhecimento, portanto, o sujeito ativo, e o discente era o sujeito passivo, logo deveria apenas receber o conhecimento.

A educação do século XX não se preocupava com o discente, e sim com o conhecimento a ser repassado. O professor era a figura central, vista com o “mestre do conhecimento”, e os alunos não tinham a prerrogativa de contestar e nem de opinar sobre o assunto que o educador falava em sala de aula. Neste contexto, observamos que o processo de ensino e aprendizagem e a relação professor-aluno não era baseado no diálogo e em troca de experiências, já que o docente era o centro do processo. Além disso, o ensino ser baseado no treino e na memorização dos conteúdos.

Entre o século XIX e XX iniciou-se na Europa e nos Estados Unidos o movimento da Escola Nova, que baseava o ensino centrado no aluno, respeitando as fases do seu desenvolvimento, o ritmo e as diferenças individuais, que davam mais liberdade e um papel mais ativo no seu processo de aprendizagem. Focava em compreender cada criança, com isso nascia as bases para um ensino que se queria cada vez mais individualizado (FIGUEIREDO SILVA, 2007).

Assim, com o avanço da ciência nos séculos seguintes, a ideia de planejamento educacional voltado para a individualidade de cada aluno foi se tornando mais presente, pois ajuda a otimizar o percurso de desenvolvimento dos estudantes. Esse planejamento é um mecanismo que garante os resultados esperados no processo de escolarização diversificado do discente (TANNÚS-VALADÃO; MENDES, 2018).

Nos dias atuais, o professor tem um papel muito importante na construção da inteligência cognitiva do aluno, pois interage de forma determinante nas relações do aprender e nas construções interpessoais. Atualmente, o docente é considerado um mediador que pertence e age em diferentes subsistemas (SILVA FILHO, 2014).

Portanto, na educação tradicional, os professores não se preocupavam em interagir com seus alunos para diagnosticar o entendimento sobre determinado assunto, estavam preocupados em cumprir todo o conteúdo a ser dado. Na atualidade, o educador tem um outro olhar em relação ao estudante, ele se atenta na construção do saber e se coloca na posição de

mediador do conhecimento.

Como a educação foi se modificando ao longo dos anos, e o docente cada vez mais se preocupando com a construção do saber do aluno, surgiu a necessidade de estudar mais o comportamento humano, a fim de conhecer melhor a personalidade de cada um.

O ser humano tem uma característica muito marcante, a singularidade. Todos nós possuímos particularidades e, isso, nos torna únicos e especiais. Portanto, cada aluno traz a sua bagagem escolar e um passado de vida diferente, fazendo com que cada um tenha um olhar diferente em relação ao mundo que vive. Logo, não podemos ter uma sala de aula onde todos se encaixam em um mesmo padrão de aprendizagem (STORTI, 2010).

De acordo com Castro (2016) todos os discentes apresentam suas singularidades, por isso, os docentes precisam de formas distintas de ensinar os diferentes, tratando os diferentes diferentemente.

Já que vivemos neste mundo das diferenças e dos diferentes, no qual cada indivíduo tem sua história e suas próprias experiências de vida, não podemos considerar ninguém igual ao outro. Assim sendo, todos somos diferentes e aprendemos de maneiras distintas. Portanto, os professores precisam ter essa percepção de enxergar as diferenças existentes entre seus alunos para planejar e elaborar atividades que contemplem melhor as habilidades de cada estudante.

“A educação na diversidade reside basicamente nesse tipo de metodologia: não há alunos “especiais”, mas aceita-se que todos são indivíduos com histórias, características e conhecimentos diferentes” (BASSEDAS, 1996, p.20). Diante disso, o docente deve dar a mesma atenção para os seus alunos, só que sob um olhar diferente de acordo com a personalidade de cada um (STORTI, 2010).

Muitas vezes, o professor consegue perceber as diferenças existentes entre as turmas do mesmo ano escolar. E assim, reconhece que precisam ser feitas adaptações no formato da aula com intuito de adequar a cada turma.

O educador precisa analisar o ambiente escolar que está inserido, e saber qual é o contexto histórico e escolar de seus estudantes. Isso facilitará o seu entendimento sobre a personalidade de cada aluno e contribuirá para uma melhor preparação de conteúdo.

Muitas vezes, os docentes demoram para conhecer cada um de seus alunos, devido a grande quantidade de estudantes por turma ou por terem várias turmas. Demorando assim, a se adaptar e preparar as aulas de acordo com cada perfil de aluno, já que cada um tem um ritmo diferente de entendimento.

Como podemos notar o professor dos dias de hoje necessita conhecer seu estudante



para conseguir estimulá-lo na busca do conhecimento, dessa maneira auxiliando na sua aprendizagem. E como cada aluno é único e apresenta sua particularidade, é essencial que o educador entenda as diferenças existentes em uma turma para melhor conseguir preparar as aulas e obter melhores resultados com cada um de seus aprendizes.

Portanto, no ensino individualizado, o discente estuda de acordo com seu ritmo, e os docentes ensinam segundo as necessidades de cada um. Como é um ensino centrado no aluno, gera mais autonomia, faz com que ele sinta mais motivado, já que se sente mais responsável e livre em explorar os conteúdos. Esse ensino otimiza consideravelmente o processo de aprendizagem dos estudantes e potencializa as habilidades de cada aluno.

A seguir discorreremos sobre a taxonomia educacional, uma ferramenta que ajudará o professor na questão de avaliação de performance individual.

## 2.1 Taxonomia Educacional

Segundo Bloom (1956), a taxonomia educacional pretende ajudar professores, pesquisadores que lidam com problemas de avaliação, para discutí-los com maior precisão. O uso dela também pode possibilitar a obter uma perspectiva sobre a ênfase dada a certos comportamentos por um conjunto específico de planos educacionais.

De acordo com Bloom (1956, p. 10)

O principal objetivo na construção de uma taxonomia de objetivos educacionais é facilitar a comunicação. Por exemplo, o uso da taxonomia que auxilia o desenvolvimento de uma definição e classificação precisa de tais informações, termos definidos como "pensamento" e "solução de problemas"(...)

A Taxonomia de Bloom tem por objetivo contribuir para o processo de ensino, mas também para guiar os procedimentos avaliativos. Serve, então, para que o docente trabalhe e avalie com base em objetivos educacionais (PAIVA, 2013).

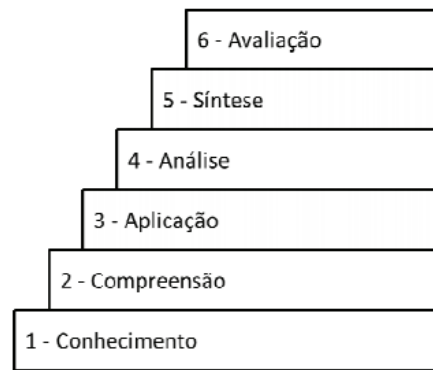
Conforme Bloom (1956) podemos dividi-la em relação aos objetivos educacionais em três partes: cognitiva, afetiva ou emocional, e psicomotora.

No domínio cognitivo, os objetivos educacionais focam a aprendizagem de conhecimentos, desde a recordação e compreensão de algo estudado até a capacidade de aplicar, analisar e reorganizar a aprendizagem de um modo singular e criativo, reordenando o material ou combinando-o com ideias ou métodos anteriormente aprendidos. Já no domínio afetivo, os objetivos dão ênfase aos sentimentos, emoções, aceitação ou rejeição de algo. No domínio psicomotor, os objetivos educacionais são ligados à habilidade motora, manipulação de objetos ou ações que requerem coordenação neuromuscular. São, geralmente, relacionados à caligrafia, arte mecânica, educação física e cursos técnicos (MONTEIRO, TEIXEIRA, PORTO, 2012, p. 2).

Sobre os objetivos educacionais na parte afetiva temos que análise se dá em relação a emoção e sentimentos do aluno, já o domínio psicomotor está relacionado a habilidade motora, como por exemplo, escrever. Com relação aos objetivos educacionais na parte cognitiva temos o foco da aprendizagem desde o nível de conhecimento até a parte da avaliação, que veremos logo mais como é a subdivisão neste domínio. Em cada um dos domínios temos diversos níveis de profundidade de aprendizagem, por essa razão que é uma classificação em hierarquias, indo do mais simples até o mais complexo e específico.

Os níveis da taxonomia dos objetivos educacionais no domínio cognitivo são: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação, apresentados em seguida na figura 1.

**FIGURA 1: TAXONOMIA DE BLOOM – DOMÍNIO COGNITIVO**



Fonte: (MONTEIRO, TEIXEIRA, PORTO, 2012)

Conforme a figura 1, podemos notar a existência de uma hierarquia, em que o processo se inicia no conhecimento. No nível do conhecimento, os objetivos educacionais estão mais relacionados à memória, à lembrança. No nível da compreensão, o aluno demonstra o entendimento do que foi comunicado e explica-o de outra forma. Já o nível da aplicação é o momento em que o estudante mobiliza um conhecimento geral para uma circunstância nova, específica, real e problemática, sendo capaz de ler uma realidade nova a partir de um conceito do qual se vale para resolver um problema. No quarto nível, o da análise, tem a intenção de esclarecer a comunicação, mostrando a organização e a maneira como consegue transmitir seus efeitos. No nível da síntese, ocorre a combinação de elementos, em que formam um todo constituído em um padrão. A avaliação, último nível cognitivo proposto pela taxonomia, pressupõe julgamento de valor, seja quantitativo ou qualitativo, acerca de um material (MONTEIRO, TEIXEIRA, PORTO, 2012).

Somente após o conhecimento sobre determinado assunto que alguém pode

compreendê-lo e aplicá-lo. Assim sendo, essa organização desses níveis cognitivos está em uma ordem hierárquica conforme os níveis de complexidade dos processos mentais (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Percebemos a existência de uma hierarquia entre esses níveis cognitivos, já que para se obter a compreensão, antes precisamos do nível do conhecimento. Para se ter a habilidade de aplicar necessitamos da compreensão e do conhecimento. Para conseguir a habilidade de analisar, precisa antes do conhecimento, compreensão e aplicação e assim, por diante, o primeiro nível precisa estar contido no segundo, e contido no demais. E no último nível é necessário ter todos os outros contidos nele. Vemos no quadro 1 uma descrição mais detalhada e os verbos que estão relacionados a cada nível do domínio cognitivo.

Quadro 1 - Estruturação da Taxonomia de Bloom no domínio cognitivo

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>
Conhecimento	<p>Definição: Habilidade de lembrar informações e conteúdos previamente abordados como fatos, datas, palavras, teorias, métodos, classificações, lugares, regras, critérios, procedimentos etc. A habilidade pode envolver lembrar uma significativa quantidade de informação ou fatos específicos. O objetivo principal desta categoria nível é trazer à consciência esses conhecimentos.</p> <p>Verbos: enumerar, definir, descrever, identificar, denominar, listar, nomear, combinar, realçar, apontar, relembra, recordar, relacionar, reproduzir, solucionar, declarar, distinguir, rotular, memorizar, ordenar e reconhecer.</p>
Compreensão	<p>Definição: Habilidade de compreender e dar significado ao conteúdo. Essa habilidade pode ser demonstrada por meio da tradução do conteúdo compreendido para uma nova forma (oral, escrita, diagramas, etc) ou contexto. Nessa categoria, encontra-se a capacidade de entender a informação ou fato, de captar seu significado e de utilizá-la em contextos diferentes.</p> <p>Verbos: alterar, construir, converter, decodificar, defender, definir, descrever, distinguir, discriminar, estimar, explicar, generalizar, dar exemplos, ilustrar, inferir, reformular, prever, reescrever, resolver, resumir, classificar, discutir, identificar, interpretar, reconhecer, redefinir, selecionar, situar e traduzir.</p>
Aplicação	<p>Definição: Habilidade de usar informações, métodos e conteúdos aprendidos em novas situações concretas. Isso pode incluir aplicações de regras, métodos, modelos, conceitos, princípios, leis e teorias.</p> <p>Verbos: aplicar, alterar, programar, demonstrar, desenvolver, descobrir, dramatizar, empregar, ilustrar, interpretar, manipular, modificar, operacionalizar, organizar, prever, preparar, produzir, relatar, resolver, transferir, usar, construir, esboçar, escolher, escrever, operar e praticar.</p>
Análise	<p>Definição: Habilidade de subdividir o conteúdo em partes menores com a finalidade de entender a estrutura final. Essa habilidade pode incluir a identificação das partes, análise de relacionamento entre as partes e reconhecimento dos princípios organizacionais envolvidos. Identificar partes e suas interrelações. Nesse ponto é necessário não apenas ter compreendido</p>

	<p>o conteúdo, mas também a estrutura do objeto de estudo.</p> <p>Verbos: analisar, reduzir, classificar, comparar, contrastar, determinar, deduzir, diagramar, distinguir, diferenciar, identificar, ilustrar, apontar, inferir, relacionar, selecionar, separar, subdividir, calcular, discriminar, examinar, experimentar, testar, esquematizar e questionar.</p>
Síntese	<p>Definição: Habilidade de agregar e juntar partes com a finalidade de criar um novo todo. Essa habilidade envolve a produção de uma comunicação única (tema ou discurso), um plano de operações (propostas de pesquisas) ou um conjunto de relações abstratas (esquema para classificar informações). Combinar partes não organizadas para formar um “todo”.</p> <p>Verbos: categorizar, combinar, compilar, compor, conceber, construir, criar, desenhar, elaborar, estabelecer, explicar, formular, generalizar, inventar, modificar, organizar, originar, planejar, propor, reorganizar, relacionar, revisar, reescrever, resumir, sistematizar, escrever, desenvolver, estruturar, montar e projetar.</p>
Avaliação	<p>Definição: Habilidade de julgar o valor do material (proposta, pesquisa, projeto) para um propósito específico. O julgamento é baseado em critérios bem definidos que podem ser externos (relevância) ou internos (organização) e podem ser fornecidos ou conjuntamente identificados. Julgar o valor do conhecimento.</p> <p>Verbos: avaliar, averiguar, escolher, comparar, concluir, contrastar, criticar, decidir, defender, discriminar, explicar, interpretar, justificar, relatar, resolver, resumir, apoiar, validar, escrever um review sobre, detectar, estimar, julgar e selecionar.</p>

Fonte: Bloom et al. (1956), Bloom (1986), Driscoll (2000) e Krathwohl (2002) *apud* Ferraz e Belhot (2010) (adaptada)

No quadro 1 podemos observar com clareza as habilidades e os verbos relacionados a cada uma das categorias ou níveis do domínio cognitivo. No nível do conhecimento temos a habilidade de lembrar as informações e assuntos abordados, no nível de compreensão vemos a habilidade de dar significado ao conteúdo. Já no nível de aplicação está presente a habilidade utilizar conhecimentos aprendidos em novas situações. A habilidade de subdividir conteúdos em partes menores para entender é encontrada na categoria de análise. Na síntese ocorre exatamente o contrário, é a habilidade juntar partes para criar um todo. E o último nível é da avaliação, que apresenta a habilidade de julgar o valor do conhecimento aprendido.

Vale lembrar que a aprendizagem ocorre de maneira simultânea nos seus três domínios (cognitivo, afetivo e psicomotor). Como foi percorrido até o momento sobre o cognitivo, vamos discutir mais sobre os outros domínios, o afetivo e o psicomotor.

De acordo com Bloom (1956, p.7),

uma segunda parte da taxonomia é o domínio afetivo. Inclui objetivos que descrevem mudanças de interesse, atitudes, valores (...) Os objetivos neste domínio não são declarados com muita precisão; e, de fato, os professores não parecem ser muito claros sobre as experiências de aprendizagem apropriadas a esses objetivos. Um terceiro domínio é a área de manipulação ou habilidade motora. Embora reconhecamos a existência desse domínio,

encontramos tão pouco feito em escolas secundárias ou faculdades, que não acreditamos que o desenvolvimento de uma classificação desses objetivos seja muito útil no momento.

O domínio afetivo, por ser ligado aos sentimentos, e emoções, notamos que os professores não têm de maneira clara as experiências de aprendizagem com relação a esse objetivo.

Deste modo, o afetivo está diretamente ligado aos sentimentos, a parte emocional, a qual podemos incluir as atitudes, comportamentos, emoção e valores. As categorias desse domínio são: Receptividade ou Recepção; Resposta; Valorização; Organização; e Caracterização (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Segundo Althaus (2021), o nível da Receptividade englobam as atitudes de acolhimento. No próximo nível, o da Resposta são atitudes relacionadas com a expressão de satisfação. Na Valorização, o terceiro nível, encontramos atitudes que o aluno busca convencer alguém sobre a importância de valorizar algo. Na Organização, ocorre a análise de diferentes ângulos do valor, comparando-os com os valores concorrentes. No último nível, temos a Caracterização, quando o estudante é identificado pelo valor que incorporou.

A seguir, temos o quadro 2 com os verbos relacionados aos níveis do domínio afetivo.

Quadro 2 – Verbos associados aos níveis do domínio afetivo.

Níveis do domínio afetivo	Verbos associados
Recepção	Ouvir; Atender; Preferir; Aceitar; Receber; Perceber; Estar ciente; Favorecer; Selecionar.
Resposta	Especificar; Responder; Completar; Selecionar; Listar; Escrever; Gravar; Desenvolver; Derivar.
Valorização	Aceitar; Reconhecer; Participar; Incrementar; Desenvolver; Realizar; Indicar; Decidir; Influenciar.
Organização	Organizar; Julgar; Relacionar; Encontrar; Determinar; Correlacionar; Associar; Formar; Selecionar.
Caracterização	Revisar; Modificar; Enfrentar; Aceitar; Julgar; Desenvolver; Demonstrar; Identificar; Decidir.

Fonte: Aula de Didática<sup>1</sup>

No quadro 2 podemos notar os verbos relacionados a cada um dos níveis do domínio afetivo. No nível da Recepção temos verbos que mostram a atitude de acolhimento, como aceitar e receber. No nível da Resposta, verbos relacionados com a expressão de satisfação,

<sup>1</sup> Disponível em: <<https://maiza.com.br/wp-content/uploads/2017/04/texto-Prof-a-Maiza-categorias-Objetivos-2.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

como responder, completar, selecionar. No nível da Valorização, fica claro a presença de verbos que mostram o valor sobre algo, como aceitar, reconhecer, realizar. Já no nível da Organização, observamos verbos como organizar, julgar, relacionar, mostrando a capacidade de analisar e comparar os valores. E no último nível, Caracterização, demonstra verbos como revisar, aceitar, desenvolver, mostrando que internalização de valores.

Já o domínio psicomotor por estar atrelado a habilidade motora não se tem muito utilidade quanto objetivo educacional se relacionado ao ensino de alguns anos escolares e ao ensino em faculdades, somente em cursos que exigem habilidade de coordenação motora, como Educação Física.

Esse domínio está diretamente ligado as habilidades físicas específicas, ligadas a reflexos, movimentos e comunicação não verbal. As categorias desse domínio são: Imitação; Manipulação; Articulação; e Naturalização (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Sendo assim, o domínio psicomotor está ligado a parte motora, que é bem específica, o domínio afetivo está totalmente relacionado aos sentimentos e emoções da pessoa. E o domínio cognitivo foca a aprendizagem de conhecimentos, desde a recordação e a compreensão de algo estudado até a capacidade de aplicar, analisar e reorganizar o conhecimento.

Notamos então, que a Taxonomia de Bloom é uma ferramenta bem completa e tem a finalidade de auxiliar na identificação de objetivos educacionais, facilitando o planejamento do processo de ensino e aprendizagem do aluno, sendo um instrumento adequado para utilização em vários níveis de ensino.

Segundo Ferraz e Belhot (2010, p. 422) existem inúmeras vantagens de utilizar a taxonomia no contexto educacional, mas temos que destacar duas delas. São:

- Oferecer a base para o desenvolvimento de instrumentos de avaliação e utilização de estratégias diferenciadas para facilitar, avaliar e estimular o desempenho dos alunos em diferentes níveis de aquisição de conhecimento;
- e
- Estimular os educadores a auxiliarem seus discentes, de forma estruturada e consciente, a adquirirem competências específicas a partir da percepção da necessidade de dominar habilidades mais simples (fatos) para, posteriormente, dominar as mais complexas (conceitos).

A Taxonomia no contexto educacional traz muitas contribuições aos docentes, desde utilizar estratégias para estimular o desempenho do estudante em diferentes níveis de conhecimentos até auxiliar os mesmos adquirirem competências específicas a partir do domínio de suas habilidades, começando com a mais simples indo até a mais complexa.

De acordo com Bloom (1956) a taxonomia deve ser uma ferramenta útil e eficaz, que

ajuda o pesquisador a formular hipóteses sobre o processo de aprendizagem. Além de fornecer uma base para o desenvolvimento de técnicas, como um plano muito bem organizado e abrangente a fim de classificar comportamentos educacionais e, também, formar a base que determina facilmente a disponibilidade de avaliações relevantes, instrumentos, técnicas e métodos para que cada um possa determinar sua adequação ao seu próprio trabalho. Quando usada adequadamente, ela deve fornecer uma fonte de ideias e materiais para cada pesquisador, que resulta na economia de esforço.

O domínio psicomotor é mais utilizado em cursos que exigem habilidades motoras, como caligrafia, cursos técnicos e Educação Física.

O domínio afetivo está associado diretamente ao sentimento e as emoções. Como a educação está centrada na objetividade e no desenvolvimento de um modelo científico, a afetividade muitas vezes fica deixada de lado. Porém, temos que destacar a sua importância como objetivo educacional, já que influencia e facilita o processo de aprendizagem do discente. Se a afetividade for usada, o educador poderá entender melhor seus alunos e assim conseguir mais elementos para melhorar sua forma de ensinar.

Do ponto de vista da prática educativa, busca-se com o tema afetividade a inserção de um tema transversal no currículo escolar, como um dos caminhos possíveis para se atingir objetivos pedagógicos, e, sobretudo, construir uma proposta que assuma os sentimentos pessoais e interpessoais como objeto de conhecimento, assim como Línguas, Matemática, Ciências, Artes, Geografia, História e Educação Física (GERÔNIMO; BRIZACCO; PEREIRA, 2008, p.87).

A afetividade precisa estar presente para melhorar o processo educativo do estudante, para isso, professores precisam estar dispostos as mudanças em suas posturas. Já que está diretamente relacionado as decisões que o docente assume em sala de aula, com o nível de afetividade que se estabelecerá entre o discente e o conteúdo ensinado. Portanto, o domínio afetivo é tão importante quanto o cognitivo que será apresentado em seguida.

O domínio mais utilizado é o cognitivo, pois se baseia no fato de que uma pessoa só compreende e aplica certo conceito, depois de conhecê-lo. Então, logo mais veremos como podemos verificar em qual categoria deste domínio o aluno se encontra. Iniciando com a análise da capacidade do estudante de relembrar algumas informações, como por exemplo, uma fórmula ou uma teoria, se ocorrer isso, ele terá habilidade do conhecimento. Para conferir se o aluno apresenta a categoria da compreensão, ele deve ter um grau de entendimento do conteúdo aprendido, no qual consiga resumir o que foi estudado. Para checar se tem a habilidade da aplicação, o estudante deve conseguir aplicar a teoria à prática. Na categoria da análise, ele precisa ser capaz de fragmentar o conhecimento adquirido e

conseguir estabelecer relações entre eles. Para a síntese, é necessário que o aluno tenha a capacidade de resumir o conhecimento e conseguir criar algo novo, unindo tudo que aprendeu. Na última categoria que é da avaliação, ele precisa ser capaz de diagnosticar o que já foi visto e o que precisa ainda ser trabalhado.

Sendo assim, a Taxonomia de Bloom é uma ferramenta prática de avaliação de performance individual, que aplicamos nesta pesquisa para identificar as habilidades desenvolvidas pelos alunos, como também, aquelas que eles ainda não desenvolveram. Podendo assim, o educador desenvolver um plano de estudos individualizado de acordo com o perfil de aprendizagem de cada estudante.

Logo após, discutiremos sobre o surgimento da tecnologia e sua importância no ambiente escolar.

## 2.2 A Tecnologia no Ensino e na Aprendizagem

Segundo Valente (1999), a utilização de computadores na área de Educação é um pouco antiga. Em meados da década de 50, começou a comercialização de computadores com capacidade de armazenamento de informações, foi quando apareceram os primeiros usos do computadores em ambientes universitários.

Os computadores estavam limitados para uso das universidades, e somente mais tarde que as escolas de Ensino Básico utilizariam.

“O surgimento das novas tecnologias na educação matemática brasileira teve início no ano de 1970 por meio de programas implantados pelo Ministério da Educação e Cultura com o intuito que promover inovação e evolução no ensino” (RIBEIRO, PAZ, 2012, p.15).

A informática no Brasil nasceu do interesse de educadores de algumas universidades que foram motivados pelo que já estava acontecendo em outros países, como Estados Unidos e França. Nos anos 80, nos Estados Unidos, com o surgimento de microcomputadores, que serviam como ferramenta no auxílio de resolução de problemas, na produção de textos, manipulação de banco de dados e controle do processos em tempo real, que efetivamente a informática foi aparecendo em ambientes escolares. Diante disso, o computador passou a ter um papel fundamental no aperfeiçoamento e complementação na área de Educação, enriquecendo o ambiente de aprendizagem (VALENTE,1999).

Observamos que o computador estava presente somente em algumas universidades, após alguns anos que foi possível perceber a presença dele como uma ferramenta que auxiliava os professores tanto na preparação e planejamento das aulas, quanto na utilização



em sala de aula, contribuindo para um ambiente mais rico de aprendizagem.

Podemos notar a importância da tecnologia, o computador, em um ambiente escolar ou acadêmico, que serve atualmente como uma ferramenta que assessora tanto o aluno, quanto o professor na realização de alguma atividade.

Na atualidade, o acesso à informação, a interação e a comunicação, tudo proporcionado pelos computadores, dão origem a novas formas de aprendizagem. A sociedade precisa desenvolver novos comportamentos, valores e atitudes com relação à essa nova possibilidade (KENSKI, 2003).

Por volta de 1997, no Brasil foi criado o Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO), lançado pela secretaria de Educação à distância do Ministério da Educação, o qual era responsável por acrescentar a informática dentro das escolas (RIBEIRO; PAZ, 2012).

Com o aparecimento da informática na vida escolar podemos observar que muitas escolas adaptaram suas grades de aulas, acrescentando as aulas de informáticas para seus estudantes, ensinando como utilizar o computador como uma ferramenta que ajuda no estudo das disciplinas escolares.

Com a evolução da informática e surgimento da internet, foi aumentando cada vez mais o número de pessoas que utilizavam dessa ferramenta para trabalho e pesquisa de informações.

Atualmente, todas as pessoas em uma escola, como professores, alunos, funcionários administrativos, diretores, coordenadores utilizam o computador como um instrumento que auxilia seu trabalho. Podemos ver que tudo está interligado e conectado, ainda mais após o surgimento da internet, que facilitou a busca de qualquer assunto, que anteriormente fazíamos somente em livros, agora podemos ter acesso em vários sites de pesquisas e de qualquer lugar do mundo. Aumentando acessibilidade de informação e a rapidez com que podemos encontrar essas informações.

De acordo com Borba e Penteadó (2002, p. 244) “O conhecimento é continuamente produzido por coletivos formados por atores humanos e não humanos, ou seja, por seres humanos com mídias”, mostrando como o computador está presente em nossas vidas.

De acordo com Ribeiro e Paz (2012) com o avanço da tecnologia, vem surgindo principalmente na área de Matemática uma grande variedade de jogos e programas que contribuem na construção do conhecimento matemático.

Na área da Matemática podemos citar alguns softwares de Geometria Dinâmica que apareceram nos anos 90, como: Cabri Geometre, Geometricks, Sketchpad, Cinderela, entre

outros. Esses softwares ajudam na construção de figuras geométricas que podem ser movimentadas na tela do computador sem perder a construção inicial. Além da Geometria, podemos citar o assunto de funções que também envolve o uso da tecnologia em algumas calculadoras gráficas e softwares gráficos, como Winplot, Fun e entre outros (BORBA; PENTEADO, 2002).

Notamos que essas ferramentas na área de Matemática auxiliam o professor, mas também o aluno para estudo de determinado assunto matemático. Na atualidade, podemos citar algumas delas, como o GeoGebra, que é um aplicativo de matemática livre que une a Geometria com a Álgebra. Ainda temos o Khan Academy, que é uma plataforma gratuita de educação que apresenta vários conteúdos de algumas áreas, dentre elas, a Matemática. Além de muitas outras ferramentas que também podem contribuir para o ensino e aprendizagem.

Segundo Assolari (2016), com o aparecimento desses recursos tecnológicos na área de Matemática, a aula fica mais dinâmica. Porém, não podemos abandonar as técnicas de ensino já empregadas, temos que adequar esses recursos tecnológicos para motivar os estudantes em sala de aula. A tecnologia contribui e favorece o educador em seus desafios de ensino e de aprendizagem, pois possibilita ao aluno um ambiente com mais interação e motivação.

Percebemos que a tecnologia contribui com o ensino em sala de aula, mas os professores precisam utilizar dessa ferramenta para complementar e enriquecer sua aula, e deixar claro a finalidade do uso dela. Essa finalidade irá depender do docente que poderá escolher a utilização da ferramenta para a construção do conhecimento do discente, e não somente pelo uso. Mas antes, é importante ressaltarmos que cada recurso tecnológico possui funcionalidade específica, se diferenciando nas utilizações, e nem sempre facilitam a aprendizagem. Muitas vezes, se o professor não souber fazer o uso adequado deste recurso, ele perde o trabalho pedagógico, comprometendo o ensino e até, às vezes, criando um sentimento de aversão em relação ao uso dessa tecnologia em sala de aula. Desta forma, os professores precisam entender muito bem as funcionalidades de cada recurso para tirar o melhor proveito da utilização do mesmo no ambiente escolar.

De acordo com Kenski (2003, p. 5) “Saber utilizar corretamente o recurso tecnológico para finalidade educativa é uma nova exigência da sociedade atual com relação ao desempenho dos educadores”.

Assim, ao utilizar da tecnologia para finalidade pedagógica precisa de um amplo conhecimento de suas funcionalidades, que devem estar aliadas ao conhecimento das metodologias de ensino e dos processos de aprendizagem (KENSKI, 2003).

Recentemente, temos vários softwares disponíveis na área da Matemática que constituem um ambiente que favorece atividades investigativas em sala de aula. Podemos novamente citar o GeoGebra. Vamos supor que o professor decida utilizá-lo em sala de aula, e prepare uma aula sobre funções quadráticas. E solicita para que os alunos somente construam o gráfico da função no programa, sem qualquer questionamento ou reflexão acerca do gráfico plotado, sem relacionar a construção com a expressão algébrica que deu origem a curva. Isso fica muito vago se não levar o estudante a refletir sobre o tema. Agora, se o professor levar o aluno a investigar o sobre o porquê a parábola ter concavidade para cima ou para baixo, o que determina a abertura desta concavidade e como ocorrem os deslocamentos desta parábola. Pensando nessas questões, o discente poderá fazer reflexões e concluir que todas elas podem ser respondidas relacionando apenas as alterações na expressão algébrica com as transformações gráficas. Nesse caso, o docente estaria utilizando a tecnologia a favor da construção do conhecimento de uma maneira adequada e sabendo fazer o uso do recurso tecnológico.

Sendo assim, a tecnologia pode ser uma grande aliada do processo de ensino e aprendizagem, pois além de auxiliar no ambiente de sala de aula, possibilita que o processo interativo entre professor e estudante não se finde ao término dos encontros presenciais. Nesse sentido, é possível tomar como exemplo algumas ferramentas utilizadas por colégios e universidades para informar os estudantes e até mesmo para a realização de atividades e cursos oferecidos. É possível citar como exemplo dessas plataformas, o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), onde o aluno tem acesso a todas as disciplinas cursadas e pode ter acesso aos slides das aulas, as tarefas propostas, as notas das avaliações, ao fórum, ver os recados do professor e entre outros. Neste ambiente virtual, por meio do fórum, o estudante tem a oportunidade de tirar dúvidas da matéria mesmo fora do horário de aula. Sem esse ambiente, ele teria que esperar aguardar a próxima aula para esclarecer a sua dúvida. Assim, esse ambiente proporciona uma maior interatividade. Então, uma vantagem é que mesmo que o aluno falte em uma aula presencial, ele consegue ter acesso aos slides e tarefas propostas, não precisando esperar até a aula seguinte.

Geralmente as escolas têm optado pelo Google Sala de Aula que é uma ferramenta gratuita da Google, que ajuda organizar as tarefas, aumentar a colaboração e melhorar a comunicação. O aluno pode ter acesso à página de cada disciplina, onde verá os recados, as listas de exercícios e os slides das aulas, da mesma forma que o AVA, mas com a vantagem que neste ambiente online os professores conseguem aplicar avaliações em forma de formulários aos estudantes, pelo Google Forms, outra ferramenta da Google. Além de

também poder enviar e compartilhar com o estudante o feedback de cada avaliação. Facilitando, agilizando e ampliando as formas de avaliações que podem ser aplicadas aos alunos. Dessa maneira, o docente consegue otimizar o processo de construção do conhecimento do aluno e tem mais uma ferramenta para verificar a aprendizagem. O Google Sala de Aula tem compatibilidade com as outras ferramentas da Google, como Google Drive, Google Docs, que ajudam o professor a compartilhar documentos que podem ser escritos simultaneamente até por várias pessoas e podem ficar armazenados na pasta no Google Drive do usuário que compartilhou. Mostrando a interatividade e rapidez que essa ferramenta gera.

Sendo assim, tanto o AVA como o Google Sala de Aula são ferramentas que fornecem um ambiente virtual ao aluno, favorecendo o seu processo de construção do saber, contribuindo assim, para melhora da sua aprendizagem.

Percebemos como a tecnologia está presente na vida escolar e auxilia na aprendizagem dos estudantes. Então, logo a diante discutiremos sobre a tecnologia do Machine Learning, que foi a utilizada na pesquisa.

### **3 MACHINE LEARNING**

Vivemos em um mundo cercado por algoritmos, eles fazem parte de celulares, computadores, aparelhos domésticos, brinquedos. Os algoritmos gerenciam fábricas, calculam os lucros, programam os voos e pilotam aeronaves. O algoritmo é uma sequência de instruções que informa o computador o que ele precisa fazer. Os computadores são formados por bilhões de chaves chamadas de transistores, e os algoritmos ligam e desligam esses transistores. O programador cria os algoritmos e os codifica (DOMINGOS, 2017).

Segundo Domingos (2017) todo algoritmo tem uma entrada e uma saída de dados, onde o computador recebe os dados e os algoritmos utilizam desses dados para produzir algum resultado. E no Machine Learning é o processo contrário que ocorre, onde entram os dados e o resultado desejado, e assim se produz um algoritmo que transforma um no outro. Os algoritmos conhecidos como aprendizes criam outros algoritmos. Com o uso do Machine Learning, o computador consegue escrever seus próprios programas.

Os algoritmos estão presentes em nossa vida mais do imaginamos, eles podem contribuir para criação de outros algoritmos, ajudando a resolver problemas com alto grau de complexidade. Por exemplo, um cientista pode levar a vida inteira testando hipóteses, o aprendizado de máquina pode fazer a mesma coisa em questão de segundos, otimizando assim o tempo.

Segundo Allende-Cid (2019), Machine Learning é um subcampo da área Inteligência Artificial. Baseada em algoritmos matemáticos, estatísticos e computacionais que aprendem de maneira interativa por meio de dados que são coletados durante as interações.

O Machine Learning ou “Aprendizado de Máquina” mostra que podemos ensinar uma máquina a aprender coisas e realizar determinadas tarefas sozinhas.

De acordo com Gonçalves e Clua (2019, p. 30),

a aprendizagem de máquina clássica pode ser descrita por duas etapas. A primeira etapa consiste em extrair os dados brutos que servirão de insumo (ex. imagens). Esses dados serão os sinais de entrada, descrevendo características e propriedades que se deseja avaliar no problema. Baseado nas medições de uma amostra que se deseja avaliar, cria-se um vetor descritor que representa a assinatura daquela amostra de acordo com as medições estabelecidas. Feito isso, a segunda etapa consiste em aplicar algum algoritmo de aprendizagem de máquina para a tomada de decisão sobre o conjunto de medições levantadas. A etapa de extração de características é algo não trivial, sendo difícil encontrar formalizações matemáticas que sejam capazes de descrever fenômenos, e até impraticável, dada a grande quantidade de variações de parâmetros que pode ocorrer.

Para utilizar dessa tecnologia precisamos alimentar o programa ou aplicativo com dados que servirão de base para a máquina iniciar seu aprendizado, ou seja, vamos inserindo informações e a máquina vai reconhecendo padrões e aprendendo, baseando-se em previsões. Essa tecnologia consegue prever o que queremos e os resultados de nossas ações.

Podemos explicar o Machine Learning fazendo uma analogia com a agricultura. Na agricultura plantamos as sementes, precisamos regá-las para colhermos os frutos. Imagine que os algoritmos de aprendizagem são as sementes, os dados são o solo, e os programas de aprendizado são as plantas crescidas. Nessa analogia, o fazendeiro é o especialista em Machine Learning, que planta as sementes, fertiliza e irriga o solo para colher os frutos. Quanto mais dados a máquina recebe mais ela aprende (DOMINGOS, 2017).

Para que possamos aplicar o aprendizado de máquina é necessário uma quantidade de dados testes, com atributos significativos, ou seja, para a máquina aprender é necessário dados e as respostas. Para verificar a eficiência do algoritmo de classificação é necessário uma segunda quantidade de dados, que servirá para medir o desempenho do classificador (AMORIM; BARONE; MANSUR, 2008).

Notamos a importância de aprendizado da máquina ao inserirmos os primeiros dados, e quanto mais formos acrescentando informações mais ela irá aprender, e portanto, melhorar as suas previsões. Porém, somente na segunda vez que introduzirmos os dados que podemos verificar o real desempenho da máquina. E cada vez que inserirmos novos dados ela irá melhorando seu aprendizado.

O aprendizado de máquina pode ser reconhecido por vários nomes, como modelagem estatística, mineração de dados, análise preditiva, e entre outros. Podemos destacar a mineração de dados e estatística, pois aprendizado de máquina utiliza de métodos estatísticos e tem várias aplicações, como no diagnóstico de doenças, na locomoção de robôs, no reconhecimento de imagens e de vozes, logo abaixo veremos alguns exemplos do uso da tecnologia.

Essa tecnologia está cada vez mais presente em nossa vida. Um dos recursos dessa ferramenta é o reconhecimento de imagens, que ajuda inclusive a reconhecer rostos, e também ajuda a reconhecer vozes e convertê-las em textos. Ela pode também dar sugestões de filmes ao usuário, isso acontece quando usamos a Netflix, por exemplo, a máquina tem as informações do usuário e, de acordo com o seu perfil, é sugerido o filme ou seriado que talvez agrade o usuário, ou quando queremos comprar um livro na Amazon.com a máquina recomenda outros livros que possam nos interessar. Ainda podemos citar mais um exemplo, quando usamos o Waze (aplicativo de navegação, via GPS), ele sugere a melhor rota, baseado em dados gerados de forma automática e em tempo real pelos dispositivos de milhões de usuários. Temos também essa tecnologia presente no Facebook quando ele decide quais atualizações irá apresentar a cada usuário.

Atualmente, vemos que o Machine Learning está cada vez mais presente na área da Educação. Podendo ser utilizado em sistemas de e-learning, como a personalização de conteúdo. No qual alguns algoritmos utilizam dessa tecnologia para identificar os tipos de atividades que cada estudante tem mais interesse e mais habilidades baseados no seu histórico escolar.

Para educação, essa ferramenta pode ser utilizada de diversas maneiras tornando o aprendizado do aluno melhor. Dentre elas, podemos destacar o aprendizado personalizado, no qual cada aluno aprende de acordo com seu próprio ritmo e, também, a análise de aprendizado preditiva, que por meio da Machine Learning podemos avaliar a situação do desempenho de um estudante e descobrir o quanto ele pode ainda absorver de cada tarefa realizada. E ainda, é possível prever pelas notas dos alunos, quais têm mais tendências a reprovação e agir antes que aconteça.

Em diversos países e inclusive no Brasil, essa tecnologia já está presente em sala de aula para oferecer ao estudante um ensino mais personalizado. O uso de software de inteligência artificial está sendo parte de rotina de algumas escolas públicas e privadas brasileiras, que conforme os estudantes utilizam, o software incorpora informações sobre eles para melhorar o processo de aprendizagem (IDOETA, 2017).

Podemos citar uma pesquisa feita com o uso de Machine Learning aplicada na previsão de evasão acadêmica de uma Instituição de Ensino Superior do estado do Rio de Janeiro. De acordo com Amorim, Barone e Mansur (2008, p.673) “a pesquisa demonstra a utilidade das técnicas de Machine Learning no estudo da evasão, servindo de importante ferramenta para a percepção e tomada de decisões estratégicas no tratamento de problemas relacionados a evasão escolar”.

Encontramos outra pesquisa que utiliza aprendizagem de máquina para ajudar na predição de desempenho de alunos do primeiro período do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) baseado nas notas de ingresso. Segundo Brito e Col. (2014, p.882) “os resultados mostraram que é possível inferir o desempenho dos estudantes com uma acurácia superior a 70%, sendo esta informação útil para a realização de ações para evitar a evasão, aprimorando o sistema de ensino”.

De acordo com Brito e Col. (2014, p.888)

Acredita-se que os resultados obtidos neste estudo possam ajudar os educadores, uma vez que é possível obter estimativas sobre o desempenho dos alunos, e então servir de base para o planejamento de estratégias e políticas que visem diminuir o número de reprovações, reduzindo, como consequência, a evasão dos alunos do curso de Ciência da Computação.

Observamos a grande contribuição do Machine Learning na área da Educação, já que ela serve também como uma ferramenta para o professor e para a universidade com objetivo de mostrar os resultados de desempenhos dos alunos, baseado em previsões, para a tomada de decisões a fim de evitar a evasão acadêmica.

Então, podemos dizer que o aprendizado de máquina tem diversas aplicações em diferentes áreas, mas para este estudo utilizamos como uma ferramenta para uma análise de aprendizado classificatório, que aconteceu com a criação de planilhas Microsoft Excel e com a utilização do programa Orange Canvas, no qual a máquina aprende a identificar as habilidades dos estudantes do Ensino Médio para que o professor consiga conhecer melhor as habilidades matemáticas de seus alunos e assim, poder escolher a metodologia de ensino mais adequada a cada um.

### 3.1 Orange Canvas

Orange Canvas ou Orange Data Mining é uma ferramenta de código aberto que permite criar todo fluxo de trabalho de um projeto de mineração de dados, sem necessidade de

código. Por isso, é ideal para quem quer utilizar Machine Learning sem precisar aprender a codificar. (BATISTA, 2019)

O Orange Canvas é um pacote de software para aprendizado de máquina de código aberto e visualização de dados, no qual pode se criar fluxos de trabalho de análise de dados visualmente.

Por ser um software gratuito e sem a necessidade de precisar programar, o Orange Canvas foi escolhido para esse trabalho. E utilizamos dentro do Orange o modelo classificatório de regressão logística e rede neural. A seguir, discutiremos sobre regressão logística e redes neurais.

### 3.2 Regressão Logística

Regressão Logística é uma técnica recomendada para situações em que a variável dependente é de natureza binária. Já em relação as variáveis independentes podem ser categóricas ou não. (EDISCIPLINAS, 2021)

Segundo Facure (2017), a regressão logística é o método estatístico mais utilizado em modelar variáveis categóricas. Em outras palavras a regressão logística é semelhante a regressão linear com problemas de classificação.

Podemos citar alguns exemplos para explicar melhor sobre regressão logística. Imagine a situação que precisa saber se uma pessoa que solicita um empréstimo conseguirá pagar ou não, o que deve ao banco, ou ainda, que uma seguradora de carro vai precisar decidir se vai segurar ou não o carro de uma determinada pessoa, baseada nas informações sociais dela. Todas essas situações a regressão logística conseguirá resolver classificando, mas baseado nas informações fornecidas (FACURE, 2017).

Na regressão logística, a probabilidade de ocorrência de um evento pode ser estimada diretamente. No caso da variável dependente  $Y$  assumir apenas dois possíveis estados (1 ou 0) e haver um conjunto de  $p$  variáveis independentes  $X_1, X_2, \dots, X_p$ , o modelo de regressão logística pode ser escrito da seguinte forma: (EDISCIPLINAS, 2021)

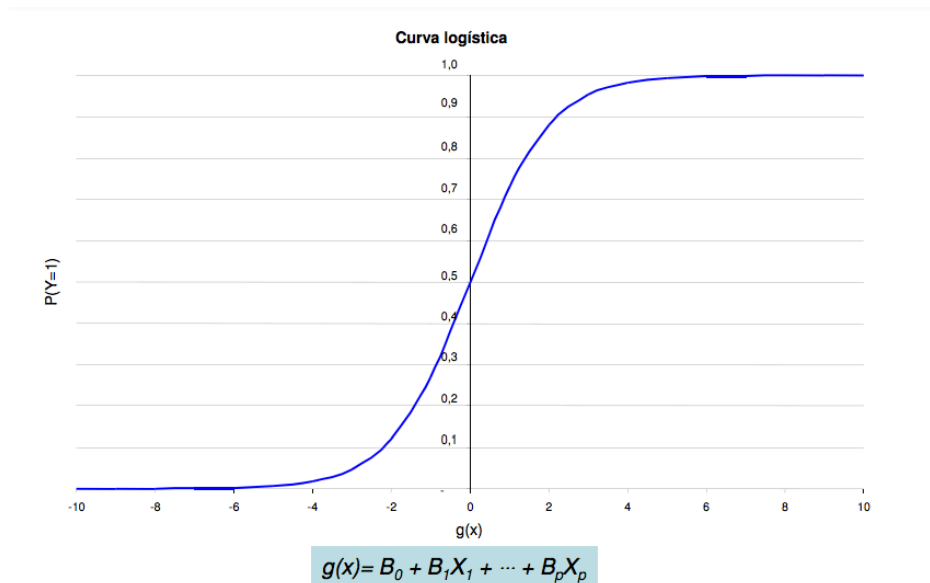
$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-g(x)}}$$

onde,  $g(x) = B_0 + B_1X_1 + \dots + B_p X_p$



Segundo Edisciplinas (2021) os coeficientes  $B_0, B_1, \dots, B_p$  são estimados a partir do conjunto dados, pelo método da máxima verossimilhança, em que encontra uma combinação de coeficientes que maximiza a probabilidade da amostra ter sido observada. Considerando uma certa combinação de coeficientes  $B_0, B_1, \dots, B_p$  e variando os valores de  $X$ . De acordo com a figura 2 temos que a curva logística tem um comportamento no formato da letra S.

**FIGURA 2: CURVA LOGÍSTICA**



Fonte: Edisciplinas (2021)<sup>2</sup>

Segundo Edisciplinas (2021), para utilizar o modelo de regressão logística para discriminação de dois grupos, a regra de classificação é a seguinte:

- se  $P(Y=1) > 0,5$  então classifica-se  $Y=1$
- se  $P(Y=1) < 0,5$  então classifica-se  $Y=0$

A regressão logística tem a característica de estimar a probabilidade da variável dependente assumir um determinado valor em função dos conhecidos de outras variáveis; e também, vemos que os resultados da análise ficam contidos no intervalo de zero a um. (EDISCIPLINAS, 2021).

Podemos escrever algumas vantagens da regressão logística que são: Fornecer resultados em termos de probabilidade; A facilidade para lidar com variáveis independentes

<sup>2</sup> EDISCIPLINAS. Regressão Logística, 2021. 31 slides. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3769787/mod\\_resource/content/1/09\\_RegressaoLogistica.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3769787/mod_resource/content/1/09_RegressaoLogistica.pdf)>. Acesso em: 06 mar. 2021.

categóricas; A facilidade de classificação de indivíduos em categoria; além de requer um pequeno número de suposições. (EDISCIPLINAS, 2021).

Logo a diante, falaremos sobre redes neurais.

### 3.3 Redes Neurais

Antes de explicarmos sobre rede neurais, primeiramente vamos discorrer sobre o cérebro humano. Sabemos que o cérebro humano é uma máquina com uma capacidade enorme de processamento de informações em um curto período de tempo. As células do nosso sistema nervoso são os neurônios, que são capazes de transmitir e processar as informações. Existem tarefas realizadas pelo cérebro que intrigam os pesquisadores, como por exemplo, a capacidade do cérebro de reconhecer um rosto familiar dentre uma multidão em apenas milésimos de segundo. As respostas sobre alguns enigmas do funcionamento do cérebro ainda não foram respondidas e se perpetuam até o momento atual. (DATA SCIENCE ACADEMY, 2021).

Sabemos que o desenvolvimento do cérebro humano ocorre principalmente nos dois primeiros anos de vida, mas se prolonga por toda a vida. Por isso, muitos pesquisadores tentaram simular o funcionamento do cérebro, a fim de criar sistemas capazes de realizar tarefas como reconhecimento de padrões, e outras atividades. Como resultado destas pesquisas surgiu o modelo do neurônio artificial e posteriormente um sistema com vários neurônios interconectados, a chamada Rede Neural. (DATA SCIENCE ACADEMY, 2021).

Redes neurais são sistemas de computação que funcionam interconectados, utilizando algoritmos. Tem a capacidade de reconhecer padrões, correlacionar dados brutos e podem classificá-los e agrupá-los. (REDES NEURAIIS, 2021)

Em 1943, a primeira rede neural foi criada por Warren McCulloch e Walter Pitts, baseada em Matemática e algoritmos denominados lógica de limiar. Eles escreveram um artigo explicando o funcionamento dos neurônios, no qual criaram uma rede neural com circuitos elétricos. Esse trabalho impulsionou pesquisas nas áreas de processos biológicos no cérebro e também em aplicações de redes neurais em inteligência artificial. As pesquisas no campo da inteligência artificial evoluíram muito e em 1975, surgiu a primeira rede neural multicamada, conhecida como Neoconitron, que foi utilizada para o reconhecimento de caligrafia e outros problemas de reconhecimento de padrões, criada por Kunihiko Fukushima. (REDES NEURAIIS, 2021)

O objetivo original de rede neural era criar um sistema computacional capaz de

resolver problemas igual ao cérebro humano. Com o passar dos anos, os pesquisadores mudaram de ideia, e começaram a utilizar as redes neurais para tarefas específicas, fugindo da área biológica. Atualmente, as redes neurais apresentam funções como reconhecimento de fala, filtragem de redes sociais, jogos de tabuleiros, diagnósticos médicos, entre outros. (REDES NEURALS, 2021).

A metodologia utilizada neste trabalho é o que discorreremos em seguida.

#### **4 METODOLOGIA**

Esta pesquisa teve uma abordagem qualitativa, na qual foi escolhida, quanto aos procedimentos técnicos, a modalidade de estudo de caso, segundo Gil (2002, p. 54) “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.” Quanto aos objetivos, esse estudo é definido como pesquisa exploratória. Segundo Gil (2002, p. 41) pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Pode envolver levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado. Geralmente, assume a forma de pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Esta modalidade foi a escolhida, pois mapeamos as habilidades matemáticas de um grupo específico de 5 alunos do Ensino Médio que estudam em colégios particulares de Sorocaba.

A coleta de dados foi feita por meio de um questionário realizado de forma online pelos alunos, estes dados foram transferidos para uma planilha de Excel. Estas planilhas foram utilizadas no Orange Canvas para conseguirmos identificar as habilidades cognitivas e afetivas de cada aluno. Inicialmente alimentamos a primeira planilha com dados de três alunos que estudam em uma escola particular de Sorocaba do Ensino Médio (1ª, 2ª e 3ª série) e a classificação taxonômica de acordo com Bloom (1956) desses estudantes. Além dos dados desses três alunos, alimentamos a planilha com mais 16 dados de estudantes fictícios, para a máquina ter base de dados para o devido aprendizado. Pois, a máquina precisa de uma quantidade razoável de dados para seu aprendizado ser correto. A partir desse momento, ela começou a aprender quais eram as tendências.

No segundo momento, depois da máquina ter iniciado seu aprendizado, fizemos uma segunda coleta de dados, por meio de novo do mesmo questionário feito online, agora com os outros dois alunos também do Ensino Médio. Então, alimentamos a segunda planilha, e através do Orange Canvas mostrou quais eram as tendências desses estudantes. Assim,

tivemos como identificar o perfil desses alunos de acordo com os resultados e, a partir disso podemos avaliar o aluno na sua capacidade para descobrir as suas habilidades matemáticas.

Baseado na taxonomia de Bloom poderemos notar como a aprendizagem desse estudante ocorre nos três domínios (cognitivo, afetivo e psicomotor). Que deu base para determinar com mais facilidade quais instrumentos, métodos e técnicas que devemos utilizar, a fim de classificar os comportamentos educacionais, ajudando no planejamento, na organização e no controle dos objetivos de aprendizagem.

Utilizamos o Machine Learning do Orange Canvas como uma ferramenta para trazer os resultados para classificarmos os perfis dos alunos, e com isso o professor conseguirá desenvolver um plano de estudo individualizado de acordo com o perfil de aprendizagem de cada estudante.

#### 4.1 Coleta e Análise dos dados

Como já foi dito, o instrumento de coleta de dados foi por meio de questionários online respondidos pelos alunos do Ensino Médio de uma escola particular de Sorocaba. No qual foram escolhidos, uma aluna do 1º ano, dois alunos do 2º ano e dois alunos do 3º ano, já que todos eram alunos particulares da pesquisadora e, assim, teria como acompanhar o desempenho deles até o final do ano de 2020.

A aluna 17 (do 2º ano) é bem esforçada, presta atenção nas aulas, tem rotina de estudo, faz todas as tarefas propostas. Já o aluno 18 (do 2º ano) entende bem rápido a matéria e consegue tirar as dúvidas nas aulas particulares. O aluno 19 (do 3º ano) presta atenção nas aulas e faz todas as tarefas propostas. A aluna 20 (do 3º ano) é muito dedicada e esforçada, presta atenção nas aulas, tem rotina de estudo, além de ser bem organizada. E por fim, a aluna 21 (do 1º ano) é uma estudante aplicada e caprichosa no caderno, que sempre tira as dúvidas da matéria e presta atenção nas aulas.

Neste questionário foram feitas perguntas relacionadas a conceitos matemáticos e também perguntas sobre a relação do aluno com a Matemática. As perguntas envolveram níveis de conhecimentos diversificados que avaliou os alunos com relação aos domínios cognitivos e afetivos da taxonomia educacional.

Conforme citado anteriormente, alimentamos a máquina primeiro com os dados de três alunos, uma aluna do 2º ano (aluna 17), um aluno do 2º ano (aluno 18) e um do 3º ano (aluno 19), coletados pelo questionário e transferidos para planilhas no Excel. Alimentamos também a máquina, com os dados dos 16 alunos fictícios. Neste momento a máquina

começou a aprender quais eram as habilidades cognitivas que os alunos apresentavam em cada uma das perguntas. Na sequência, alimentamos a máquina uma segunda vez, agora com as informações coletadas dos outros dois alunos, uma aluna do 3º ano (aluna 20) e uma aluna do 1º ano (aluna 21). O programa Orange Canvas pode informar quais foram as tendências para estes estudantes, e assim conseguimos identificar quais habilidades matemáticas precisamos trabalhar com estes alunos.

Por meio deste questionário e com a utilização do Machine learning do Orange Canvas podemos descobrir como a aprendizagem dos estudantes ocorre no domínio cognitivo e no afetivo com o objetivo de escolher uma metodologia de ensino mais adequada a cada aluno.

O questionário tem por objetivo coletar dados para alimentar a planilha com a intenção de identificar as habilidades cognitivas e afetivas dos alunos.

Logo a seguir é apresentado o *link* que dá acesso ao questionário respondido por estes estudantes. Esse questionário foi elaborado no Google Forms e está disponível através do link: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfRv4fEahBBVL-OHJ33TO7uu6duTOEF7Xbf1LcNHhIXMQUGFQ/viewform>.

O questionário apresenta 10 questões, da questão 1 até 6 foram elaboradas para verificar as habilidades do domínio cognitivo, e da questão 7 até 10 referem-se ao domínio afetivo.


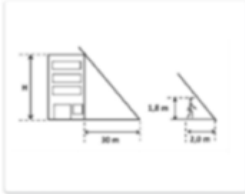
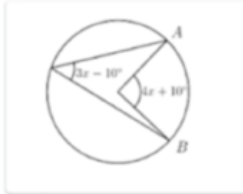


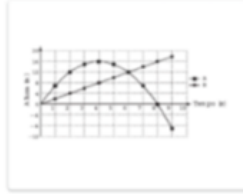
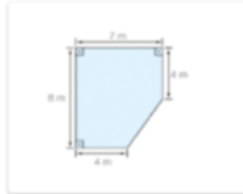

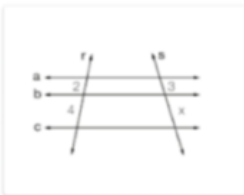
Para as questões do domínio cognitivo foram escolhidas algumas habilidades da Base Nacional Curricular (BNCC) a serem verificadas. Segundo Brasil (2020) a BNCC é um documento que regulamenta quais as aprendizagens que devem ser trabalhadas nas escolas brasileiras de Ensino Infantil a Ensino Médio. As habilidades da BNCC escolhidas abrangem as três unidades em que foram divididos os conteúdos matemáticos, que são: Número e Álgebra, Geometria e Medidas, e Probabilidade e Estatística. Para Número e Álgebra foi escolhida a habilidade (EM13MAT401) que relaciona um assunto importante de Álgebra que é a função polinomial do primeiro grau. Para a unidade Geometria e Medidas foi selecionada a habilidade (EM13MAT308), a qual aborda aplicações em triângulos, com destaque para semelhança de triângulos. Para a última unidade, Probabilidade e Estatística foram escolhidas três habilidades, sendo a primeira (EM13MAT102) a que visa análise de tabelas e gráficos de dados estatísticos, a segunda (EM13MAT312) envolve o cálculo de probabilidade, a terceira (EM13MAT316) envolve o cálculo de média ponderada (BRASIL, 2020).

As perguntas de 1 a 6 foram baseadas em algumas questões do ENEM de 2011 a 2015 na qual foram encontrados os verbos relacionados aos níveis cognitivos da taxonomia educacional e também relacionadas para avaliar as habilidades escolhidas da BNCC.

Na primeira pergunta do questionário foi solicitado aos alunos para selecionarem os assuntos matemáticos que conseguem recordar e identificar o nome. Sendo que o objetivo é de analisar o nível cognitivo do conhecimento do aluno. Temos neste nível alguns dos verbos relacionados ao nível de conhecimento que são recordar e identificar, conforme as figuras 3, 4 e 5.

### FIGURA 3: PRIMEIRA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO - PARTE A

1) a) Selecione as imagens dos conteúdos que você se recorda.

			
<input type="checkbox"/> Imagem 5	<input type="checkbox"/> Imagem 1	<input type="checkbox"/> Imagem 8	<input type="checkbox"/> Imagem 12
	$\frac{2}{x} + \frac{1}{x-3} = \frac{6}{x^2-9}$	$x^2 + 12x + 32 = 0$	
<input type="checkbox"/> Imagem 10	<input type="checkbox"/> Imagem 7	<input type="checkbox"/> Imagem 6	<input type="checkbox"/> Imagem 2
$\frac{(0,001)^{\frac{1}{3}}}{10^{-1}}$	$\begin{cases} x^2 + y^2 = 5 \\ x^2 - y^2 = 1 \end{cases}$		
<input type="checkbox"/> Imagem 14	<input type="checkbox"/> Imagem 3	<input type="checkbox"/> Imagem 13	<input type="checkbox"/> Imagem 4
	$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & -3 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix} \text{ e } B = \begin{bmatrix} 1 & -2 \\ 3 & 0 \\ 4 & -3 \end{bmatrix}$		
<input type="checkbox"/> Imagem 9	<input type="checkbox"/> Imagem 11		

Fonte: Formulário desenvolvido pela autora<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfRv4fEahBBVL-OHJ33TO7uu6duTOEF7Xbf1LcNHhIXMQUGFQ/viewform>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

### FIGURA 4: PRIMEIRA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO - PARTE B1

1) b) Agora em relações aos itens acima que foram selecionados, identifique cada conteúdo matemático abordado.

	Potenciação	Área de quadriláteros	Matrizes	Arcos e ângulos	Teorema de Tales	Frações Algébricas	Equação do 2º grau (Bháskara)
Imagem 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 6	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 8	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 9	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 11	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 12	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 13	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 14	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Formulário desenvolvido pela autora<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfRv4fEahBBVL-OHJ33TO7uu6duTOEF7Xbf1LcNHhIXMQUGFQ/viewform>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

### FIGURA 5: PRIMEIRA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO - PARTE B2

1) b) Agora em relações aos itens acima que foram selecionados, identifique cada conteúdo matemático abordado.

	Teorema de Pitágoras	Área de Círculo	Semelhança de triângulos	Função de 1º e de 2º grau	Sistema de equações	Polígonos regulares inscritos na circunferência	Progressão Aritmética
Imagem 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 6	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 8	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 9	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 11	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 12	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 13	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagem 14	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Formulário desenvolvido pela autora<sup>5</sup>

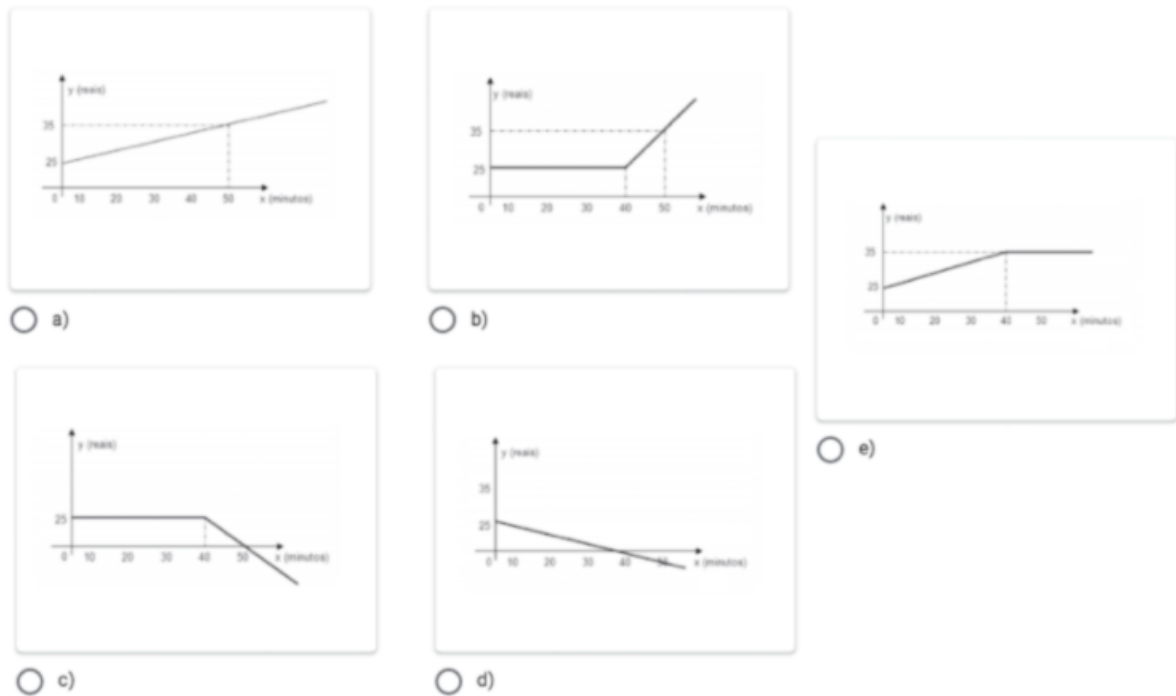
<sup>5</sup> Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfRv4fEahBBVL-OHJ33TO7uu6duTOEF7Xbf1LcNHh1XMQUGFQ/viewform>>. Acesso em: 16 jul. 2020.



A segunda pergunta é uma questão do Enem 2011 que requer do aluno a capacidade de converter a informação dada em um gráfico. Essa pergunta foi escolhida para verificar uma habilidade contida na BNCC. A habilidade escolhida foi a (EM13MAT401) “Converter representações algébricas de funções polinomiais de 1º grau em representações geométricas no plano cartesiano, distinguindo os casos nos quais o comportamento é proporcional, recorrendo ou não a softwares ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica” (BRASIL, 2020, p.543). Esta habilidade inicia com o verbo converter, que é um dos verbos do nível cognitivo da compreensão (Figuras 6 e 7).

**FIGURA 6: SEGUNDA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO – PARTE A**

2) a) Enem 2011 - De acordo com os números divulgados pela Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), já há no país 91 celulares em cada grupo de 100 pessoas. Entre as várias operadoras existentes, uma propõe o seguinte plano aos seus clientes: R\$ 25,00 mensais para até 40 minutos de conversação mensal e R\$ 1,00 por minuto que exceda o tempo estipulado. Qual dos gráficos a seguir corresponde aos possíveis gastos mensais (y), em reais, de um cliente dessa operadora de celular, em função do tempo (x) utilizado, em minutos?



Fonte: Formulário desenvolvido pela autora<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfRv4fEahBBVL-OHJ33TO7uu6duTOEF7XbflLcNHh1XMQUGFQ/viewform>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

**FIGURA 7: SEGUNDA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO – PARTE B**

2) b) Em relação a pergunta anterior, justifique sua resposta.

- O valor se altera durante o período todo, só diminuindo com o passar do tempo.
- Nos primeiros 40 minutos o valor muda, depois se mantém constante.
- O valor se altera durante o período todo, só aumentando com o passar do tempo.
- Nos primeiros 40 minutos o valor não muda, depois o valor aumenta com o tempo.
- Nos primeiros 40 minutos o valor não muda, depois o valor diminui com o tempo.

Fonte: Formulário desenvolvido pela autora<sup>7</sup>

A terceira pergunta é uma questão do Enem 2013 que exige que o aluno saiba identificar a semelhança de triângulos e aplicar a relação de semelhança para resolver o problema. Essa pergunta foi escolhida para verificar a habilidade (EM13MAT308) da BNCC: “Aplicar as relações métricas, incluindo as leis do seno e do cosseno ou as noções de congruência e semelhança, para resolver e elaborar problemas que envolvem triângulos, em variados contextos” (BRASIL, 2020, p.545). Como esta habilidade se inicia com o verbo aplicar, conferimos o nível cognitivo de aplicação que o aluno possui, de acordo com as figuras 8 e 9.

---

<sup>7</sup> Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfRv4fEahBBVL-OHJ33TO7uu6duTOEF7Xbf1LcNHh1XMQUGFQ/viewform>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

### FIGURA 8: TERCEIRA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO – PARTE A

3) a) Enem 2013 - O dono de um sítio pretende colocar uma haste de sustentação para melhor firmar dois postes de comprimentos iguais a 6 m e 4 m. A figura representa a situação real na qual os postes são descritos pelos segmentos AC e BD e a haste é representada pelo segmento EF, todos perpendiculares ao solo, que é indicado pelo segmento de reta AB. Os segmentos AD e BC representam cabos de aço que serão instalados. Qual deve ser o valor do comprimento da haste EF?



- a) 1 m
- b) 2 m
- c) 2,4 m
- d) 3 m
- e)  $2\sqrt{6}$  m

Fonte: Formulário desenvolvido pela autora<sup>8</sup>

### FIGURA 9: TERCEIRA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO – PARTE B

3) b) Em relação a pergunta anterior, justifique sua resposta.

- Os triângulos FEB e ACB não são semelhantes, mas os triângulos ABD e AEF são semelhantes, e EF vale  $2\sqrt{6}$  m.
- Os triângulos FEB e ACB são semelhantes, mas os triângulos ABD e AEF não são semelhantes, e EF vale 2 m.
- Os triângulos FEB e ACB são semelhantes e os triângulos ABD e AEF também são semelhantes, e EF vale 1 m.
- Os triângulos FEB e ACB são semelhantes e os triângulos ABD e AEF também são semelhantes, e EF vale 3m..
- Os triângulos FEB e ACB são semelhantes e os triângulos ABD e AEF também são semelhantes, e EF vale 2,4 m.

Fonte: Formulário desenvolvido pela autora<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfRv4fEahBBVL-OHJ33TO7uu6duTOEF7Xbf1LcNHhIXMQUGFQ/viewform>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

<sup>9</sup> Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfRv4fEahBBVL-OHJ33TO7uu6duTOEF7Xbf1LcNHhIXMQUGFQ/viewform>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

A quarta pergunta é uma questão do Enem 2012 que demanda que o aluno analise os dados de uma tabela para resolver o problema. Essa pergunta foi escolhida para checar a habilidade (EM13MAT102): “Analisar tabelas, gráficos e amostras de pesquisas estatísticas apresentadas em relatórios divulgados por diferentes meios de comunicação, identificando, quando for o caso, inadequações que possam induzir a erros de interpretação, como escalas e amostras não apropriadas” (BRASIL, 2020, p.546). Como esta habilidade começa com o verbo analisar, verificamos o nível cognitivo da análise do estudante, segundo as figuras 10 e 11.

#### FIGURA 10: QUARTA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO – PARTE A

4) a) Enem 2012 - Uma pesquisa realizada por estudantes da Faculdade de Estatística mostra, em horas por dia, como os jovens entre 12 e 18 anos gastam seu tempo, tanto durante a semana (de segunda-feira a sexta-feira), como no fim de semana (sábado e domingo). A seguinte tabela ilustra os resultados da pesquisa. De acordo com esta pesquisa, analise quantas horas de seu tempo gasta um jovem entre 12 e 18 anos, na semana inteira (de segunda-feira a domingo), nas atividades escolares?

Rotina Juvenil	Durante a semana	No fim de semana
Assistir à televisão	3	3
Atividades domésticas	1	1
Atividades escolares	5	1
Atividades de lazer	2	4
Descanso, higiene e alimentação	10	12
Outras atividades	3	3

- A) 20
- B) 21
- C) 24
- D) 25
- E) 27

Fonte: Formulário desenvolvido pela autora<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfRv4fEahBBVL-OHJ33TO7uu6duTOEF7XbflLcNHhIXMQUGFQ/viewform>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

### FIGURA 11: QUARTA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO – PARTE B

4) b) Em relação a pergunta anterior, justifique sua resposta.

- De acordo com a tabela, os estudantes passam 5 horas por dia estudando em cada um dos 5 dias da semana e 1 hora a cada dia no fim de semana.
- De acordo com a tabela, os estudantes passam 3 horas por dia estudando em cada um dos 5 dias da semana e 3 horas a cada dia no fim de semana.
- De acordo com a tabela, os estudantes passam 1 hora por dia estudando em cada um dos 5 dias da semana e 1 hora a cada dia no fim de semana.
- De acordo com a tabela, os estudantes passam 2 horas por dia estudando em cada um dos 5 dias da semana e 4 horas a cada dia no fim de semana.
- De acordo com a tabela, os estudantes passam 1 hora por dia estudando em cada um dos 5 dias da semana e 5 horas a cada dia no fim de semana.

Fonte: Formulário desenvolvido pela autora<sup>11</sup>

A quinta pergunta é uma questão do Enem 2015 adaptada que exige que o aluno o conhecimento sobre probabilidade, sendo que primeiramente temos um modelo de um exercício resolvido sobre este assunto, e em seguida o aluno precisa elaborar uma nova pergunta para o mesmo contexto, escolhendo as opções dadas. Essa pergunta foi escolhida para verificar a habilidade (EM13MAT312): “Resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo de probabilidade de eventos em experimentos aleatórios sucessivos” (BRASIL, 2020, p.546). Como esta habilidade começa com o verbo resolver e elaborar, conferimos o nível cognitivo de síntese do estudante, conforme a figura 12.

<sup>11</sup> Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfRv4fEahBBVL-OHJ33TO7uu6duTOEF7Xbf1LcNHh1XMQUGFQ/viewform>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

### FIGURA 12: QUINTA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO

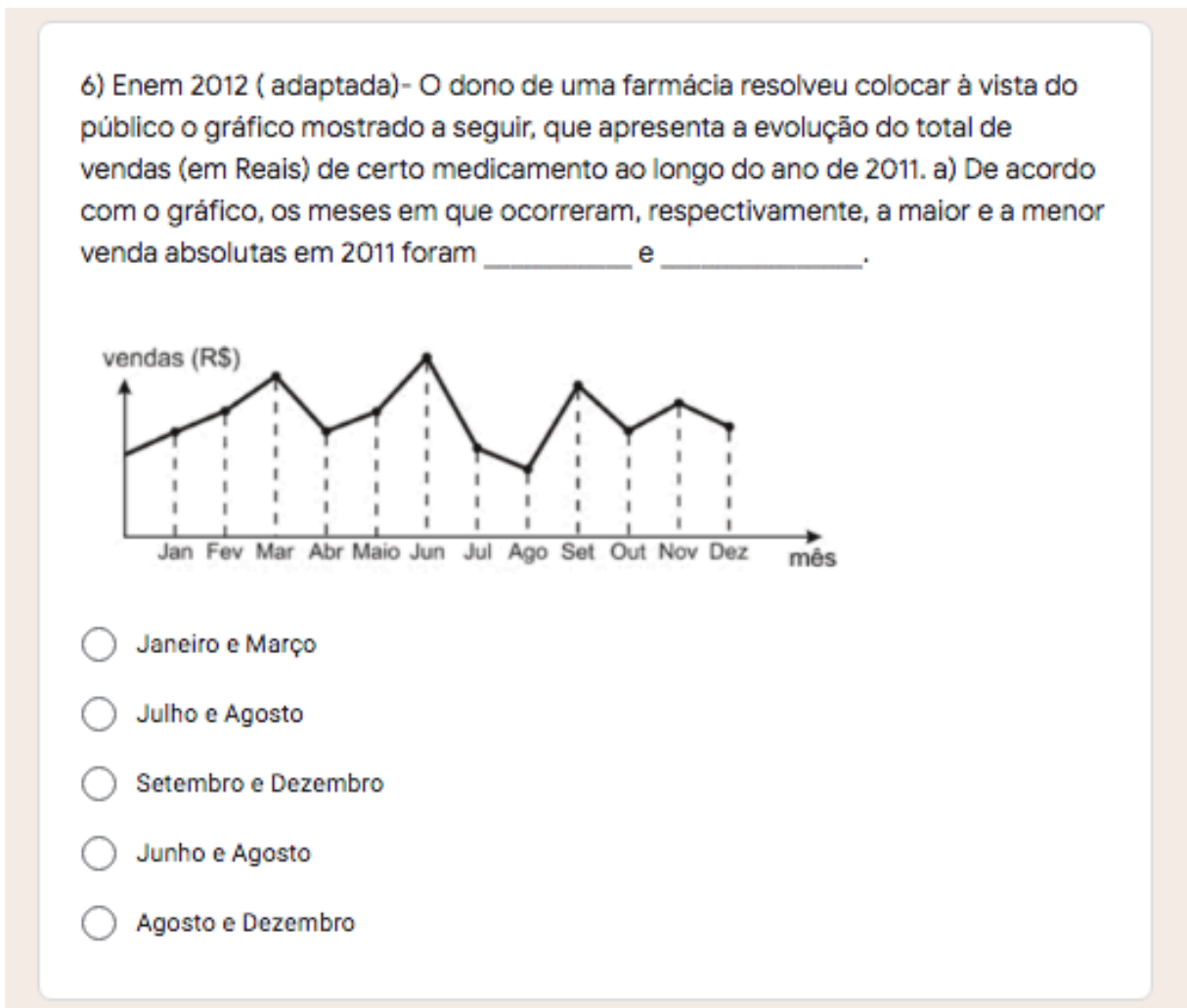
5) Enem 2015 - Em uma central de atendimento, cem pessoas receberam senhas numeradas de 1 até 100. Uma das senhas é sorteada ao acaso. Qual a probabilidade de a senha sorteada ser um número de 1 a 20? Resposta: 20/100. Agora elabore uma outra situação problema de probabilidade, selecionando as partes que se relacionam.

- Ao jogar um dado ( faces de 1 a 6).
- Ao sortear os números de 1 a 200.
- Escolhendo entre 10 bolinhas (duas são azuis, três são rosas, quatro pretas e uma branca).
- Qual a probabilidade de ser ímpar?
- Qual a probabilidade de ser rosa?
- Qual a probabilidade de ser par?
- Qual a probabilidade de sair 2?
- Qual a probabilidade de terminar com zero?
- Qual a probabilidade de sair um número menor que 20?
- Qual a probabilidade de ser branca?
- Qual a probabilidade de ser azul?
- A probabilidade é 1/2.
- A probabilidade é 3/10.
- A probabilidade é 1/6.
- A probabilidade é 1/200.
- A probabilidade é 2/5.
- A probabilidade é 19/200.
- A probabilidade é 1/10.
- A probabilidade é 1/5.

Fonte: Formulário desenvolvido pela autora<sup>12</sup>

A sexta pergunta é uma questão do Enem 2012 adaptada que requer do aluno análise de gráfico, interpretação do enunciado e o conhecimento sobre média ponderada. Essa pergunta foi escolhida para verificar a habilidade (EM13MAT316): “Resolver e elaborar problemas, em diferentes contextos, que envolvem cálculo e interpretação das medidas de tendência central (média, moda, mediana) e das medidas de dispersão (amplitude, variância e desvio padrão)” (BRASIL, 2020, p.546). Esta pergunta apresenta os verbos concluir e justificar, ambos contidos no nível cognitivo de avaliação, mostrado nas figuras 13 e 14.

**FIGURA 13: SEXTA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO – PARTE A**



Fonte: Formulário desenvolvido pela autora<sup>13</sup>

**FIGURA 14: SEXTA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO – PARTE B**

6) b) Considerando que a venda do medicamento do mês de janeiro de 2012 é a média ponderada entre os meses de março, junho e setembro. E sabendo que no mês de junho foram vendidos R\$6850,00, no mês de setembro 10% a menos e no mês de março 10% a menos que o mês de setembro. Qual foi o valor, em reais, vendido do mês de janeiro de 2012? Justifique sua resposta.

É de aproximadamente 6188,00 reais e no mês de Setembro foi vendido 6165,00 reais.

É de aproximadamente 6177,00 reais e no mês de Março foi vendido 5548,50 reais

É de aproximadamente 6222,00 reais e no mês de Setembro foi vendido 6160,00 reais.

É de aproximadamente 6160,00 reais e no mês de Março foi vendido 6175,00 reais.

É de aproximadamente 6150,00 reais e no mês de Setembro foi vendido 5168,00 reais.

Fonte: Formulário desenvolvido pela autora<sup>14</sup>

As quatro próximas perguntas na sequência têm o objetivo de verificar o nível de afetividade do aluno com relação a disciplina de Matemática, juntamente com as habilidades do domínio cognitivo identificar um perfil de estudante para melhorar o ensino individualizado. Pois, sabemos que a afetividade influencia o comportamento e aprendizado das pessoas. Para elaboração das perguntas do domínio afetivo elencamos quatro níveis que julgamos serem mais importantes, nível da Receptividade que englobam as atitudes de acolhimento para checar se os alunos aceitam bem a disciplina de Matemática. O nível da Resposta, em que conferimos as atitudes relacionadas com a expressão de satisfação. O nível da Valorização para verificar se os alunos reconhecem a disciplina de Matemática e sabem a sua importância. E por fim, o nível da Organização, vamos conferir a capacidade dos alunos de comparar e julgar qual conteúdo de Matemática eles acreditam ser mais importante, de acordo com as figuras 15 a 18.

<sup>14</sup> Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfRv4fEahBBVL-OHJ33TO7uu6duTOEF7Xbf1LcNHh1XMQUGFQ/viewform>>. Acesso em: 16 jul. 2020.



### FIGURA 15: SÉTIMA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO

7) Você gosta de aprender matemática? Por que?

Sim, pois gosto da matéria.

Não, não gosto muito de exatas.

Não, acho muito complicado.

Sim, gosto quando entendo a matéria.

As vezes, depende da matéria.

Fonte: Formulário desenvolvido pela autora<sup>15</sup>

Na figura 15 investigamos se o estudante tem alguma afinidade com a Matemática, se ele tem um grau de aceitação ou de rejeição em relação a disciplina. Neste caso, estamos analisando o primeiro nível do domínio afetivo, o nível da Recepção.

### FIGURA 16: OITAVA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO

8) Você gosta da sua aula de matemática na escola?

Sim, eu gosto

Não.

Mais ou menos.

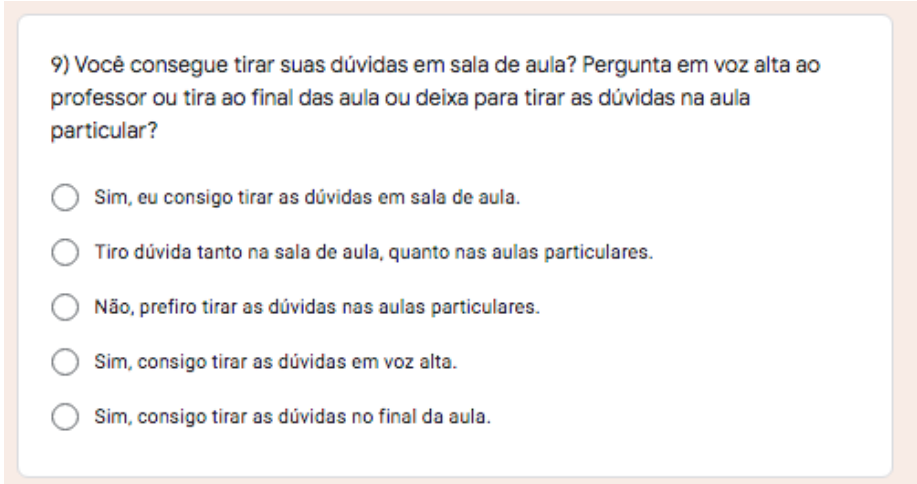
Fonte: Formulário desenvolvido pela autora<sup>16</sup>

<sup>15</sup> Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfRv4fEahBBVL-OHJ33TO7uu6duTOEF7Xbf1LcNHhIXMQUGFQ/viewform>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

<sup>16</sup> Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfRv4fEahBBVL-OHJ33TO7uu6duTOEF7Xbf1LcNHhIXMQUGFQ/viewform>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

Na figura 16 iremos descobrir o nível de satisfação do aluno em relação a Matemática do colégio, e isso está diretamente ligado se ele gosta da aula e se tem afinidade com seu professor. Neste caso, estamos analisando o segundo nível do domínio afetivo, o nível da Resposta.

### FIGURA 17: NONA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO



9) Você consegue tirar suas dúvidas em sala de aula? Pergunta em voz alta ao professor ou tira ao final das aula ou deixa para tirar as dúvidas na aula particular?

- Sim, eu consigo tirar as dúvidas em sala de aula.
- Tiro dúvida tanto na sala de aula, quanto nas aulas particulares.
- Não, prefiro tirar as dúvidas nas aulas particulares.
- Sim, consigo tirar as dúvidas em voz alta.
- Sim, consigo tirar as dúvidas no final da aula.

Fonte: Formulário desenvolvido pela autora<sup>17</sup>

Na figura 17 é para verificar qual é o comportamento do estudante em sala de aula, se ele é participativo ou não. Mas também, para checar se ele consegue tirar as dúvidas em sala de aula, se tem a liberdade em perguntar para o professor ou não, e ainda se ele valoriza o que está aprendendo. Estamos analisando o terceiro nível do domínio afetivo, o nível da Valorização.

<sup>17</sup> Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfRv4fEahBBVL-OHJ33TO7uu6duTOEF7Xbf1LcNHh1XMQUGFQ/viewform>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

### FIGURA 18: DÉCIMA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO

10) Qual conteúdo matemático até agora que você acha mais interessante e importante?

- Matemática Financeira
- Análise Combinatória e Probabilidade
- Radiciação e Potenciação
- Equação de 2º grau - Bháskara
- Funções e Gráficos
- Áreas de figuras planas
- Outros

Fonte: Formulário desenvolvido pela autora<sup>18</sup>

Na figura 18 investigamos qual o conteúdo matemático que o aluno considera mais importante, avaliando como o aluno julga os assuntos aprendidos até o momento dentro da Matemática. Estamos verificando o quarto nível do domínio afetivo, o nível da Organização.

A análise de dados foi feita somente após o aprendizado da máquina. Assim, por meio do questionário feito pelos alunos do Ensino Médio, a primeira coleta de dados serviu apenas para o aprendizado da máquina. Já na segunda coleta de dados ajudou a alimentar a máquina e dessa forma, ela conseguiu trazer os resultados das habilidades de cada um dos estudantes conforme a Taxonomia de Bloom, em relação as habilidades do domínio cognitivo, e também do afetivo, esses dois domínios que foram as nossas categorias de análise. Já que o psicomotor não é relevante para esta pesquisa.

É importante classificar as habilidades dos alunos quanto o domínio cognitivo, pois nele podemos descobrir se o aluno possui a habilidade de recordar conhecimentos, definir ou identificar algo quando lê uma situação problema, se ele consegue compreender e interpretar o enunciado, se o estudante tem a capacidade de solucionar o problema, se consegue analisar e organizar os dados do problema, criar e planejar soluções e, por fim, consiga julgar e avaliar o problema. Com todas essas habilidades podemos identificar quais ele tem domínio total e aquelas que estão em desenvolvimento.

Como elegemos também os níveis cognitivos como as categorias de análise e os resultados serão enquadrados nesses níveis a fim de organizá-los para atingir seus objetivos.

<sup>18</sup> Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfRv4fEahBBVL-OHJ33TO7uu6duTOEF7XbflLcNHh1XMQUGFQ/viewform>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

Em seguida, temos o quadro 3 com as habilidades de acordo com a Taxonomia de Bloom no domínio cognitivo que a máquina analisou de cada aluno.

Quadro 3 – Habilidades de acordo com a Taxonomia de Bloom no domínio cognitivo

<b>Níveis cognitivos:</b>	<b>Habilidade</b>	<b>verbos</b>
<b>Conhecimento</b>	Requer que o aluno apenas recorde ou reconheça ideias ou princípios na forma aproximada com que foram ensinados.	Escrever; Listar; Rotular; Nomear; Dizer; Definir; Identificar; Recitar; Mostrar; Recordar.
<b>Compreensão</b>	Inclui o nível anterior e avança, exigindo que o aluno recorde ou reconheça e interprete e compreenda o conteúdo apresentado com base em conhecimentos prévios.	Explicar; Resumir; Parfrasear; Descrever; Ilustrar; Traduzir; Converter.
<b>Aplicação</b>	Inclui os dois primeiros níveis e avança: requer que o aluno recorde ou reconheça, interprete e selecione, transfira e use dados e princípios para completar um problema ou tarefa com um mínimo de supervisão.	Usar; Computar; Demonstrar; Aplicar; Construir; Solucionar; Experimentar; Mostrar; Ilustrar; Registrar.
<b>Análise</b>	Inclui os três primeiros níveis e avança: requer que o aluno seja capaz de recordar ou reconhecer, interpretar, selecionar, transferir, usar e, agora possa distinguir, classificar, relacionar os pressupostos, as hipóteses e as evidências ou estruturas; e ainda: comparar, contrastar uma declaração ou questão.	Analisar; Categorizar; Comparar; Contrastar; Separar; Diferenciar; Classificar; Conectar; Relacionar; Arranjar; Estruturar; Agrupar; Organizar; Dissecar; Investigar.
<b>Síntese</b>	Inclui os quatro primeiros níveis: requer que o aluno seja capaz de recordar, reconhecer, interpretar, selecionar, transferir, usar e distinguir, classificar, relacionar, comparar, contrastar, e avançar exigindo que crie, integre e combine ideias num mesmo produto ou serviço, plano ou proposta, que sejam novos para ele.	Criar; Planejar; Elaborar hipótese; Inventar; Desenvolver; Reprojeter; Combinar; Agregar; Compôr; Traduzir; Imaginar; Inferir; Produzir; Predizer; Resumir.
<b>Avaliação</b>	Inclui os cinco primeiros níveis e avança: requer que o aluno seja capaz de recordar/reconhecer, interpretar, selecionar, transferir, usar, distinguir,	Julgar; Recomendar; Criticar; Justificar; Interpretar; Verificar; Decidir; Discutir; Disputar; Escolher; Concluir.

	classificar, comparar, contrastar, criar, integrar, combinar ideias a algo que seja novo para ele, e avança: o aluno agora aprecia, avalia, critica com base em padrões e critérios específicos já estudados.	
--	---	--

Fonte: Elaborado pela autora

No quadro 3, no nível cognitivo conhecimento, o estudante terá que ter a habilidade de recordar e reconhecer os conteúdos ensinados, para que no nível cognitivo da compreensão, ele seja capaz de interpretar e compreender o conteúdo apresentado com base em conhecimentos prévios. Na Matemática, vemos a importância do nível cognitivo do conhecimento, pois o aluno utiliza de conteúdos ensinados anteriormente para seguir no ensino da Matemática. Por exemplo, o aluno precisa ter o conhecimento das operações (adição, subtração, multiplicação e divisão) para resolver uma expressão numérica. O nível da compreensão é importante para o aluno consiga interpretar e compreender o conteúdo que foi ensinado. E para que consiga chegar ao nível da aplicação, precisa selecionar e utilizar dados para completar um problema, é necessário que ele tenha a capacidade de aplicar o conteúdo que foi ensinado. Então, no exemplo anterior, o aluno tem que possuir o conhecimento das quatro operações (adição, subtração, multiplicação e divisão) para aplicar esse conhecimento e resolver a expressão numérica. Agora, para chegar à categoria da análise e ter a capacidade de distinguir, classificar e comparar dados, para que consiga relacionar o conteúdo aprendido com outros conteúdos. Por exemplo, na Matemática quando o aluno consegue resolver uma situação problema, analisando os dados, e aplicando o que foi aprendido por ele. No penúltimo nível cognitivo, síntese, o estudante deverá ter a capacidade de integrar ideias novas, produzir, imaginar e inventar. Por fim, para chegar ao nível da avaliação, o aluno terá que avaliar, criticar, julgar com base em critérios específicos já estudados, aqui o estudante precisa ter uma bagagem melhor de conhecimentos, estabelecer relações, fazer experimentações e conjecturar para que consiga julgar algum conteúdo já aprendido.

No domínio afetivo, verificamos os sentimentos dos alunos em relação a Matemática, e pudemos saber o grau de aceitação ou rejeição do estudante diante esta disciplina, para ter o conhecimento para melhor planejar seu ensino individualizado.

O domínio afetivo busca analisar o sentimento ou à emoção, que são expressos como interesses, atitudes ou valores. Vamos conferir alguns níveis do domínio afetivo: o primeiro nível, o da Receptividade que englobam as atitudes de acolhimento, que foi verificado o nível

de aceitação dos alunos na disciplina de Matemática. No segundo nível, o da Resposta são atitudes relacionadas com a expressão de satisfação. O terceiro nível, Valorização, foi checado se os estudantes valorizam a disciplina de Matemática e sabem a sua importância. E por fim o nível da Organização, na qual descobrimos a capacidade dos alunos de julgar qual conteúdo matemático acreditam ser mais relevante.

Podemos observar que existem verbos relacionados a cada um dos níveis do domínio afetivo. No nível da Recepção temos verbos que mostram a atitude de acolhimento, como aceitar e receber. No nível da Resposta os verbos mostram o nível de satisfação, como selecionar, especificar. No nível da Valorização, fica claro a presença de verbos que demonstram o valor sobre algo, como aceitar, reconhecer, realizar. No nível da Organização, observamos verbos como organizar, julgar, relacionar, apresentando a capacidade de analisar e comparar os valores.

Logo abaixo, será apresentado com mais detalhe as planilhas Microsoft Excel e as telas do programa Orange.

#### 4.2 Produto Educacional

A construção do produto educacional foi dividida em duas etapas, na primeira utilizamos duas planilhas Microsoft Excel com uma aba para cada pergunta do questionário.

Na primeira etapa, temos a primeira planilha que continha as respostas das perguntas feitas aos 3 alunos reais (alunos 17, 18 e 19) e, também, a classificação deles, além dos dados dos 16 alunos fictícios. Foi necessário criarmos esses 16 perfis para alimentar a máquina com as informações suficientes para que ela pudesse aprender, com isso teria uma base de dados, e assim ter a capacidade de analisar com precisão os dados dos próximos alunos reais. Isso foi feito somente nas perguntas 1 a 6 do questionário. Já nas perguntas 7 a 10 utilizamos somente os dados dos alunos fictícios para o aprendizado da máquina.

Para ficar mais claro, vamos apresentar somente os prints das telas da primeira e da segunda planilha, referente à segunda pergunta do questionário. Porque as demais perguntas seguem o mesmo padrão. Na figura 19 temos o print da tela da primeira planilha, na qual mostramos a aba da segunda pergunta do questionário.

**FIGURA 19: PRIMEIRA PLANILHA - ABA DA SEGUNDA PERGUNTA**

Questionário Cintia1 .XLSX ☆ 📄 🔄

Ficheiro Editar Ver Inserir Formatar Dados Ferramentas Ajuda A última edição foi efetuada há segundos

100% R\$ % .0 .00 123 Predefiniçã... 11 B I S A 🗑️ 🏠 📄 📄 📄

	A	B	C	E	F	G
1		Resposta	Justificativa	Classificação		
2	Aluno 1	a	a	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
3	Aluno 2	a	c	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
4	Aluno 3	b	a	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
5	Aluno 4	e	b	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
6	Aluno 5	d	a	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
7	Aluno 6	b	d	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
8	Aluno 7	c	a	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
9	Aluno 8	e	b	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
10	Aluno 9	b	c	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
11	Aluno 10	a	a	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
12	Aluno 11	b	d	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
13	Aluno 12	c	e	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
14	Aluno 13	e	e	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
15	Aluno 14	c	b	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
16	Aluno 15	a	c	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
17	Aluno 16	b	e	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
18	Aluno 17	b	d	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
19	Aluno 18	b	d	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
20	Aluno 19	b	d	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau		
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						

+ 📄 Pergunta 1 Alunos Classificados 1 Alunos a classificar 1 Pergunta 2 Alunos Classific

Fonte: Arquivo da autora

A figura 19 mostra as respostas da segunda pergunta do questionário, na qual aparecem o item ‘a’ do questionário (identificado na tabela como coluna ‘Resposta’) e o item ‘b’ (identificado na tabela como coluna ‘Justificativa’) dos 16 alunos fictícios e dos 3 alunos reais (alunos 17, 18 e 19), e, também, a classificação de todos alunos de acordo com a pesquisadora.

Em uma segunda planilha, foram adicionados os dados de dois alunos reais não classificados ainda (alunos 20 e 21) para a máquina classificar e, também, foram colocados os dados dos três alunos reais que já tinham sido classificados (alunos 17, 18 e 19), a fim de testar o modelo, e verificar se a máquina iria classificar da mesma maneira os três alunos que já foram classificados anteriormente.

Na figura 20 temos o print da tela da segunda planilha, na qual aparece a aba da segunda pergunta do questionário.

**FIGURA 20: SEGUNDA PLANILHA - ABA DA SEGUNDA PERGUNTA**

	A	B	C	D	E	F	G
1	Nome	Resposta	Justificativa				
2	Aluno 17	b	d				
3	Aluno 18	b	d				
4	Aluno 19	b	d				
5	Aluno 20	b	d				
6	Aluno 21	b	d				
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							

Fonte: Arquivo da autora

A figura 20 mostra as respostas da segunda pergunta do questionário, na qual o item 'a' (identificado na tabela como coluna 'Resposta') e o item 'b' (identificado na tabela como coluna 'Justificativa') dos 5 alunos reais (alunos 17, 18, 19, 20 e 21), para serem classificados pela máquina.

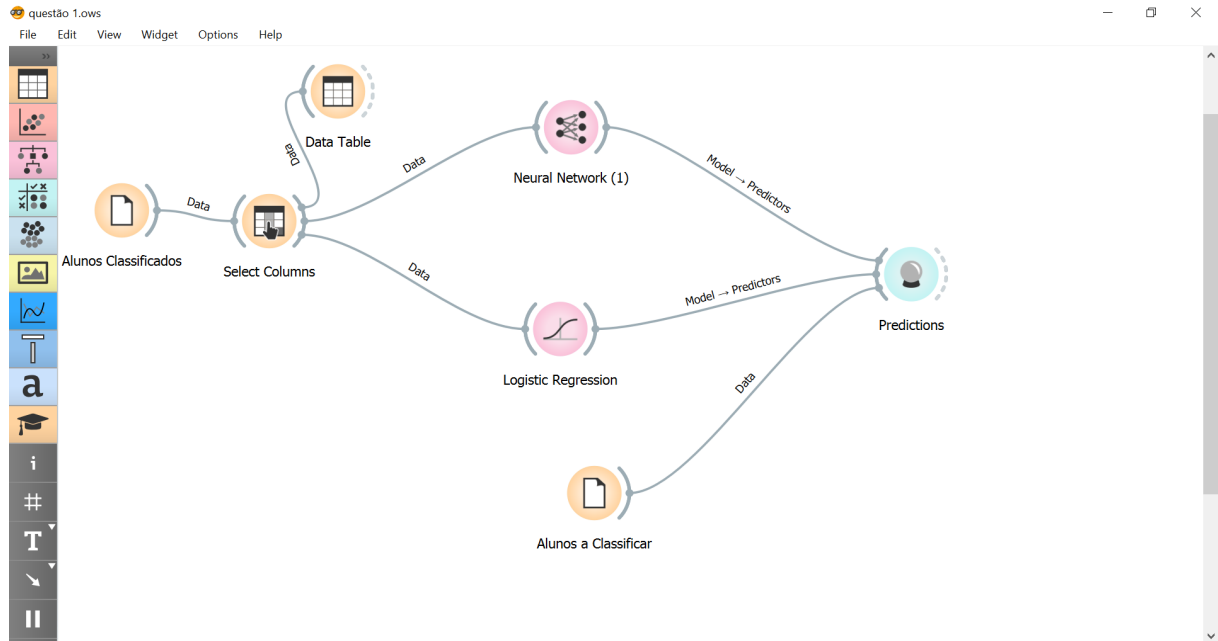
A segunda etapa foi feita no programa Orange Canvas. Este programa faz a leitura das planilhas Microsoft Excel, sendo que a primeira planilha foi utilizada como base de dados para o aprendizado da máquina, já a segunda contém os dados que a máquina utilizou para classificar os alunos.



No programa Orange Canvas foi utilizado o modelo classificatório de regressão logística e rede neural para fazer a classificação dos alunos.

A seguir temos as telas do Orange, sendo a primeira tela a estrutura do programa (figura 21)

**FIGURA 21: ESTRUTURA DO PROGRAMA**



Fonte: Arquivo da autora

Pela figura 21 podemos explicar cada ícone utilizado.

O ícone Alunos Classificados faz a leitura da planilha dos alunos cadastrados e classificados pela pesquisadora (primeira planilha).

O ícone Select Columns seleciona as colunas da planilha importantes para o aprendizado da máquina.

O ícone Data Table visualiza os alunos classificados.

O ícone Neural Network é interface da rede neural, na qual o aprendizado ocorreu com base na planilha de alunos cadastrados (primeira planilha).

O ícone Logistic Regression é interface da regressão logística, na qual o aprendizado ocorreu com base na planilha de alunos cadastrados (primeira planilha).

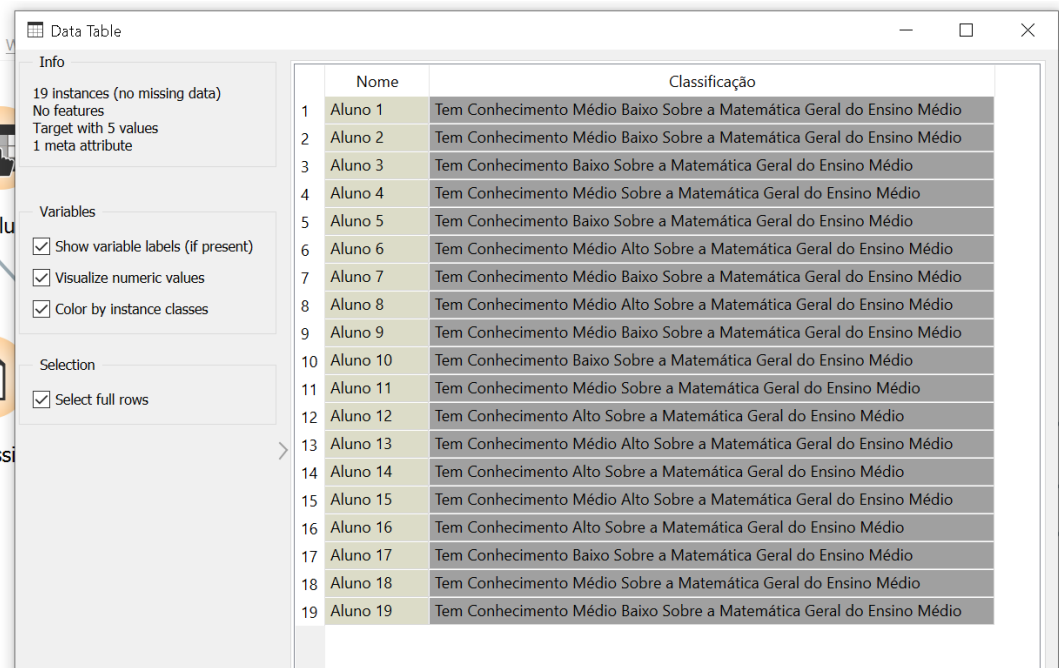
O ícone Alunos a Classificar faz a leitura da planilha que contém os alunos a serem classificados (segunda planilha).

O ícone Predictions faz a classificação dos alunos não classificados com base na regressão logística e na rede neural.

Segue abaixo os prints das telas que contêm a tabela de alunos classificados antes do aprendizado (alunos 1 ao 19, sendo que do 17 ao 19 são os alunos reais) e após o aprendizado (alunos 17 ao 21, todos reais).

A figura 22a mostra a classificação dos alunos para a primeira questão do questionário antes do aprendizado. A figura 22b temos o resultado da classificação da primeira questão após o aprendizado da máquina.

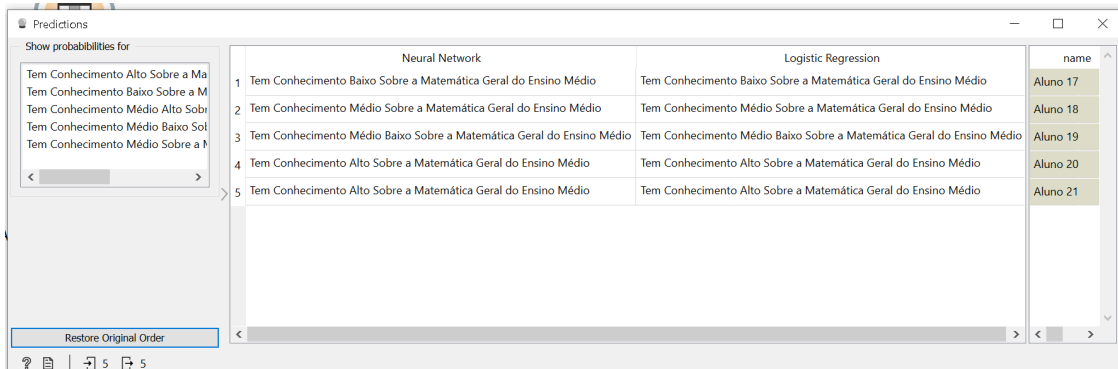
**FIGURA 22A: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS ANTES DO APRENDIZADO (PRIMEIRA QUESTÃO)**



	Nome	Classificação
1	Aluno 1	Tem Conhecimento Médio Baixo Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
2	Aluno 2	Tem Conhecimento Médio Baixo Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
3	Aluno 3	Tem Conhecimento Baixo Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
4	Aluno 4	Tem Conhecimento Médio Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
5	Aluno 5	Tem Conhecimento Baixo Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
6	Aluno 6	Tem Conhecimento Médio Alto Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
7	Aluno 7	Tem Conhecimento Médio Baixo Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
8	Aluno 8	Tem Conhecimento Médio Alto Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
9	Aluno 9	Tem Conhecimento Médio Baixo Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
10	Aluno 10	Tem Conhecimento Baixo Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
11	Aluno 11	Tem Conhecimento Médio Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
12	Aluno 12	Tem Conhecimento Alto Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
13	Aluno 13	Tem Conhecimento Médio Alto Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
14	Aluno 14	Tem Conhecimento Alto Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
15	Aluno 15	Tem Conhecimento Médio Alto Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
16	Aluno 16	Tem Conhecimento Alto Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
17	Aluno 17	Tem Conhecimento Baixo Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
18	Aluno 18	Tem Conhecimento Médio Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio
19	Aluno 19	Tem Conhecimento Médio Baixo Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio

Fonte: Arquivo da autora

**FIGURA 22B: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS APÓS O APRENDIZADO (PRIMEIRA QUESTÃO)**



	Neural Network	Logistic Regression	name
1	Tem Conhecimento Baixo Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio	Tem Conhecimento Baixo Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio	Aluno 17
2	Tem Conhecimento Médio Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio	Tem Conhecimento Médio Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio	Aluno 18
3	Tem Conhecimento Médio Baixo Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio	Tem Conhecimento Médio Baixo Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio	Aluno 19
4	Tem Conhecimento Alto Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio	Tem Conhecimento Alto Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio	Aluno 20
5	Tem Conhecimento Alto Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio	Tem Conhecimento Alto Sobre a Matemática Geral do Ensino Médio	Aluno 21

Fonte: Arquivo da autora

Na figura 22a podemos notar que o aluno 17 teve a classificação de ter o conhecimento baixo sobre Matemática Geral do Ensino Médio, já o aluno 18 teve o conhecimento médio sobre o assunto e o 19 teve o conhecimento médio baixo. Já na figura 22b o programa mostra que os alunos 17, 18 e 19 foram reclassificados pela máquina, e os alunos 20 e 21 (que são os outros dois alunos que responderam também ao questionário) foram pela primeira vez classificados. Constatamos que a máquina aprendeu a classificar, tanto por regressão logística quanto rede neural, visto que o resultado da classificação antes e após o aprendizado coincidiram. E os alunos 20 e 21 tiveram o resultado de ter o conhecimentos alto sobre Matemática Geral do Ensino Médio.

A classificação dos alunos para a segunda questão do questionário antes do aprendizado está demonstrado na figura 23a. E o resultado da classificação da segunda questão após o aprendizado da máquina está na figura 23b.

**FIGURA 23A: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS ANTES DO APRENDIZADO (SEGUNDA QUESTÃO)**

	Nome	Classificação
1	Aluno 1	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
2	Aluno 2	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
3	Aluno 3	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
4	Aluno 4	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
5	Aluno 5	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
6	Aluno 6	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
7	Aluno 7	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
8	Aluno 8	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
9	Aluno 9	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
10	Aluno 10	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
11	Aluno 11	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
12	Aluno 12	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
13	Aluno 13	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
14	Aluno 14	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
15	Aluno 15	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
16	Aluno 16	Não Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
17	Aluno 17	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
18	Aluno 18	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau
19	Aluno 19	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau

Fonte: Arquivo da autora

**FIGURA 23B: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS APÓS O APRENDIZADO  
(SEGUNDA QUESTÃO)**

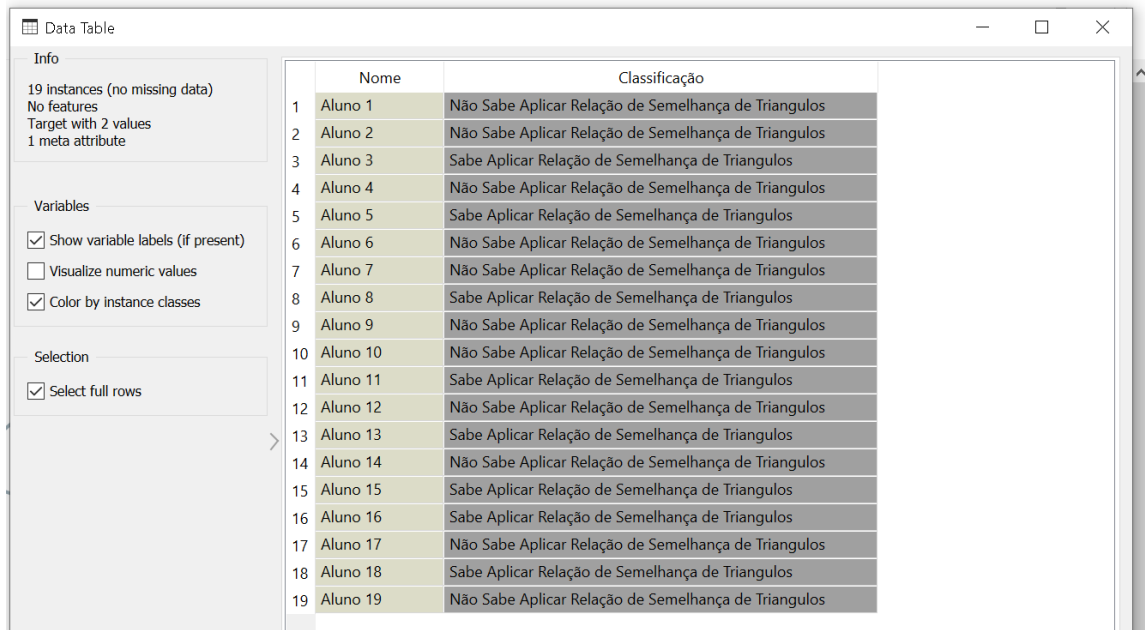
	Neural Network	Logistic Regression	Nome
1	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau	Aluno 17
2	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau	Aluno 18
3	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau	Aluno 19
4	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau	Aluno 20
5	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau	Compreende Representações Gráficas de Funções do 1º Grau	Aluno 21

Fonte: Arquivo da autora

Na figura 23a temos os dados dos 16 alunos fictícios e também dos 3 alunos (alunos reais: 17,18 e 19) que responderam o questionário. Observamos que os alunos 17, 18 e 19 tiveram a classificação que compreendem representações gráficas de funções polinomiais do 1º grau. Já na figura 23b fica aparente que a classificação dos alunos 17, 18 e 19 antes e após o aprendizado da máquina coincidiram, tanto na rede neural como na regressão logística. E em ambas os alunos 20 e 21 tiveram o resultado compreender representações gráficas de funções polinomiais do 1º grau, conseguem identificar a função polinomial no texto e traduzir graficamente, sabendo quando a mesma é crescente ou decrescente.

A figura 24a mostra a classificação dos alunos para a terceira questão do questionário antes do aprendizado. A figura 24b temos o resultado da classificação da terceira questão após o aprendizado da máquina.

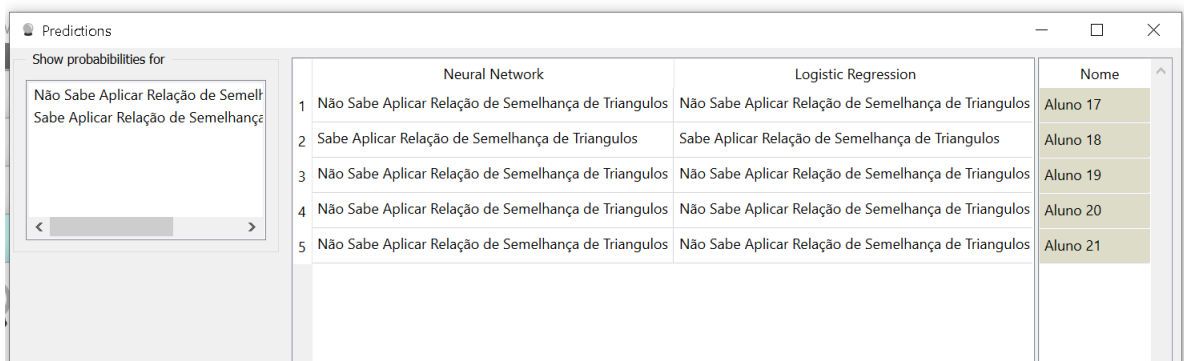
**FIGURA 24A: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS ANTES DO APRENDIZADO  
( TERCEIRA QUESTÃO)**



	Nome	Classificação
1	Aluno 1	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
2	Aluno 2	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
3	Aluno 3	Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
4	Aluno 4	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
5	Aluno 5	Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
6	Aluno 6	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
7	Aluno 7	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
8	Aluno 8	Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
9	Aluno 9	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
10	Aluno 10	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
11	Aluno 11	Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
12	Aluno 12	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
13	Aluno 13	Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
14	Aluno 14	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
15	Aluno 15	Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
16	Aluno 16	Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
17	Aluno 17	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
18	Aluno 18	Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos
19	Aluno 19	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos

Fonte: Arquivo da autora

**FIGURA 24B: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS APÓS O APRENDIZADO  
(TERCEIRA QUESTÃO)**



	Neural Network	Logistic Regression	Nome
1	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos	Aluno 17
2	Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos	Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos	Aluno 18
3	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos	Aluno 19
4	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos	Aluno 20
5	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos	Não Sabe Aplicar Relação de Semelhança de Triangulos	Aluno 21

Fonte: Arquivo da autora

Na figura 24a podemos verificar os dados dos 16 alunos fictícios e também dos 3 alunos (alunos reais: 17, 18 e 19) que responderam o questionário, em que observamos que os alunos 17 e 19 não sabem aplicar a relação de semelhança de triângulos. E o aluno 18 sabe aplicar a relação. Já na figura 24b temos que a classificação dos alunos 17, 18 e 19 antes e após o aprendizado da máquina coincidiram tanto na rede neural como na regressão logística. E em ambas também, os alunos 20 e 21 tiveram o resultado não saberem aplicar a relação de semelhança de triângulos.

A classificação dos alunos para a quarta questão do questionário antes do aprendizado está na figura 25a. E na figura 25b temos o resultado da classificação da quarta questão após o aprendizado da máquina.

**FIGURA 25A: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS ANTES DO APRENDIZADO (QUARTA QUESTÃO)**

	Nome	Classificação
1	Aluno 1	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
2	Aluno 2	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
3	Aluno 3	Não Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
4	Aluno 4	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
5	Aluno 5	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
6	Aluno 6	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
7	Aluno 7	Não Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
8	Aluno 8	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
9	Aluno 9	Não Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
10	Aluno 10	Não Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
11	Aluno 11	Não Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
12	Aluno 12	Não Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
13	Aluno 13	Não Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
14	Aluno 14	Não Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
15	Aluno 15	Não Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
16	Aluno 16	Não Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
17	Aluno 17	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
18	Aluno 18	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas
19	Aluno 19	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas

Fonte: Arquivo da autora

**FIGURA 25B: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS APÓS O APRENDIZADO (QUARTA QUESTÃO)**

	Neural Network	Logistic Regression	Nome
1	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas	Aluno 17
2	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas	Aluno 18
3	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas	Aluno 19
4	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas	Aluno 20
5	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas	Sabe Analisar Gráficos e Tabelas de Pesquisas Estatísticas	Aluno 21

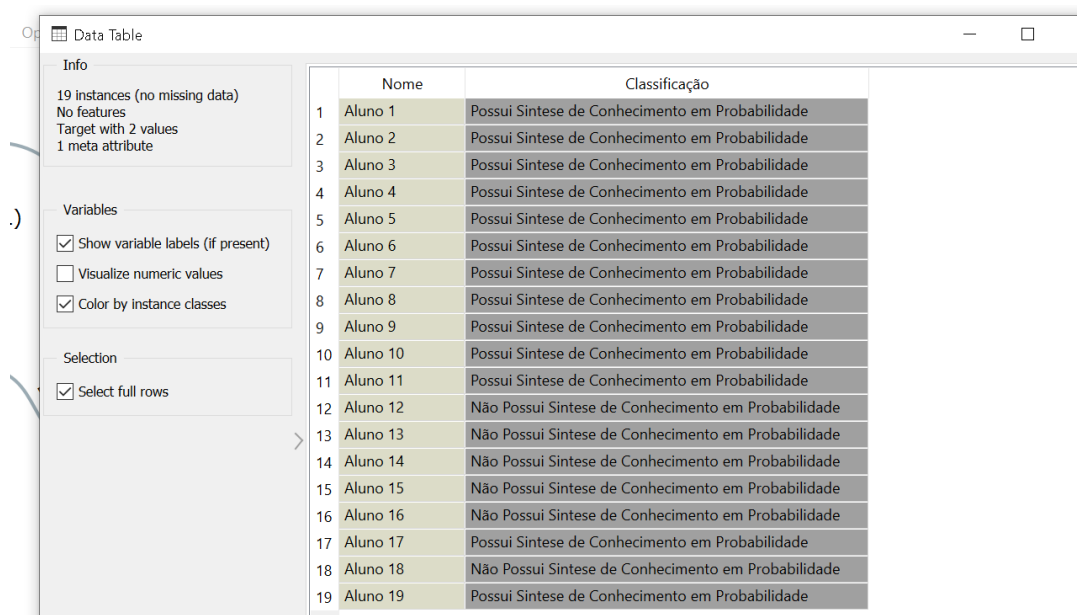
Fonte: Arquivo da autora

Na figura 25a vemos que os alunos 17, 18 e 19 sabem analisar gráficos e tabelas. Já na figura 25b podemos notar que a classificação dos alunos 17, 18 e 19 antes e após o

aprendizado da máquina coincidiram tanto na rede neural quanto na regressão logística. E em ambas, os alunos 20 e 21 tiveram o resultado de saberem analisar gráficos e tabelas.

A figura 26a temos a classificação dos alunos para a quinta questão do questionário antes do aprendizado. E o resultado da classificação da quinta questão após o aprendizado da máquina está na figura 26b.

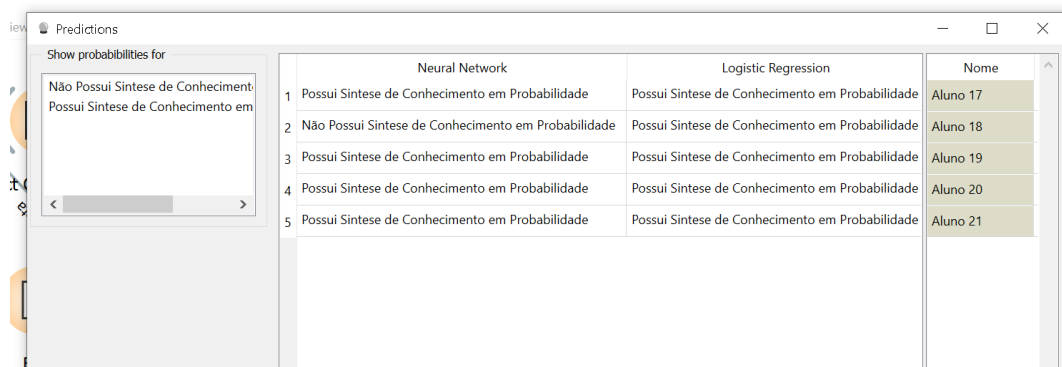
**FIGURA 26A: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS ANTES DO APRENDIZADO (QUINTA QUESTÃO)**



	Nome	Classificação
1	Aluno 1	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
2	Aluno 2	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
3	Aluno 3	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
4	Aluno 4	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
5	Aluno 5	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
6	Aluno 6	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
7	Aluno 7	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
8	Aluno 8	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
9	Aluno 9	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
10	Aluno 10	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
11	Aluno 11	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
12	Aluno 12	Não Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
13	Aluno 13	Não Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
14	Aluno 14	Não Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
15	Aluno 15	Não Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
16	Aluno 16	Não Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
17	Aluno 17	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
18	Aluno 18	Não Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade
19	Aluno 19	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade

Fonte: Arquivo da autora

**FIGURA 26B: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS APÓS O APRENDIZADO (QUINTA QUESTÃO)**



	Neural Network	Logistic Regression	Nome
1	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade	Aluno 17
2	Não Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade	Aluno 18
3	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade	Aluno 19
4	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade	Aluno 20
5	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade	Possui Sintese de Conhecimento em Probabilidade	Aluno 21

Fonte: Arquivo da autora

Na figura 26a observamos que os alunos 17 e 19 tem a capacidade de síntese de conhecimento em probabilidade e o aluno 18 não tem essa capacidade. Já na figura 26b podemos ver que a classificação dos alunos 17, 18 e 19 antes do aprendizado coincidiu com o resultado após o aprendizado na rede neural, já na regressão logística todos os alunos (os alunos 17, 18 e 19) sabem sintetizar o conhecimento em probabilidade. Logo, podemos perceber que nesse caso a rede neural foi mais acertiva quanto ao resultado. E em ambas, os alunos 20 e 21 tem a capacidade de síntese de conhecimento em probabilidade, tanto na rede neural quanto na regressão logística.

A figura 27<sup>a</sup> mostra a classificação dos alunos para a sexta questão do questionário antes do aprendizado. E na figura 27b está o resultado da classificação da sexta questão após o aprendizado da máquina.

**FIGURA 27A: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS ANTES DO APRENDIZADO (SEXTA QUESTÃO)**

	Nome	Classificação
1	Aluno 1	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
2	Aluno 2	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
3	Aluno 3	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
4	Aluno 4	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
5	Aluno 5	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
6	Aluno 6	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
7	Aluno 7	Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
8	Aluno 8	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
9	Aluno 9	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
10	Aluno 10	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
11	Aluno 11	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
12	Aluno 12	Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
13	Aluno 13	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
14	Aluno 14	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
15	Aluno 15	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
16	Aluno 16	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
17	Aluno 17	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
18	Aluno 18	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos
19	Aluno 19	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Analise de Gráficos

Fonte: Arquivo da pesquisadora



**FIGURA 27B: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS APÓS O APRENDIZADO  
(SEXTA QUESTÃO)**

	Neural Network	Logistic Regression	Nome
1	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Análise de Gráficos	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Análise de Gráficos	Aluno 17
2	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Análise de Gráficos	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Análise de Gráficos	Aluno 18
3	Sabe Avaliar Média Ponderada e Análise de Gráficos	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Análise de Gráficos	Aluno 19
4	Sabe Avaliar Média Ponderada e Análise de Gráficos	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Análise de Gráficos	Aluno 20
5	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Análise de Gráficos	Não Sabe Avaliar Média Ponderada e Análise de Gráficos	Aluno 21

Fonte: Arquivo da autora

Na figura 27a vemos que os alunos 17, 18 e 19 não sabem avaliar média ponderada e análise de gráficos. Já na figura 27b temos que a classificação dos alunos 17, 18 e 19 antes do aprendizado coincidiu com o resultado após o aprendizado na regressão logística. Já pela rede neural, o aluno 19 sabe avaliar média ponderada e análise de gráficos. Dessa forma, podemos perceber que neste caso a regressão logística foi mais acertiva quanto ao resultado. A máquina classificou o aluno 21, que também não sabem avaliar média ponderada e análise de gráficos. E o aluno 20 foi classificado pela rede neural como não sabe avaliar e pela regressão logística sabendo avaliar. Como a regressão logística foi mais acertiva, vamos considerar os resultados dela após o aprendizado.

Os prints das telas referentes a pergunta 7 em diante que contém a tabela de alunos classificados antes do aprendizado (alunos 1 a 16, todos fictícios) e após o aprendizado (alunos 17 a 21, todos reais) serão demonstrados a seguir.

Na figura 28a temos a classificação dos alunos para a sétima questão do questionário antes do aprendizado. E o resultado da classificação da sétima questão após o aprendizado da máquina aparece na figura 28b.

**FIGURA 28A: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS ANTES DO APRENDIZADO  
(SÉTIMA QUESTÃO)**

	Nome	Resposta	Resultado
1	Aluno 1	A	Gosta de Matemática
2	Aluno 2	D	Gosta de Matemática
3	Aluno 3	B	Não Gosta de Matemática
4	Aluno 4	C	Não Gosta de Matemática
5	Aluno 5	E	Mais ou Menos
6	Aluno 6	A	Gosta de Matemática
7	Aluno 7	D	Gosta de Matemática
8	Aluno 8	B	Não Gosta de Matemática
9	Aluno 9	C	Não Gosta de Matemática
10	Aluno 10	E	Mais ou Menos
11	Aluno 11	A	Gosta de Matemática
12	Aluno 12	D	Gosta de Matemática
13	Aluno 13	B	Não Gosta de Matemática
14	Aluno 14	C	Não Gosta de Matemática
15	Aluno 15	E	Mais ou Menos
16	Aluno 16	E	Mais ou Menos
17	Aluno 17	D	?
18	Aluno 18	B	?
19	Aluno 19	E	?
20	Aluno 20	B	?
21	Aluno 21	C	?

Fonte: Arquivo da autora

**FIGURA 28B: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS APÓS O APRENDIZADO  
(SÉTIMA QUESTÃO)**

	Nome	Neural Network	Logistic Regression
1	Aluno 17	Gosta de Matemática	Gosta de Matemática
2	Aluno 18	Não Gosta de Matemática	Não Gosta de Matemática
3	Aluno 19	Mais ou Menos	Mais ou Menos
4	Aluno 20	Não Gosta de Matemática	Não Gosta de Matemática
5	Aluno 21	Não Gosta de Matemática	Não Gosta de Matemática

Fonte: Arquivo da autora

Na figura 28a podemos notar que os alunos 17 a 21 ainda não possuem resultado, somente após o aprendizado de máquina que são classificados. Já na figura 28b vemos que os resultados na rede neural e na regressão logística se coincidem, logo, os alunos 18, 20 e 21

não gostam de Matemática. O aluno 19 gosta mais ou menos da disciplina, e o aluno 17 gosta de Matemática.

A classificação dos alunos para a oitava questão do questionário antes do aprendizado fica claro na figura 29a. E na figura 29b temos o resultado da classificação da oitava questão após o aprendizado da máquina.

**FIGURA 29A: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS ANTES DO APRENDIZADO (OITAVA QUESTÃO)**

	Nome	Resposta	Feature 1
1	Aluno 1	A	Gosta de Matemática na Escola
2	Aluno 2	B	Não Gosta de Matemática na Escola
3	Aluno 3	C	Mais ou Menos
4	Aluno 4	A	Gosta de Matemática na Escola
5	Aluno 5	B	Não Gosta de Matemática na Escola
6	Aluno 6	C	Mais ou Menos
7	Aluno 7	A	Gosta de Matemática na Escola
8	Aluno 8	B	Não Gosta de Matemática na Escola
9	Aluno 9	C	Mais ou Menos
10	Aluno 10	A	Gosta de Matemática na Escola
11	Aluno 11	B	Não Gosta de Matemática na Escola
12	Aluno 12	C	Mais ou Menos
13	Aluno 13	A	Gosta de Matemática na Escola
14	Aluno 14	B	Não Gosta de Matemática na Escola
15	Aluno 15	C	Mais ou Menos
16	Aluno 16	A	Gosta de Matemática na Escola
17	Aluno 17	C	?
18	Aluno 18	A	?
19	Aluno 19	C	?
20	Aluno 20	A	?
21	Aluno 21	C	?

Fonte: Arquivo da autora

**FIGURA 29B: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS APÓS O APRENDIZADO (OITAVA QUESTÃO)**

	Nome	Neural Network	Logistic Regression
1	Aluno 17	Mais ou Menos	Mais ou Menos
2	Aluno 18	Gosta de Matemática na Escola	Gosta de Matemática na Escola
3	Aluno 19	Mais ou Menos	Mais ou Menos
4	Aluno 20	Gosta de Matemática na Escola	Gosta de Matemática na Escola
5	Aluno 21	Mais ou Menos	Mais ou Menos

Fonte: Arquivo da autora

Na figura 29a observamos que os alunos 17 a 21 não possuem resultado, somente após o aprendizado de máquina que são classificados. Já na figura 29b podemos notar que os resultados na rede neural e na regressão logística se coincidem, sendo assim, os alunos 17, 19 e 21 gostam mais ou menos de Matemática no colégio. E alunos 18 e 20, gostam de Matemática no colégio.

A figura 30a temos a classificação dos alunos para a nona questão do questionário antes do aprendizado. E na figura 30b mostra o resultado da classificação da nona questão após o aprendizado da máquina.

**FIGURA 30A: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS ANTES DO APRENDIZADO (NONA QUESTÃO)**

	Nome	Resposta	Resultado
1	Aluno 1	A	Tira Dúvidas em Sala
2	Aluno 2	B	Tira Dúvidas em Sala e nas Aulas Particulares
3	Aluno 3	C	Tira Dúvidas nas Aulas Particulares
4	Aluno 4	D	Tira Dúvida em Sala e Pergunta em Voz Alta
5	Aluno 5	E	Tira Dúvida em Sala e Pergunta no Final da Aula
6	Aluno 6	A	Tira Dúvidas em Sala
7	Aluno 7	B	Tira Dúvidas em Sala e nas Aulas Particulares
8	Aluno 8	C	Tira Dúvidas nas Aulas Particulares
9	Aluno 9	D	Tira Dúvida em Sala e Pergunta em Voz Alta
10	Aluno 10	E	Tira Dúvida em Sala e Pergunta no Final da Aula
11	Aluno 11	A	Tira Dúvidas em Sala
12	Aluno 12	B	Tira Dúvidas em Sala e nas Aulas Particulares
13	Aluno 13	C	Tira Dúvidas nas Aulas Particulares
14	Aluno 14	D	Tira Dúvida em Sala e Pergunta em Voz Alta
15	Aluno 15	E	Tira Dúvida em Sala e Pergunta no Final da Aula
16	Aluno 16	A	Tira Dúvidas em Sala
17	Aluno 17	C	?
18	Aluno 18	A	?
19	Aluno 19	B	?
20	Aluno 20	A	?
21	Aluno 21	C	?

Fonte: Arquivo da autora

**FIGURA 30B: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS APÓS O APRENDIZADO (NONA QUESTÃO)**

	Nome	Neural Network	Logistic Regression
1	Aluno 17	Tira Dúvidas nas Aulas Particulares	Tira Dúvidas nas Aulas Particulares
2	Aluno 18	Tira Dúvidas em Sala	Tira Dúvidas em Sala
3	Aluno 19	Tira Dúvidas em Sala e nas Aulas Particulares	Tira Dúvidas em Sala e nas Aulas Particulares
4	Aluno 20	Tira Dúvidas em Sala	Tira Dúvidas em Sala
5	Aluno 21	Tira Dúvidas nas Aulas Particulares	Tira Dúvidas nas Aulas Particulares

Fonte: Arquivo da autora

Na figura 30a temos que os alunos 17 a 21 não possuem resultado, somente após o aprendizado de máquina que são classificados. Já na figura 30b notamos que os resultados na rede neural e na regressão logística se coincidem, logo, os alunos 17 e 21 tiram dúvidas na aula particular, os alunos 18 e 20 tiram as dúvidas em sala de aula. E aluno 19 tiram dúvidas na aula particular e em sala de aula.

A classificação dos alunos para a décima questão do questionário antes do aprendizado está na figura 31a. E na figura 31b temos o resultado da classificação da décima questão após o aprendizado da máquina.

**FIGURA 31A: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS ANTES DO APRENDIZADO (DÉCIMA QUESTÃO)**

	Nome	Resposta	Resultado
1	Aluno 1	A	Matemática Financeira
2	Aluno 2	B	Análise Combinatória e Probabilidade
3	Aluno 3	C	Radiação e Potenciação
4	Aluno 4	D	Equação de Segundo Grau
5	Aluno 5	E	Funções e Gráficos
6	Aluno 6	F	Áreas de Figuras Planas
7	Aluno 7	G	Outros
8	Aluno 8	A	Matemática Financeira
9	Aluno 9	B	Análise Combinatória e Probabilidade
10	Aluno 10	C	Radiação e Potenciação
11	Aluno 11	D	Equação de Segundo Grau
12	Aluno 12	E	Funções e Gráficos
13	Aluno 13	F	Áreas de Figuras Planas
14	Aluno 14	G	Outros
15	Aluno 15	A	Matemática Financeira
16	Aluno 16	B	Análise Combinatória e Probabilidade
17	Aluno 17	D	?
18	Aluno 18	C	?
19	Aluno 19	B	?
20	Aluno 20	A	?
21	Aluno 21	D	?

Fonte: Arquivo da autora

**FIGURA 31B: CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS APÓS O APRENDIZADO (DÉCIMA QUESTÃO)**

	Nome	Neural Network	Logistic Regression
1	Aluno 17	Equação de Segundo Grau	Equação de Segundo Grau
2	Aluno 18	Radiação e Potenciação	Radiação e Potenciação
3	Aluno 19	Análise Combinatória e Probabilidade	Análise Combinatória e Probabilidade
4	Aluno 20	Matemática Financeira	Matemática Financeira
5	Aluno 21	Equação de Segundo Grau	Equação de Segundo Grau

Fonte: Arquivo da autora

Na figura 31a observamos que os alunos 17 a 21 não possuem resultado, somente após o aprendizado de máquina que são classificados. E na figura 31b temos que os alunos 17 e 21 escolheram como assunto que acreditam ser mais relevante na Matemática, a equação de 2º grau, já o aluno 18 escolheu radiciação e potenciação, o aluno 19 escolheu análise combinatória e probabilidade e o aluno 20 escolheu matemática financeira.

## 5 RESULTADOS

Analisamos os resultados de cada pergunta do questionário e verificamos a classificação dos alunos segundo os domínios cognitivos e afetivos de Bloom.

Primeiro checamos os resultados das perguntas 1 a 6, que se referem ao domínio cognitivo, e depois os resultados das perguntas 7 a 10, relacionadas ao domínio afetivo.

Sobre o domínio cognitivo pudemos verificar em cada assunto abordado nas perguntas do questionário, o nível que cada aluno apresentava para saber até que ponto este aluno conhecia sobre determinado conteúdo, a fim de poder aprofundar seus estudos. Analisando desde o primeiro nível, que é o de conhecimento até o último nível, o da avaliação. Passando assim, por todos aqueles que compõem o domínio cognitivo de Bloom.

Para o domínio afetivo, elencamos quatro das cinco categorias que julgamos mais importantes para avaliar o nível de afetividade do aluno em relação a disciplina de Matemática, com o intuito de entender melhor o aluno para poder elaborar um estudo direcionado. As categorias do domínio afetivo de Bloom que utilizamos são: Recepção, Resposta, Valorização e Organização.

A seguir o quadro 4 analisamos se o aluno possui ou não a categoria de conhecimento do domínio cognitivo, está relacionado com a primeira pergunta do questionário.

Quadro 4 – Quadro do nível conhecimento do domínio cognitivo dos alunos 17 a 21

Alunos	Resultado da pergunta 1	Domínio cognitivo – nível do conhecimento
Aluno 17	Conhecimento baixo	Baixo
Aluno 18	Conhecimento médio	Intermediário
Aluno 19	Conhecimento médio baixo	Baixo
Aluno 20	Conhecimento alto	Alto
Aluno 21	Conhecimento alto	Alto

Fonte: Elaborado pela autora

Pelo quadro 4 temos que os alunos 17 e 19 por terem resultado do nível de conhecimento baixo, podemos dizer que não possuem a habilidade de recordar ou reconhecer os conteúdos de Matemática ensinados no Ensino Médio, pois pouco reconheciam das

imagens mostradas na primeira questão do questionário e, não souberam identificá-las. Já os alunos 20 e 21 por terem o resultado do nível de conhecimento alto, possuem a habilidade de recordar os conhecimentos matemáticos e por fim o aluno 18 por ter o resultado do conhecimento intermediário, tem a habilidade parcial de recordar sobre esses conhecimentos matemáticos.

Partindo desse resultado, seria interessante que a pesquisadora, como professora, particular destes alunos, retomasse os conteúdos que não foram recordados por eles, preparando uma aula de revisão específica a cada aluno, e revendo os conteúdos não lembrados, e tentar investigar com cada aluno o motivo do esquecimento de determinados assuntos, ou se realmente nunca tiveram contato com eles.

A seguir no quadro 5 mostra se o aluno possui ou não o nível de compreensão do domínio cognitivo, está relacionado com a segunda pergunta do questionário.

Quadro 5 – Quadro do nível compreensão do domínio cognitivo dos alunos 17 a 21

Alunos	Resultado da pergunta 2	Domínio cognitivo – nível da compreensão
Aluno 17	Compreende	Alto
Aluno 18	Compreende	Alto
Aluno 19	Compreende	Alto
Aluno 20	Compreende	Alto
Aluno 21	Compreende	Alto

Fonte: Elaborado pela autora

No quadro 5 observamos que todos os alunos possuem alto nível de compreensão, ou seja, possuem a habilidade de compreender as representações gráficas de funções polinomiais de 1º grau, e portanto, possuíam um bom nível do conhecimento sobre este assunto, já que a Taxonomia se dá de maneira hierárquica. O nível cognitivo do conhecimento está abaixo da compreensão, então para se ter a compreensão precisa antes ter o conhecimento. Dessa forma, os alunos conseguiam interpretar o enunciado do problema, pois sabiam identificar graficamente a função que é descrita, reconhecendo se ela é crescente ou decrescente.

Como todos alunos apresentaram um ótimo resultado nesta categoria da compreensão sobre este assunto, a pesquisadora poderá aprofundar o nível da Taxonomia com estes alunos indo para a próxima categoria, o da aplicação. E preparar uma aula na qual traga atividades sobre aplicação de funções polinomiais de 1º grau.

As funções polinomiais de 1º grau são funções muito importantes, como visto no enunciado da própria pergunta do questionário, ela está presente em situações problemas do nosso cotidiano, como calcular o plano mensal de gastos de uma operadora de celular. Então, se os alunos conseguirem melhorar o domínio cognitivo sobre esse assunto, melhorariam o

seu desempenho ajudando a entender melhor algumas situações problemas. Sabendo melhor aplicar este conteúdo na prática em situações de seu cotidiano.

No quadro 6 abaixo temos se o aluno possui ou não o nível de aplicação do domínio cognitivo, está relacionado com a terceira pergunta do questionário.

Quadro 6 – Quadro do nível aplicação do domínio cognitivo dos alunos 17 a 21

Alunos	Resultado da pergunta 3	Domínio cognitivo – nível da aplicação
Aluno 17	Não sabe aplicar	Baixo
Aluno 18	Sabe aplicar	Alto
Aluno 19	Não sabe aplicar	Baixo
Aluno 20	Não sabe aplicar	Baixo
Aluno 21	Não sabe aplicar	Baixo

Fonte: Elaborado pela autora

Podemos notar no quadro 6 que os alunos 17, 19, 20 e 21 possuem baixo nível de aplicação em semelhança de triângulos, ou seja, não possuem a habilidade de aplicar a relação de semelhança de triângulos. Somente o aluno 18 que teve alto nível de aplicação, o que significa que, no que se refere ao que foi exigido no questionário, ele sabe aplicar a relação de semelhança de triângulos, consegue recordar, compreender este assunto, para poder aplicar. E como a Taxonomia se dá de maneira hierárquica, o nível de conhecimento está abaixo do da compreensão, e este abaixo do da aplicação, portanto, o aluno tem a capacidade de reconhecer, compreender e aplicar determinado conteúdo, se ele teve um alto nível de aplicação. Os demais alunos podem ter somente o nível do conhecimento ou da compreensão sobre este assunto.

Pelo resultado, a pesquisadora deverá rever este assunto de semelhança de triângulos com estes alunos que não souberam aplicar, pois a importância deste conteúdo, além de identificar e compreender é saber aplicar a relação de semelhança. Já para o 18, que soube aplicar, ela poderá preparar uma aula para aprofundar o assunto, procurando explicar e mostrar exercícios que vão exigir o próximo nível, o da análise, pois a cada categoria mais aprofundada que o aluno consegue chegar de determinado assunto amplia cada vez mais as suas habilidades, e por isso, ele vai ampliando o seu desenvolvimento cognitivo.

A seguir no quadro 7 vamos analisar se o aluno possui ou não o nível de análise do domínio cognitivo, está relacionado com a quarta pergunta do questionário.



Quadro 7 – Quadro do nível análise do domínio cognitivo dos alunos 17 a 21

Alunos	Resultado da pergunta 4	Domínio cognitivo – nível da análise
Aluno 17	Sabe analisar	Alto
Aluno 18	Sabe analisar	Alto
Aluno 19	Sabe analisar	Alto
Aluno 20	Sabe analisar	Alto
Aluno 21	Sabe analisar	Alto

Fonte: Elaborado pela autora

Pelo quadro 7 observamos que todos os alunos mostraram o alto nível de análise de gráficos e tabelas, ou seja, possuem a habilidade de analisar gráficos e tabelas de pesquisa estatísticas. Eles têm conhecimento, compreendem e sabem aplicar conceitos sobre gráficos e tabelas de pesquisa estatística e sabem analisar situações com este conteúdo.

Deste resultado, a pesquisadora poderá aprofundar mais o assunto com seus alunos, podendo explorar exercícios que exigem o próximo nível cognitivo da Taxonomia, o da síntese, pois a cada categoria mais aprofundada que o aluno consegue chegar, ele amplia as suas habilidades e ele vai conseguindo ter maior domínio cognitivo sobre determinado conteúdo.

A pesquisa estatística está muito presente em nossas vidas, e possui muita relevância, visto que a Estatística é uma ciência responsável pela coleta, organização de dados experimentais e pela extrapolação de resultados de uma amostra de uma população. Então, se o aluno desenvolver bem o domínio cognitivo sobre esse assunto, terá mais facilidade em interpretar dados, gráficos e tabelas na sua vida cotidiana.

O quadro 8 abaixo mostra se o aluno possui ou não o nível de síntese do domínio cognitivo, está relacionado com a quinta pergunta do questionário.

Quadro 8 – Quadro do nível síntese do domínio cognitivo dos alunos 17 a 21

Alunos	Resultado da pergunta 5	Domínio cognitivo – nível da síntese
Aluno 17	Sabe sintetizar	Alto
Aluno 18	Não sabe sintetizar	Baixo
Aluno 19	Sabe sintetizar	Alto
Aluno 20	Sabe sintetizar	Alto
Aluno 21	Sabe sintetizar	Alto

Fonte: Elaborado pela autora

No quadro 8 temos que os alunos 17, 19, 20 e 21 têm um alto nível de síntese, dessa forma possuem a habilidade de sintetizar o conhecimento em probabilidade, pois conseguiram associar corretamente as opções para elaboração da pergunta e da resposta, mostrando a capacidade de domínio sobre o assunto até este nível da Taxonomia. Somente o aluno 18 que teve um baixo nível de síntese, portanto não possui a habilidade de sintetizar quando se trata

de probabilidade, podendo ter o conhecimento e a compreensão sobre o assunto, mas não conseguir relacionar e sintetizar algo novo, mostrando que o aluno terá dificuldades em relacionar dados quando for necessário a elaboração de uma pergunta relacionada a probabilidade.

A partir deste resultado, a pesquisadora poderá aprofundar o assunto de probabilidade com os alunos 17, 19, 20 e 21 podendo explorar exercícios que exigem o próximo nível cognitivo da Taxonomia, o da avaliação. Sendo importante que os alunos consigam atingir a última categoria do domínio cognitivo mostrando o total conhecimento sobre este conteúdo, uma vez que é um conteúdo que aparece muito em vestibulares. E com o aluno 18 ela precisará retomar o conceito de probabilidade, revendo o assunto e entender o porque este aluno não conseguiu sintetizar algo novo sobre probabilidade, ou seja, porque não conseguiu formular uma pergunta e relacionar com a resposta correta sobre este conteúdo, e tentar identificar a lacuna do aprendizado sobre esse assunto.

A seguir no quadro 9 temos se o aluno possui ou não o nível de avaliação do domínio cognitivo, está relacionado com a sexta pergunta do questionário.

Quadro 9 – Quadro do nível avaliação do domínio cognitivo dos alunos 17 a 21

Alunos	Resultado da pergunta 6	Domínio cognitivo – nível da avaliação
Aluno 17	Não sabe avaliar	Baixo
Aluno 18	Não sabe avaliar	Baixo
Aluno 19	Não sabe avaliar	Baixo
Aluno 20	Sabe avaliar	Alto
Aluno 21	Não sabe avaliar	Baixo

Fonte: Elaborado pela autora

Observamos pelo quadro 9 que os alunos 17, 18, 19 e 21 tiveram um baixo nível da avaliação, logo não possuem a habilidade de avaliar média ponderada e análise de gráficos. Para descobrir quais habilidades dos níveis anteriores que estes alunos têm, seria importante rever com eles alguns exercícios de média ponderada, a fim de preencher as lacunas de aprendizagem sobre este conteúdo. Somente o aluno 20 que teve um alto nível da avaliação, portanto, sabe avaliar média ponderada e análise de gráficos, possui então, o último nível cognitivo quando se trata deste assunto, tendo mais facilidade em resolver problemas deste tipo, já que apresenta o domínio cognitivo completo sobre esse conteúdo.

De acordo com quadro 10 analisamos se o aluno possui ou não o nível de recepção do domínio afetivo, está relacionado com a sétima pergunta do questionário.

Quadro 10 – Quadro do nível recepção do domínio afetivo dos alunos 17 a 21

Alunos	Resultado da pergunta 7	Domínio afetivo – nível da recepção
Aluno 17	Gosta de Matemática	Alto
Aluno 18	Não gosta de Matemática	Baixo
Aluno 19	Gosta mais ou menos de Matemática	Intermediário
Aluno 20	Não gosta de Matemática	Baixo
Aluno 21	Não gosta de Matemática	Baixo

Fonte: Elaborado pela autora

Pelo quadro 10 temos que os alunos 18, 20 e 21 possuem baixo nível de recepção, que demonstra um sentimento de rejeição do aluno em relação à Matemática, ou seja, não gostam da disciplina de Matemática por algum motivo. Diante disso, a pesquisadora pode conversar com cada aluno para investigar o motivo de não gostarem da disciplina e preparar uma aula para cada um de acordo com a necessidade. Já aluno 19 teve um nível intermediário de Recepção, logo, gosta mais ou menos da disciplina de Matemática e, a partir disso, pesquisadora poderá descobrir qual é a parte que aluno gosta e qual parte ele não gosta da disciplina e os motivos, para também, elaborar atividades direcionadas ao que ele precisa. E por fim, o aluno 17 possui alto nível de Recepção, dado que gosta de Matemática e isso facilita muito seu aprendizado nas aulas. Portanto, podemos inferir que o nível de afetividade influencia a aprendizagem do aluno, no caso a Recepção do domínio afetivo da Taxonomia mostra a capacidade do aluno receber algo novo, e isso, é importante para a pesquisadora preparar suas aulas de forma a atender de maneira mais adequada as especificidades e necessidades de cada estudante.

O quadro 11 mostra se o aluno possui ou não o nível de resposta do domínio afetivo e está relacionado com a oitava pergunta do questionário.

Quadro 11 – Quadro do nível resposta do domínio afetivo dos alunos 17 a 21

Alunos	Resultado da pergunta 8	Domínio afetivo – nível da resposta
Aluno 17	Gosta mais ou menos de Matemática	Intermediário
Aluno 18	Gosta de Matemática	Alto
Aluno 19	Gosta mais ou menos de Matemática	Intermediário
Aluno 20	Gosta de Matemática	Alto
Aluno 21	Gosta mais ou menos de Matemática	Intermediário

Fonte: Elaborado pela autora

Observamos pelo quadro 11 que os alunos 17, 19 e 21 possuem o nível intermediário de Resposta, uma vez que gostam mais ou menos da disciplina de Matemática no colégio, dessa forma, pode ser que os alunos não gostem muito da matéria ou da forma que o professor explica em sala de aula. Verificando o nível de Resposta, ou seja, o nível da satisfação do aluno com relação à Matemática no colégio. Se os alunos não gostarem muito da disciplina,

fica claro que apresentam alguma dificuldade em relação a Matemática, e se os alunos não gostarem da forma como o professor explica em sala de aula, é algo mais pontual, que em ambas situações a pesquisadora poderá ajuda-los planejando aulas direcionadas para a fim de sanar os problemas. Os alunos 18 e 20 possuem nível alto de Resposta, dado que gostam da disciplina de Matemática no colégio, portanto, estes alunos gostam da forma como o professor explica a matéria em sala de aula, um alto nível de satisfação com esta disciplina no colégio. Só temos que tomar o cuidado que o fato de gostarem da aula do colégio, não quer dizer que gostam de Matemática, pois como visto anteriormente estes alunos apresentaram uma rejeição quanto a disciplina de Matemática, mas o fato de gostarem da aula desta disciplina no colégio favorece e facilita muito seu aprendizado, mostrando que os alunos podem apresentar dificuldades na disciplina de Matemática, apesar do fato de gostarem é o que facilita muito o seu aprendizado.

A seguir temos o quadro 12 que apresenta se o aluno possui ou não o nível de valorização do domínio afetivo, está relacionado com a nona pergunta do questionário.

Quadro 12 – Quadro do nível valorização do domínio afetivo dos alunos 17 a 21

Alunos	Resultado da pergunta 9	Domínio afetivo – nível da valorização
Aluno 17	Tira as dúvidas na aula particular	Alto
Aluno 18	Tira as dúvidas em sala	Alto
Aluno 19	Tira as dúvidas em sala e na aula particular	Alto
Aluno 20	Tira as dúvidas em sala	Alto
Aluno 21	Tira as dúvidas na aula particular	Alto

Fonte: Elaborado pela autora

Podemos notar pelo quadro 12 que todos alunos possuem o nível alto de valorização, já que todos os alunos tiram dúvidas em sala ou na aula particular, dessa maneira, os alunos valorizam a disciplina de Matemática e reconhecem sua importância, tirando sempre as dúvidas sobre os assuntos ensinados. Essa parte é interessante para pesquisadora para saber também o nível de participação do aluno. Os alunos 17 e 21 tiram as dúvidas somente nas aulas particulares, mostrando que preferem perguntar quando estão sozinhos com o professor particular, portanto, podemos dizer que são pouco participativos em sala de aula. Já o aluno 19 observamos que pergunta tanto em sala de aula, quanto na aula particular, logo é bem participativo, assim como, os alunos 18 e 20, que também conseguem tirar as dúvidas em sala de aula.

Podemos perceber uma relação dos alunos 18 e 20 gostarem de Matemática no colégio, e se sentirem à vontade em perguntar ao professor na escola. Os alunos 17 e 21 gostarem mais

ou menos da Matemática no colégio e não se sentirem à vontade em tirar dúvida em sala de aula, e preferindo tirar as dúvidas nas aulas particulares, mostrando o grau de afinidade dos alunos com seus professores de colégio. É sabido que quando o aluno gosta do professor que leciona a disciplina, isso contribui para melhor aproveitamento do seu aprendizado, uma vez que ele tem mais interesse em aprender os conteúdos.

O quadro 13 mostra se o aluno possui ou não o nível de organização do domínio afetivo, está relacionado com a nona pergunta do questionário.

Quadro 13 – Quadro do nível organização do domínio afetivo dos alunos 17 a 21

Alunos	Resultado da pergunta 10	Domínio afetivo – nível da organização
Aluno 17	Equação de 2º grau	Alto
Aluno 18	Radiciação e Potenciação	Intermediário
Aluno 19	Análise Combinatória e Probabilidade	Alto
Aluno 20	Matemática financeira	Alto
Aluno 21	Equação de 2º grau	Alto

Fonte: Elaborado pela autora

Pelo quadro 13 observamos que os alunos 17, 19, 20 e 21 possuem o nível alto de organização, já que escolheram assuntos importantes da disciplina de Matemática. Isso mostra a capacidade dos alunos de julgarem o conteúdo que acreditam ser mais importante, mostrando a capacidade de analisar e comparar os valores. Todos os assuntos escolhidos por estes alunos são conteúdos que frequentemente aparecem em questões de vestibulares, por isso, possuem uma grande relevância para sua formação no que tange ao objetivo de se preparar para as avaliações classificatórias que visam o ingresso no Ensino superior. Somente o aluno 18 que escolheu um assunto com relevância média, porque em relação aos outros conteúdos, Radiciação e Potenciação não aparece com tanta frequência nos vestibulares, quando se compara com Equações de 2º grau, Análise Combinatória / Probabilidade e Matemática Financeira.

Todos os aspectos afetivos juntamente com as habilidades cognitivas da Taxonomia de Bloom irão ajudar o professor particular a pensar qual a forma mais adequada de ensino para cada aluno, elaborando aulas direcionadas à necessidade de cada um.

Vemos que a planilha junto com o uso do Machine Learning no Orange Canvas ajuda muito o professor a identificar as necessidades dos alunos e, assim proporciona ao docente a oportunidade de preparar atividades adequadas para o desenvolvimento das habilidades que cada um necessita.

Isso contribui bastante, ao passo que sem a utilização da Machine Learning no Orange

Canvas, o docente teria que aplicar uma prova com o intuito de diagnosticar as habilidades que os estudantes possuem e aquelas que ainda precisam ser desenvolvidas. No entanto, para fazer tal diagnóstico, após os alunos realizarem as provas, o docente precisa fazer a correção de cada prova e, em cada questão, identificar se os estudantes tem domínio das habilidades envolvidas ou não. Ficando evidente que a tecnologia pode ser uma ferramenta útil para professor na elaboração de atividades para o ensino individualizado.

No quadro 14 a seguir temos os resultados de todas as perguntas no domínio cognitivo e afetivo de cada estudante. A partir disso, será possível escolher o melhor ensino individualizado para cada aluno.

Quadro 14 – Resultados do questionário de acordo com o domínio cognitivo e afetivo dos alunos 17 a

21

Alunos	Domínio cognitivo						Domínio afetivo			
	Pergunta 1	Pergunta 2	Pergunta 3	Pergunta 4	Pergunta 5	Pergunta 6	Pergunta 7	Pergunta 8	Pergunta 9	Pergunta 10
	Nível do conhecimento	Nível da compreensão	Nível da Aplicação	Nível da Análise	Nível da Síntese	Nível da Avaliação	Nível da Recepção	Nível da Resposta	Nível da valorização	Nível da organização
17	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Alto	Baixo	Alto	Intermediário	Alto	Alto
18	Intermediário	Alto	Alto	Alto	Baixo	Baixo	Baixo	Alto	Alto	Intermediário
19	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Alto	Baixo	Intermediário	Intermediário	Alto	Alto
20	Alto	Alto	Baixo	Alto	Alto	Alto	Baixo	Alto	Alto	Alto
21	Alto	Alto	Baixo	Alto	Alto	Baixo	Baixo	Intermediário	Alto	Alto

Fonte: Elaborado pela autora

Temos pelo quadro 14 que o aluno 17, quanto ao domínio cognitivo, teve um baixo nível de Conhecimento em Matemática geral, um baixo nível de Aplicação do assunto de semelhança de triângulos, precisaria rever e aprofundar mais esse assunto. E também, um baixo nível de Avaliação sobre perguntas que envolvem média ponderada, precisaria, portanto, recordar problemas relacionados a esse conceito. Considerando o domínio afetivo no nível de Recepção, Valorização e Organização, notamos que gosta de Matemática e a valoriza, neste caso seria um aspecto positivo para o seu aprendizado.

O aluno 18 em relação ao domínio cognitivo precisa rever as habilidades de sintetizar conhecimento em Probabilidade, visto que apresentou baixo nível de Síntese neste assunto, e também revisar mais sobre média ponderada, já que apresentou um baixo nível de Avaliação sobre perguntas que envolvem média ponderada. Quanto ao domínio afetivo no nível da Recepção, notamos que ele não gosta muito de Matemática, mas teve alto nível de Resposta e Valorização, portanto, está satisfeito com a Matemática do colégio e reconheceu a importância desta disciplina. Então, apesar de não gostar de Matemática, gosta de aprender a disciplina no colégio e sabe sua importância, sendo um ponto positivo para seu aprendizado.

O aluno 19 quanto ao domínio cognitivo precisa revisar assuntos gerais de Matemática, dado que apresentou um baixo nível de Conhecimento em Matemática geral, e também teve um baixo nível de Aplicação do assunto de semelhança de triângulos, então, precisaria revisar e aprofundar mais este assunto. Além de retomar o assunto de média ponderada, uma vez que apresentou um baixo nível de Avaliação sobre perguntas que envolvem média ponderada. Em relação ao domínio afetivo, temos que ele gosta mais ou menos de Matemática, porque apresentou um nível intermediário de Recepção e Resposta, e alto nível de Valorização e Organização, porque reconheceu a importância desta disciplina, e julgou que a Análise combinatória é um assunto bem relevante em vestibulares.

Com relação ao aluno 20 considerando ao domínio cognitivo, ele precisa revisar as habilidades sobre aplicação de semelhança de triângulo, uma vez que apresentou um baixo nível da Aplicação sobre este assunto. Quanto ao domínio afetivo, observamos que ele não gosta muito de Matemática, porque apresentou um nível baixo de Recepção, mas como teve um alto nível de Resposta, Valorização e Organização, podemos concluir que gosta de aprender a Matemática no colégio e reconhece a importância desta disciplina. E acredita que Matemática Financeira é um assunto de grande relevância em vestibulares.

Por fim, o aluno 21 em relação ao domínio cognitivo apresentou um baixo nível de Aplicação do assunto de semelhança de triângulos, portanto, precisaria rever e aprofundar mais este assunto. Além de ter um baixo nível de Avaliação sobre perguntas que envolvem média ponderada, então, precisaria revisar problemas relacionados a esse conceito. Considerando o domínio afetivo, notamos que ele não gosta muito de Matemática, uma vez que teve baixo nível de Recepção. E apresentou um alto nível de Valorização e Organização, porque reconheceu a importância da disciplina de Matemática, e acredita que Equação de 2º grau seja um assunto com grande importância nos vestibulares.

Após os resultados de cada aluno, a pesquisadora planejou aulas particulares focadas ao ensino individualizado de acordo com a necessidade de cada um. Para o aluno 17 que

cursava o 2º ano do Ensino Médio em 2020, a pesquisadora pensou em aulas que revisassem os conteúdos de 1º ano, em que ele apresentou lacunas do aprendizado, como em semelhança de triângulos. Apesar de gostar da disciplina de Matemática, descobrimos que o aluno era pouco participativo, visto que não tirava as dúvidas em sala de aula, e preferia tirar nas aulas particulares. Já para o aluno 18 que também cursava o 2º ano do Ensino Médio, pensou em aulas para revisar conceitos de Probabilidade e de Média ponderada e, apesar de não gostar de Matemática, observamos que o aluno teve um grau de afinidade com o professor do colégio, uma vez que conseguia sanar as dúvidas em sala de aula, mostrando que é participativo e gostava das aulas ministradas por este professor. Para o aluno 19 que cursava o 3º ano do Ensino Médio, a pesquisadora teve que planejar aulas para revisar todos os conceitos de conteúdos nos quais ele apresentou lacunas. Apesar de gostar mais ou menos de Matemática, pudemos notar que o aluno conseguia esclarecer as dúvidas tanto em sala de aula como nas aulas particulares, mostrando que era participativo, compreendendo que as aulas no colégio e as particulares podem atuar em conjunto para potencializar a sua aprendizagem.

Para o aluno 20 que cursava também o 3º ano do Ensino Médio, foi necessário rever o conceito de semelhança de triângulos, uma vez que foi um conteúdo estudado no 1º ano do Ensino Médio, e que o aluno já não se recordava mais. Apesar de não gostar da disciplina de Matemática, percebemos que ele tinha um bom grau de afinidade com o professor do colégio, visto que conseguia tirar as dúvidas em sala de aula, mostrando que era participativo e que gostava das aulas ministradas por este professor. E por fim, o aluno 21 que cursava o 1º ano do Ensino Médio, a pesquisadora pensou em aulas para retomar conceitos estudados no próprio ano, dos quais o aluno ainda apresentava algumas dificuldades, como semelhança de triângulos. Observamos que este aluno não gostava da disciplina de Matemática e era pouco participativo, porque não tirava as dúvidas em sala de aula, e tinha preferência em sanar nas aulas particulares.

Conhecendo melhor seus alunos e suas facilidades e dificuldades, a pesquisadora pôde planejar melhor as aulas direcionando a necessidade de cada um. E ao final do ano de 2020 obteve um ótimo resultado, todos os alunos foram promovidos para o ano escolar seguinte e ficaram satisfeitos com as aulas particulares, dando um bom feedback das aulas para a pesquisadora.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Notamos que a busca por aulas particulares de Matemática cresce a cada dia. Muitos estudantes procuram os professores particulares para que este explique novamente a matéria que foi dada em sala de aula ou para que tire algumas dúvidas em exercícios. Percebemos que é muito difícil diagnosticar as dificuldades destes estudantes no primeiro momento, pois são necessárias algumas aulas para que o professor consiga entender o que precisa ser trabalhado com cada estudante.

Para facilitar essa identificação das habilidades matemáticas, o estudo que deu origem a esta pesquisa, utilizou a tecnologia de Machine Learning, através do programa Orange Canvas que auxiliou no mapeamento de informações sobre os estudantes.

Este trabalho teve por objetivo investigar as contribuições que a utilização do Machine Learning pode trazer ao professor na identificação das habilidades matemáticas de estudantes do Ensino Médio para elaboração de propostas de ensino individualizado.

Existe uma diferença entre o ensino ministrado em sala de aula com as aulas particulares. Nas aulas regulares em sala de aula, o docente precisa explicar para um grupo de alunos e tem a dificuldade em adequar o ensino ao ritmo de cada estudante, uma vez que as turmas são bastante heterogêneas e o ritmo de aprendizagem varia de indivíduo para indivíduo. Já nas aulas particulares, o ensino é individualizado e, portanto, os alunos estudam de acordo com seu ritmo, e o professor ensina segundo as necessidades de cada um. Pelo fato das aulas particulares proporcionarem uma forma de ensino mais centrada no aluno, ou seja, as atividades são preparadas para atender as especificidades daquele aluno em especial, isso gera mais autonomia, fazendo com que ele sinta mais motivado, já que se sente mais responsável e livre em explorar os conteúdos.

Para elaborar planos de estudos individualizados de acordo com o perfil de aprendizagem de cada estudante, a Taxonomia de Bloom serviu como uma ferramenta prática, que fundamentou a avaliação de performance individual. Ele divide os objetivos educacionais em três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor. Ela foi utilizada nesta pesquisa para identificar as habilidades desenvolvidas pelos estudantes, como também, aquelas que eles ainda não desenvolveram.

A classificação das habilidades matemáticas foi estudada de acordo com os domínios cognitivos e afetivos, que julgamos serem mais relevantes a esta pesquisa, uma vez que a afetividade estando presente no processo de ensino e aprendizagem, pode melhorar o processo

educativo. Contudo, essa melhora ocorre somente se o professor estiver disposto a assumir uma postura que permita o estudante estabelecer uma relação afetiva com os conteúdos ensinados. Assim, é possível perceber que a afeição ou não do estudante pela disciplina está relacionada com as decisões tomadas pelo professor em suas aulas.

O domínio cognitivo é muito importante, uma vez que se baseia no fato de que uma pessoa só compreende e aplica certo conceito, depois de conhecê-lo, portanto, este domínio foca desde a aprendizagem de conhecimentos, recordação, compreensão até a capacidade de aplicar, analisar o conhecimento aprendido.

A pesquisa foi exploratória e teve uma abordagem qualitativa, na qual foi escolhida a modalidade de estudo de caso, visto que mapeamos as habilidades matemáticas de um grupo específico de 5 alunos do Ensino Médio que estudam em colégios particulares de Sorocaba. E que foram alunos particulares da pesquisadora no ano de 2020, sendo um aluno do 1º ano, dois alunos do 2º ano e dois alunos do 3º ano.

A coleta de dados foi feita por meio de um questionário online realizado pelos alunos através do Google Forms. A partir desta coleta, foram desenvolvidas planilhas Microsoft Excel para os dados serem organizados para alimentarem o programa Orange Canvas. Nesse questionário foram feitas 10 perguntas relacionadas a conceitos matemáticos, baseadas nas habilidades da BNCC e em algumas questões do Enem, além de perguntas sobre a relação do aluno com a Matemática. Estas perguntas envolverão níveis de conhecimentos diversificados que avaliou os alunos com relação aos domínios cognitivos e afetivos da Taxonomia Educacional.

A máquina primeiramente foi alimentada com os dados de três alunos, uma aluna do 2º ano, um aluno do 2º ano e um do 3º ano coletados no questionário. Além dos dados desses três alunos, também alimentamos a planilha com mais 16 dados de alunos fictícios, para assim, a máquina ter uma base de dados para o devido aprendizado. Uma vez que ela precisa de uma quantidade razoável de dados para seu aprendizado ser correto. Neste momento, a máquina conseguiu aprender quais as habilidades cognitivas que os alunos apresentavam em cada um dos problemas.

A partir disso, a máquina foi alimentada uma segunda vez com as informações coletas dos outros dois alunos, uma aluna do 3º ano e uma aluna do 1º ano, que ainda não haviam sido classificados. Dessa forma, o programa Orange Canvas informou quais eram as tendências para estes alunos, e assim identificamos quais habilidades matemáticas precisariam ser trabalhadas com estes estudantes. Após os resultados de cada aluno, a pesquisadora conseguiu planejar aulas particulares focadas no ensino individualizado de acordo com a

necessidade de cada um.

Percebemos que o mapeamento do Machine Learning facilitou muito o trabalho da pesquisadora, reduzindo assim, o tempo para elaboração de um ensino personalizado e direcionado a cada aluno particular, já que o programa trouxe os resultados classificatórios, os quais apontavam para a pesquisadora quais assuntos matemáticos precisariam ser revisados.

Sem a utilização deste programa a pesquisadora precisaria de um instrumento avaliativo convencional, como por exemplo, uma prova diagnóstica, na qual teria que corrigir a prova de cada aluno para classificar o nível de conhecimento deles sobre determinados assuntos, ao passo que com a utilização deste programa conseguimos otimizar o tempo de correção das avaliações, já que a máquina classifica sozinha, automatizando o processo. Com estes questionários respondidos pelos estudantes de forma online, e com estes resultados organizados em uma planilha Microsoft Excel, a pesquisadora apenas precisou somente alimentar o programa com Machine Learning com esses dados. E a partir disso, a máquina aprendeu sozinha como classificar cada estudante de acordo com as habilidades matemáticas nos domínios afetivos e cognitivos da Taxonomia de Bloom, facilitando muito o trabalho da pesquisadora.

Temos o entendimento de que não é possível e que nem se deve medir a capacidade intelectual das pessoas, pois os indivíduos possuem habilidades múltiplas que dificilmente podem ser catalogadas em rol que permitam dizer que o sujeito é bom nisso e ruim naquilo. E, também, acreditamos que não existem habilidades mais importantes que outras na formação do cidadão. Contudo, o sistema educacional brasileiro, apesar de muitos avanços em alguns aspectos, ainda é classificatório, utilizando como ferramenta para tal classificação o sistema de nota ou conceitos, que ao final de um período escolar, dependendo da nota ou conceito atribuído ao estudante, classifica-o como aprovado ou reprovado, de acordo com o desempenho apresentado ao estudar os conteúdos presentes no programa de seu curso para aquele período.

Assim, o intuito desta pesquisa não foi classificar os participantes, mas sim, construir uma ferramenta que possa auxiliar o professor no processo de identificação dos conceitos e habilidades que o estudante tem domínio e, daqueles que ele ainda precisa construir, o que pode permitir que o professor trabalhe de maneira à atender as reais necessidades de seus estudantes.

E, por fim, apesar deste estudo ter sido realizado apenas com os alunos particulares da pesquisadora, pode ser também utilizado para mapear as habilidades de cada estudante em salas de aulas nas escolas e universidades, podendo ser ampliado as outras áreas. Portanto, a

tecnologia pode ser utilizada ao nosso favor para melhorar cada vez mais o ensino e planejamento das aulas. Pois, quando utilizada de forma correta e direcionada é uma ferramenta muito útil ao educador.

## REFERÊNCIAS

- ALLENDE-CID, Héctor. Machine Learning: Catalisador da Ciência. **Machine Learning: Desafios para um Brasil competitivo**, Porto Alegre, n.39, ed.1, p.16-18, 2019. Disponível em: <[https://www.sbc.org.br/images/flippingbook/computacaobrasil/computa\\_39/pdf/CompBrasil\\_39\\_180.pdf](https://www.sbc.org.br/images/flippingbook/computacaobrasil/computa_39/pdf/CompBrasil_39_180.pdf)>. Acesso em: 25 mai. 2020.
- ALTHAUS, Maiza. Aula de Didática – Conteúdo Objetivos. **Notas de aula**. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Disponível em: <<https://maiza.com.br/wp-content/uploads/2017/04/texto-Prof-a-Maiza-categorias-Objetivos-2.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2021.
- AMORIM, Maurício J.V.; BARONE, Dante; MANSUR, André Uebe. Técnicas de Aprendizado de Máquina Aplicadas na Previsão de Evasão Acadêmica. **XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. [s.l.], p.666-674, 2008. Disponível em: <<https://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/755/741>>. Acesso em: 25 jun. 2020.
- ASSOLARI, Ana Adélia. A tecnologia digital no ensino: Possibilidades e aproximações para a formação de professores de Matemática. **Caderno PDE - Os Desafios da Escola Pública Paranaense na perspectiva do professor de PDE – Artigos**, Secretaria da Educação do Paraná, v.1, 2016. Disponível em: <[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2016/2016\\_artigo\\_mat\\_uenp\\_anaadeliassolari.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_artigo_mat_uenp_anaadeliassolari.pdf)>. Acesso em: 9 mai. 2020.
- BANDEIRA, Vivian de Freitas; FORTIM, Ivelise. A relação professor-aluno o arquétipo puer-senex. **Revista da Sociedade Brasileira de Psicologia Analítica- Junguiana**, [s.l.], v.36-1, p.27-36, 2018. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/jung/v36n1/06.pdf>>. Acesso em: 9 mai. 2020.
- BATISTA, Bruno. Machine Learning sem código. Usando Orange Data Mining para criar um modelo preditivo sem usar uma linha de código! **Ensina.AI**. [s. l.], 9 jul. 2019. Disponível em: <<https://medium.com/ensina-ai/machine-learning-sem-c%C3%B3digo-636d1a8f9081>>. Acesso em: 28 fev. 2021.
- BASSEDAS, E. (e outros autores). **Intervenção educativa e diagnóstico psicopedagógico**. Trad. Beatriz A. Neves. 3a ed., Porto Alegre: Artmed, 1996.
- BLOOM, Benjamim S. et al (Ed.) **Taxonomy of educational objectives: The classifications educational goals**. Hand book 1. Cognitive Domain. Mckay Company, 1956.
- BORBA, Marcelo C.; PENTEADO, Miriam Godoy. Pesquisa em Informática e Educação Matemática. A Pesquisa em Educação Matemática no Brasil. **Educação em Revista**. Belo Horizonte, n.36, p. 239-253, 2002.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: educação é a base. 2018. 600p. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2020.

BRITO, Daniel Miranda de; ALMEIDA JÚNIOR, Iron Araújo de; QUEIROGA, Eduardo Vieira; RÊGO, Thaís Gaudencio do. Predição de desempenho de alunos do primeiro período baseado nas notas de ingresso utilizando métodos de aprendizagem de máquina. **XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. [s.l.], p.882-890, 2014. Disponível em: <<https://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/3024/2535>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

CASTRO, Ivan. **Múltiplas Inteligências - China e Coréia do Sul**. Método Mide, 2016. Disponível em: <<https://www.multiplasinteligencias.com.br/post/2016/06/14/m%C3%BAltiplas-intelig%C3%AAsncias-china-e-cor%C3%A9ia-do-sul>>. Acesso em: 9 mai. 2020.

DATA SCIENCE ACADEMY. **Deep Learning book, 2021**. Disponível em: <<https://www.deeplearningbook.com.br/>> Acesso em: 06 mar. 2021.

DOMINGOS, Pedro. **O Algoritmo Mestre: Como a busca pelo algoritmo de machine learning definitiva criará o nosso mundo**. 1. ed. São Paulo: Novatec Editora, 2017.

EDISCIPLINAS. Regressão Logística, 2021. 31 slides. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3769787/mod\\_resource/content/1/09\\_RegressaoLogistica.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3769787/mod_resource/content/1/09_RegressaoLogistica.pdf)>. Acesso em: 06 mar. 2021.

FACURE, Matheus. GitHub, 2017. Regressão Logística. O método estatístico mais utilizado para modelar variáveis categóricas. Disponível em: <<https://matheusfacure.github.io/2017/02/25/regr-log/>>. Acesso em: 06 mar. 2021.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/gp/v17n2/a15v17n2.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2020.

FIGUEIREDO SILVA, Maria de Lurdes Carvalho. **Ensino individualizado e escolas de área aberta em Portugal**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação) - Universidade de Aveiro, Aveiro, 2007. Disponível em: <<https://ria.ua.pt/bitstream/10773/986/1/2008000435.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2020.

GERÔNIMO, Adriano do Prado; BRIZACCO, Roberta Maria Lemes Correia; PEREIRA, Carolina Arantes. Importância do desenvolvimento afetivo no processo educativo. **Revista Janus**, Lorena, v. 5, n. 8, p.83-108, 2008. Disponível em: <<http://unifatea.com.br/seer3/index.php/Janus/article/download/208/180/#:~:text=O%20dom%C3%ADnio%20afetivo%20influencia%20no,utilizadas%20em%20sala%20de%20aula>>. Acesso em: 06 jun. 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, Luiz. M. G.; CLUA, Esteban. Aprendizado de máquina encontra visão computacional. **Machine Learning: Desafios para um Brasil competitivo**, Porto Alegre, n.39, ed.1, p.29-32, 2019. Disponível em: <[https://www.sbc.org.br/images/flippingbook/computacaobrasil/computa\\_39/pdf/CompBrasil\\_39\\_180.pdf](https://www.sbc.org.br/images/flippingbook/computacaobrasil/computa_39/pdf/CompBrasil_39_180.pdf)>. Acesso em: 25 mai. 2020.

IDOETA, Paula Adamo. 4 coisas ainda desanimadoras da rotina do professor no Brasil - e 3 coisas que estão melhorando. **BBC Brasil**. São Paulo, 15 out. 2017. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-41520242>>. Acesso em: 28 mai. 2020.

KENSKI, Vani Moreira. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n.10, p.47-56, 2003.

MONTEIRO, Iguatiman Gischewski; TEIXEIRA, Kátia Regina de Melo; PORTO, Roberta Guasti. Os níveis cognitivos da Taxonomia de Bloom: Existe necessariamente uma subordinação hierárquica entre eles?. **XXXVI Encontro da ANPAD**. Rio de Janeiro, set, 2012. Disponível em: <[http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2012\\_EPQ1887.pdf](http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2012_EPQ1887.pdf)>. Acesso em: 9 mai. 2020.

PAIVA, Thaynara de Souza. **Concepções e usos dos processos avaliativos em sala de aula**. Trabalho de Conclusão de Curso ( Pedagogia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: <[https://bdm.unb.br/bitstream/10483/7382/1/2013\\_ThaynaradeSouzaPaiva.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/7382/1/2013_ThaynaradeSouzaPaiva.pdf)>. Acesso em: 9 mai. 2020.

REDES NEURAIAS. **SAS**. O que são e qual sua importância?. Disponível em: <[https://www.sas.com/pt\\_br/insights/analytics/neural-networks.html](https://www.sas.com/pt_br/insights/analytics/neural-networks.html)>. Acesso em: 28 fev. 2021.

RIBEIRO, Flavia Martins; PAZ, Maria Goretti. O ensino da matemática por meio de novas tecnologias. **Revista Modelos** – FACOS/ CNEC Osório, [s.l.], v.2, n.2, p.12-21, ago, 2012. Disponível em: <[http://facos.edu.br/publicacoes/revistas/modelos/agosto\\_2013/pdf/o\\_ensino\\_da\\_matematica\\_por\\_meio\\_de\\_novas\\_tecnologias.pdf](http://facos.edu.br/publicacoes/revistas/modelos/agosto_2013/pdf/o_ensino_da_matematica_por_meio_de_novas_tecnologias.pdf)>. Acesso em: 05 mai. 2020.

SILVA FILHO, Israel Dias da. **Um Olhar Sistêmico: Diagnóstico e Intervenção Psicopedagógica**. Trabalho de Conclusão de Curso ( Psicopedagogia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/4411/1/IDSF11092014.pdf>>. Acesso em: 9 mai. 2020.

STORTI, Tiago Perestrelo. **O ensino individualizado: A educação matemática na relação aluno-professor**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <[http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USP\\_15abffe832a040b4b29f5f2e1cae5a86](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USP_15abffe832a040b4b29f5f2e1cae5a86)>. Acesso em: 9 mai. 2020.

TANNÚS-VALADÃO, Gabriela; MENDES, Enicéia Gonçalves. Inclusão escolar e o planejamento educacional individualizado: Estudo comparativo sobre práticas de planejamento em diferentes países. **Revista Brasileira de Educação, s.l.**, v. 23, e230076, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbedu/v23/1809-449X-rbedu-23-e230076.pdf>>. Acesso em: 30 mai. 2020.

VALENTE, José Armando (org.). O computador na sociedade do conhecimento. **Coleção Informática para mudança na educação**. Campinas: UNICAMP/ Núcleo de Informática

Aplicada à Educação-NIED, 1999. Disponível em:  
<<http://usuarios.upf.br/~teixeira/livros/computador-sociedade-conhecimento.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2020.



## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS



### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS**

O Aluno (a) \_\_\_\_\_, sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa "Machine Learning e o Ensino individualizado de Matemática: uma ferramenta para o professor". O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é de investigar as contribuições que a utilização de uma planilha de Excel com Machine Learning (subárea da inteligência artificial) pode trazer ao professor na identificação das habilidades matemáticas de estudantes do Ensino Médio para elaboração de propostas de ensino individualizado. A planilha irá otimizar o mapeamento de informações dos alunos, e assim o professor poderá elaborar um plano de estudos individualizado para cada aluno, contribuindo com a formação do estudante.

Caso você concorde, a participação de seu filho (a) nesta pesquisa consistirá em responder um questionário realizado por meio do Google Formulário, de forma online e individual, em que o aluno não precisará se identificar. Esse questionário coletará informações necessárias para alimentar a planilha de Excel com Machine Learning com o objetivo de identificar as habilidades matemáticas em busca de melhorias do ensino individualizado.

Para participar desta pesquisa, o aluno (a) sob sua responsabilidade e você não receberão qualquer valor monetário ou terão nenhuma vantagem financeira. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com a pesquisadora, com o professor responsável ou com a instituição. Ele terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Você como responsável pelo aluno (a) poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. Mesmo que você queira deixá-lo participar agora, você pode voltar atrás e parar a participação a qualquer momento. A participação dele é voluntária e o fato em não deixá-lo participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que ele é atendido. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do aluno (a) não será liberado sem a sua permissão. O aluno (a) não será identificado em nenhuma publicação. E em qualquer momento o aluno terá acesso ao registro do consentimento sempre que solicitado.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pela pesquisadora responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com a pesquisadora responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos. De acordo com a Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, incorpora, sob a ótica do indivíduo e das coletividades, referenciais da bioética, tais como, autonomia, não maleficência, beneficência, justiça e equidade, dentre outros, e visa a assegurar os direitos e deveres que dizem respeito aos participantes da pesquisa, à comunidade científica e ao Estado. Projetos de pesquisa envolvendo seres humanos deverão atender a esta Resolução.

Pelo Art. 20 da Resolução nº 510 de 2016 do Conselho Nacional de Saúde, segundo o qual "O pesquisador deverá adotar todas as medidas cabíveis para proteger o participante quando criança, adolescente, ou qualquer pessoa cuja autonomia esteja reduzida ou que esteja sujeita a relação de autoridade ou dependência que caracterize situação de limitação da autonomia, reconhecendo sua situação peculiar de vulnerabilidade, independentemente do nível de risco da pesquisa". Os alunos ao serem avaliados poderão sentir um pouco de medo, dificuldade ao responder o questionário e, até um pouco de ansiedade pelo fato de quererem apresentar bom desempenho. Para amenizar esses riscos a pesquisadora um dia antes dos estudantes responderem o questionário irá conversar individualmente com cada um, deixando ele à vontade para responder o que sabe, sem ter a pressão de ter que aceitar, pois os resultados servirão para ajudá-lo a estudar de maneira mais eficiente e, que também poderá desistir de responder caso não se sinta à vontade. E, após cada sujeito concluir a sua participação, a pesquisadora mais uma vez se reunirá individualmente com cada um deles para dar um retorno do desempenho apresentado, evidenciando aquilo que foi realizado de maneira satisfatória e apontando caminhos para melhorar os aspectos que ainda necessitam de mais estudo.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, com "munus público", que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos sujeitos da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos - Res. CNS 196/96, II.4). Na instituição no de a pesquisadora está vinculada, esse colegiado está localizado na Rodovia Washington Luiz, Km 235



- Bairro: Jardim Guanabara - CEP:13.565-905- São Carlos- SP e contatado pelo telefone (16)3351-9685 e e-mail: cephumanos@ufscar.br.

Declaro que concordo em deixá-lo participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas com os pesquisadores Profº Dr. Rogério Fernando Pires e Profª Cintia Yumi Hirai.

---

Profª. Cintia Yumi Hirai  
Rua Guia Lopes,161 – Vila Carvalho – Sorocaba - SP  
Tel: (15) 996915830  
cintia.yumi.hirai@gmail.com

Prof. Dr. Rogério Fernando Pires  
Rua Rosa Guerra, 686 – Jd. do Rosário – Ituiutaba-MG  
Tel: (34) 991683544  
rfpires25@hotmail.com

---

Assinatura do (a) Responsável

Sorocaba, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

## APÊNDICE B – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – CAMPUS SOROCABA**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS**

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)  
**(Resolução 466/2012 do CNS)**

(LEITURA NA ÍNTEGRA)

Eu, Cintia Yumi Hirai, estudante do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, o (a) convido a participar da pesquisa “Machine Learning e o Ensino individualizado de Matemática: uma ferramenta para o professor” orientado pelo Prof. Dr. Rogério Fernando Pires.

Você foi selecionado por estar cursando o Ensino Médio, que é quesito essencial para pertencer ao público ao qual esta pesquisa está voltada. Entre outras atividades, na presença da pesquisadora e a partir do consentimento de seus pais e/ou responsável e de seu assentimento, você participará de um questionário para a investigação de informações que servirão para alimentar uma planilha de Excel com uso de Machine Learning com o objetivo de identificar as habilidades matemáticas para elaboração de propostas de um ensino individualizado. Como o questionário será realizado pelo Google formulário, de forma online e individual, você poderá acessar da sua casa e fazer no momento que se sentir à vontade, e também, em momento algum precisará se identificar, portanto, não sua identidade será totalmente preservada, garantindo a sua integridade, sendo que sua participação não acarretará qualquer risco à você. Além de garantirmos a manutenção do sigilo e da sua privacidade, a pesquisadora disponibilizará os resultados desta pesquisa a você e a seus responsáveis. Sua participação é voluntária e não haverá qualquer tipo de remuneração ou qualquer tipo de indenização pela sua participação, a qualquer momento poderá desistir e retirar seu assentimento sem nenhum ônus, e também a qualquer momento terá acesso ao registro do consentimento sempre que solicitado.

A pesquisadora tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos. De acordo com a Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, incorpora, sob a ótica do indivíduo e das coletividades, referenciais da bioética, tais como, autonomia, não maleficência, beneficência, justiça e equidade, dentre outros, e visa a assegurar os direitos e deveres que dizem respeito aos participantes da pesquisa, à comunidade científica e ao Estado. Projetos de pesquisa envolvendo seres humanos deverão atender a esta Resolução.

Pelo Art. 20 da Resolução nº 510 de 2016 do Conselho Nacional de Saúde, segundo o qual "O pesquisador deverá adotar todas as medidas cabíveis para proteger o participante quando criança, adolescente, ou qualquer pessoa cuja autonomia esteja reduzida ou que esteja sujeita a relação de autoridade ou dependência que caracterize situação de limitação da autonomia, reconhecendo sua situação peculiar de vulnerabilidade, independentemente do nível de risco da pesquisa". Mesmo seus pais ou responsável autorizando a sua participação, o seu assentimento é indispensável, pois não poderá participar da pesquisa contra sua própria vontade.

Responder a um questionário às vezes pode causar a impressão de que se está sendo avaliado e, essa impressão pode causar um pouco de medo, dificuldade ao responder e, até um pouco de ansiedade pelo fato de querer apresentar um bom desempenho. Para amenizar esses riscos de você responder ao questionário a pesquisadora irá conversar individualmente com você, deixando -o à vontade para responder o que sabe, sem ter a pressão de ter que acertar tudo, pois os resultados servirão para ajudá-los a estudar de maneira mais eficiente e,

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar a pesquisadora Cintia Yumi Hirai através do endereço e do contato

abaixo:

Rua Guia Lopes, 161 Vila Carvalho CEP: 18060055 - Sorocaba – SP

(15) 996915830

cintia.yumi.hirai@gmail.com

que também poderá desistir de responder caso não se sinta à vontade. E, após concluir a sua participação, a pesquisadora mais uma vez se reunirá individualmente com você para dar um retorno do seu desempenho, evidenciando aquilo que foi realizado de maneira satisfatória e apontando caminhos para melhorar os aspectos que ainda necessitam de mais estudo.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, com “munus público”, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos sujeitos da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos - Res. CNS 196/96, II.4). Na instituição onde a pesquisadora está vinculada, esse colegiado está localizado na Rodovia Washington Luiz, Km 235 - Bairro: Jardim Guanabara - CEP:13.565-905 - São Carlos- SP e pode ser contatado pelo telefone (16)3351-9685 e e-mail: cephumanos@ufscar.br.

Eu, \_\_\_\_\_, aceito participar da pesquisa “Machine Learning e o Ensino individualizado de Matemática: uma ferramenta para o professor”. Entendi que posso dizer “sim” e participar, após leitura na íntegra deste documento em voz alta e pausada feita pela pesquisadora, mas que a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir da pesquisa sem ônus para qualquer parte. A pesquisadora tirou minhas dúvidas e meus pais e/ou responsáveis autorizaram minha participação. Desse modo, concordo em participar da pesquisa.

\_\_\_\_\_

Assinatura do Aluno (a)



Impressão Digital

Local e data: \_\_\_\_\_

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar a pesquisadora Cintia Yumi Hirai através do endereço e do contato abaixo:

Rua Guia Lopes, 161 Vila Carvalho CEP: 18060055 - Sorocaba – SP  
(15) 996915830  
cintia.yumi.hirai@gmail.com