**Projeto Extra-acadêmico Rede Neural Perceptron**  
  
 **Relatório sobre rede neural Perceptron**

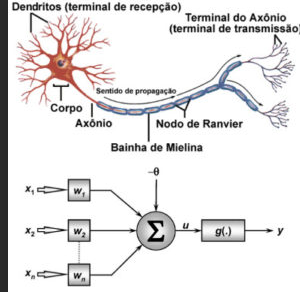
Tiago Fernando Piveta

“Perceptron é o primeiro passo em nossa jornada pelas redes neurais. À medida que exploramos arquiteturas mais complexas, como redes convolucionais e recorrentes, lembrem-me de que tudo começou com o Perceptron ‘Megatron’.”

Dissertação destinada ao Projeto Extra-acadêmico   
voltado para a área de dados, unindo alunos das   
Instituições Unopar/Anhanguera, todos cursando   
Superior em Ciência de dados.  
  
**Orientador(as):** Prof.ª. Drª Vanessa Matias Leite  
 Prof.ª. Elisa Antolli

**Uma breve introdução sobre Perceptron:**O **Perceptron** é a arquitetura mais simples de uma rede neural artificial. Inspirado em trabalhos anteriores de Warren McCulloch e Walter Pitts, o Perceptron permite uma compreensão clara de como as redes neurais funcionam em termos matemáticos.

* **Funcionamento do Perceptron:**
  + Recebe várias entradas (por exemplo, x1, x2, x3).
  + Produz uma única saída binária (0 ou 1).
  + Usa pesos (w1, w2, …) para calcular a saída ponderada.
  + A saída é determinada pelo valor da soma ponderada em relação a um limiar (threshold).
* **Aplicações:**
  + Classificação binária (por exemplo, distinguir entre duas classes).
  + Aprendizado supervisionado.



**Vida e Contribuições de Warren Sturgis McCulloch**:  
  
**Foto preta e branca de rosto de homem visto de perto

Descrição gerada automaticamenteWarren Sturgis McCulloch** (16 de novembro de 1898 - 24 de setembro de 1969) foi um neurofisiologista e cibernético estadunidense, foi casado com Ruth Metzger em 1924 e tiveram três filhos, conhecido por seu trabalho na fundação de certas teorias cerebrais e sua contribuição para o movimento cibernético. Junto com *Walter Pitts*, McCulloch criou modelos computacionais baseados em algoritmos matemáticos chamados lógica de limiar que dividiram a investigação em duas abordagens distintas, uma abordagem focada em processos biológicos no cérebro e a outra focada na aplicação de redes neurais à inteligência artificial.  
  
  
  
 **Contribuições em Vida:**  
Warren Sturgis McCulloch nasceu em *Orange*, *Nova Jersey*, **em 1898**. Seu irmão era engenheiro químico e Warren planejava originalmente ingressar no ministério cristão. Quando adolescente, ele foi associado aos teólogos *Henry Sloane Coffin, Harry Emerson Fosdick, Herman Karl Wilhelm Kumm e Julian F. Hecker*. Ele também foi orientado pelo Quaker, Rufus Jones. Ele frequentou o Haverford College e estudou filosofia e psicologia na Universidade de Yale, onde recebeu o diploma de bacharel em artes em 1921. Ele continuou a estudar psicologia na Columbia e recebeu o título de Mestre em Artes em 1923. Recebendo seu MD em 1927 da Faculdade de Médicos e Cirurgiões da Universidade de Columbia em Nova York, ele realizou um estágio no Bellevue Hospital, em Nova York. Em seguida, ele trabalhou com Eilhard von Domarus no Hospital Estadual de Rockland para Insanos. Ele retornou à academia em 1934. Ele trabalhou no Laboratório de Neurofisiologia da Universidade de Yale de 1934 a 1941.

Em 1941, mudou-se para Chicago e ingressou no Departamento de Psiquiatria da Universidade de Illinois em Chicago, onde foi professor de psiquiatria, bem como diretor do Instituto Neuropsiquiátrico de Illinois até 1951. A partir de 1952, ele trabalhou no Instituto de Tecnologia de Massachusetts em Cambridge, Massachusetts, com Norbert Wiener. Ele foi membro fundador da Sociedade Americana de Cibernética e seu segundo presidente entre 1967 e 1968. Ele foi um mentor do pioneiro britânico da pesquisa operacional Stafford Beer.

McCulloch tinha uma variedade de interesses e talentos. Além de suas contribuições científicas, ele escreveu poesia (sonetos) e projetou e projetou edifícios e uma represa em sua fazenda em Old Lyme, Connecticut.

McCulloch casou-se com Ruth Metzger, conhecida como 'Rook', em 1924 e eles tiveram três filhos. Ele morreu em Cambridge em 1969.  
  
**Trabalho:**

Ele é lembrado por seu trabalho com Joannes Gregorius Dusser de Barenne de Yale e mais tarde com Walter Pitts da Universidade de Chicago. Ele forneceu a base para certas teorias do cérebro em uma série de artigos clássicos, incluindo "A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity" (1943) e "How We Know Universals: The Perception of Auditory and Visual Forms" (1947), ambos publicados no Bulletin of Mathematical Biophysics. O primeiro é "amplamente creditado como uma contribuição seminal para a teoria das redes neurais, a teoria dos autômatos, a teoria da computação e a cibernética".

McCulloch foi o presidente do conjunto de conferências da Macy dedicadas à cibernética. Estes, em grande parte devido à diversidade de origens dos participantes que McCulloch trouxe, tornaram-se a base para o campo.

**Modelagem de redes neurais:**

No artigo de 1943, McCulloch e Pitts tentaram demonstrar que um programa de máquina de Turing poderia ser implementado em uma rede finita de neurônios formais (no caso, a Máquina de Turing contém seu modelo do cérebro, mas o inverso não é verdadeiro), que o neurônio era a unidade lógica básica do cérebro. No artigo de 1947, eles ofereceram abordagens para projetar "redes nervosas" para reconhecer entradas visuais, apesar das mudanças na orientação ou tamanho.

A partir de 1952, McCulloch trabalhou no Laboratório de Pesquisa de Eletrônica do MIT, trabalhando principalmente na modelagem de redes neurais. Sua equipe examinou o sistema visual do sapo em consideração ao artigo de McCulloch de 1947, descobrindo que o olho fornece ao cérebro informações que já são, até certo ponto, organizadas e interpretadas, em vez de simplesmente transmitir uma imagem.

**Formação reticular:**

McCulloch também postulou o conceito de formações reticulares de "fichas de pôquer" sobre como o cérebro lida com informações contraditórias em uma rede neural democrática e somatotrópica. Seu princípio de "Redundância de Comando Potencial/Redundancy of Potential Command" foi desenvolvido por von Foerster e Pask em seu estudo da auto-organização e por Pask em sua Teoria da Conversação e Teoria das Interações dos Atores.  
  
Um dos seus trabalhos publicados em 1943 foi “A logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity”, pode ser visto através do link: <https://www.cs.cmu.edu/~./epxing/Class/10715/reading/McCulloch.and.Pitts.pdf>  
  
**Consideração Final:**

Warren Sturgis McCulloch (1898–1969) foi um neurofisiologista e cibernético americano cujo legado transcendeu os limites da ciência. Sua trajetória é marcada por uma busca incessante pelo entendimento do cérebro e pela aplicação de princípios cibernéticos à inteligência artificial.  
McCulloch, em parceria com Walter Pitts, desenvolveu modelos computacionais baseados em lógica de limiar, explorando tanto os processos biológicos cerebrais quanto a aplicação de redes neurais à IA. Sua visão pioneira influenciou a cibernética e a neurociência, abrindo caminho para a compreensão da mente e da cognição.  
Além de sua contribuição científica, McCulloch era um poeta, projetista e engenheiro. Seus sonetos ecoam em paralelo com suas equações, e sua fazenda em Old Lyme, Connecticut, testemunha sua habilidade em moldar o mundo físico. Casado com Ruth Metzger, ele deixou um legado multifacetado que inspira gerações. Em sua busca pelo conhecimento, McCulloch nos ensina que a mente é um vasto território a ser explorado, onde a ciência e a poesia se entrelaçam, e onde a curiosidade nos impulsiona a desvendar os mistérios da existência.

**Vida e Contribuições de Walter Harry Pitts Jr:**

**Foto preta e branca de homem de terno e gravata

Descrição gerada automaticamenteWalter Harry Pitts, Jr.** (23 de abril de 1923 - 14 de maio de 1969) foi um lógico estadunidense. Ele propôs formulações teóricas marcantes da atividade neural e processos generativos que influenciaram diversos campos, como ciências cognitivas e psicologia, filosofia, neurociências, ciência da computação, redes neurais artificiais, cibernética e inteligência artificial, juntamente com o que veio a ser conhecido como ciências generativas. Ele é mais lembrado por ter escrito, junto com Warren McCulloch, um artigo seminal em história científica, intitulado "Um cálculo lógico de ideias imanentes na atividade nervosa/*A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity*" (1943). Este artigo propôs o primeiro modelo matemático de uma rede neural. A unidade desse modelo, um neurônio simples formalizado, ainda é o padrão de referência no campo das redes neurais. Muitas vezes é chamado de neurônio de McCulloch-Pitts. Antes desse artigo, ele formalizou suas ideias sobre os passos fundamentais para a construção de uma máquina de Turing no "The Bulletin of Mathematical Biophysics" em um ensaio intitulado "Algumas observações sobre o circuito de neurônios simples".

**Vida e Carreira Acadêmica:**

Pitts provavelmente continuou a se corresponder com Bertrand Russell e aos 15 anos ele assistiu às palestras de Russell na Universidade de Chicago. Ele ficou lá, sem se registrar como estudante. Enquanto estava lá, em 1938, ele conheceu Jerome Lettvin, um estudante de pré-medicina, e os dois se tornaram amigos íntimos. Russell foi professor visitante na Universidade de Chicago no outono de 1938 e orientou Pitts a estudar com o lógico Rudolf Carnap. Pitts conheceu Carnap em Chicago entrando em seu escritório durante o horário de expediente e apresentando-lhe uma versão comentada do recente livro de Carnap sobre lógica, The Logical Syntax of Language. Como Pitts não se apresentou, Carnap passou meses procurando por ele e, quando o encontrou, conseguiu para ele um emprego braçal na universidade e fez com que Pitts estudasse com ele. Pitts na época era sem-teto e sem renda. Ele dominou a lógica abstrata de Carnap, então se encontrou e ficou intrigado com o trabalho do físico matemático ucraniano Nicolas Rashevsky, que também estava em Chicago e foi o fundador da biofísica matemática, remodelando a biologia na estrutura das ciências físicas e da lógica matemática. Pitts também trabalhou em estreita colaboração com o matemático Alston Scott Householder, que era membro do grupo de Rashevsky. Durante seus estudos com Carnap, Pitts também foi um participante regular dos seminários de Nicolas Rashevsky em biologia teórica, que incluíam Frank Offner, Herbert Landahl, Alston Householder e o neuroanatomista Gerhardt von Bonin da Universidade de Illinois em Chicago. Em 1940, Von Bonin apresentou Lettvin a Warren McCulloch, que se tornaria professor de psiquiatria em Illinois.  
Em 1941, Warren McCulloch assumiu o cargo de professor de psiquiatria na Universidade de Illinois em Chicago e, no início de 1942, convidou Pitts, que ainda era sem-teto, junto com Lettvin para morar com sua família. À noite, McCulloch e Pitts colaboravam. Pitts estava familiarizado com o trabalho de Gottfried Leibniz sobre computação e eles consideraram a questão de saber se o sistema nervoso poderia ser considerado um tipo de dispositivo de computação universal, conforme descrito por Leibniz. Isso levou ao seu artigo seminal sobre redes neurais "Um cálculo lógico de ideias imanentes na atividade nervosa". Após cinco anos de estudos não oficiais, a Universidade de Chicago concedeu a Pitts um *Associate of Arts* (seu único diploma obtido) por seu trabalho no artigo.  
Em 1943, Lettvin apresentou Pitts a Norbert Wiener no Instituto de Tecnologia de Massachusetts. Sua primeira reunião, onde discutiram a prova de Wiener do teorema ergódico, correu tão bem que Pitts se mudou para a Grande Boston para trabalhar com Wiener. Enquanto Pitts era um estudante não oficial sob a égide de Wiener no MIT até sua amarga separação em 1952, ele se matriculou formalmente como estudante de pós-graduação no departamento de física durante o ano acadêmico de 1943-1944 e no departamento de engenharia elétrica de 1956-1958.  
Em 1944, Pitts foi contratado pela Kellex Corporation (mais tarde adquirida em 1950 pela Vitro Corporation) na cidade de Nova York, parte do Projeto de Energia Atômica. A partir de 1946, Pitts foi um membro central das conferências Macy, cujo objetivo principal era estabelecer as bases para uma ciência geral do funcionamento da mente humana.

Em 1951, Wiener convenceu Jerome Wiesner a contratar alguns fisiologistas do sistema nervoso. Um grupo foi estabelecido com Pitts, Lettvin, McCulloch e Pat Wall. Pitts escreveu uma grande dissertação sobre as propriedades das redes neurais conectadas em três dimensões. Lettvin o descreveu como "em nenhum sentido inequívoco, o gênio do grupo ... quando você fazia uma pergunta a ele, você recebia um livro inteiro, Pitts nunca se casou. Pitts também foi descrito como um excêntrico, recusando-se a permitir que seu nome fosse disponibilizado publicamente. Ele continuou a recusar todas as ofertas de diplomas avançados ou posições de autoridade no MIT, em parte porque teria que assinar seu nome.  
Em 1952, Wiener de repente se voltou contra McCulloch - sua esposa, Margaret Wiener, odiava McCulloch e rompeu relações com qualquer pessoa ligada a ele, incluindo Pitts. Embora tenha permanecido empregado como pesquisador associado no Laboratório de Pesquisa de Eletrônica do MIT "como pouco mais do que um tecnicismo" pelo resto de sua vida, Pitts tornou-se cada vez mais isolado socialmente. Em 1959, o paradigmático "What the Frog's Eye Tells the Frog's Brain" (creditado a Humberto Maturana, Lettvin, McCulloch e Pitts) demonstrou conclusivamente que "os processos analógicos no olho estavam fazendo pelo menos parte do trabalho interpretativo" no processamento de imagens, em oposição ao "cérebro computando informações neurônio digital por neurônio digital usando o implemento exato da lógica matemática", levando Pitts a queimar sua tese de doutorado não publicada sobre redes neurais tridimensionais probabilísticas e anos de pesquisa não publicada. Ele teve pouco interesse adicional no trabalho, exceto apenas uma colaboração com Lettvin e Robert Gesteland, que produziu um artigo sobre o olfato em 1965.  
Pitts morreu em 1969 de varizes esofágicas hemorrágicas, uma condição geralmente associada à cirrose e ao alcoolismo.

**Consideração Final:**Walter Pitts, um lógico e cientista cognitivo estadunidense, deixou uma marca significativa na história da inteligência artificial. Nascido em 1923 numa família pobre de Detroit, ele enfrentou bullying e pressão para abandonar os estudos. No entanto, sua paixão pela aprendizagem autodidata o levou a dominar grego, latim, matemática e lógica. Aos 12 anos, foi convidado para estudar em Cambridge, mas sua tenra idade o impediu. Em 1943, com apenas 20 anos, obteve um PhD no MIT. Junto com Warren McCulloch, Pitts publicou um artigo seminal que estabeleceu as bases das redes neurais artificiais. Esse trabalho, intitulado “A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity,” analogizou células nervosas a processos eletrônicos, marcando o início das redes neurais. Infelizmente, suas ideias não foram inicialmente bem recebidas, e ele enfrentou dificuldades pessoais, incluindo o alcoolismo. Pitts faleceu em 1969 de cirrose hepática. Sua jornada inspiradora e contribuições pioneiras continuam a influenciar a IA e a neurociência.  
  
 **A Criação, Desenvolvimento e Aplicação do Modelo Perceptron:**

A história do Perceptron começa com dois visionários da ciência: Warren McCulloch e Walter Pitts. Na década de 1940, esses dois pesquisadores se uniram para explorar uma das questões mais intrigantes da época: como o cérebro humano processa informações e toma decisões. McCulloch, um neurofisiologista, e Pitts, um lógico autodidata, desenvolveram um modelo matemático que tentava replicar o funcionamento dos neurônios no cérebro. Esse modelo foi a base para o que viria a ser conhecido como Perceptron.

O **Perceptron** é um tipo de rede neural artificial, ou seja, um sistema computacional inspirado no cérebro humano. McCulloch e Pitts imaginaram que, assim como os neurônios processam sinais elétricos para executar tarefas, poderia ser possível criar um sistema artificial que processasse informações de maneira semelhante. Eles propuseram uma estrutura simples onde os "neurônios artificiais" recebiam várias entradas, aplicavam uma função para somar essas entradas, e então geravam uma saída com base em um limite (threshold). Este conceito se tornou a pedra angular do Perceptron.

Nos anos 1950, esse modelo foi levado adiante por Frank Rosenblatt, um psicólogo da Cornell Aeronautical Laboratory. Rosenblatt estava interessado em criar uma máquina que pudesse aprender de forma semelhante ao cérebro humano. Em 1957, ele desenvolveu o primeiro Perceptron, um dispositivo físico que utilizava componentes eletrônicos para simular os processos dos neurônios artificiais descritos por McCulloch e Pitts.

O Perceptron de Rosenblatt tinha uma arquitetura simples: uma camada de neurônios de entrada conectada a uma camada de neurônios de saída. Cada conexão entre neurônios tinha um peso associado, que determinava a influência da entrada sobre a saída. O processo de "aprendizado" envolvia ajustar esses pesos com base nos erros cometidos pelo Perceptron ao tentar prever resultados. Este método de ajuste de pesos é conhecido como **regra de aprendizado do Perceptron**.

Um dos primeiros usos práticos do Perceptron foi em tarefas de reconhecimento de padrões. Rosenblatt demonstrou que seu Perceptron podia aprender a reconhecer letras do alfabeto apresentadas em diferentes formas. Esta capacidade de aprendizado tornou o Perceptron uma ferramenta promissora para diversas aplicações, incluindo a visão por computador e a análise de dados.

Apesar do entusiasmo inicial, o Perceptron enfrentou críticas e limitações. No final dos anos 1960, os cientistas Marvin Minsky e Seymour Papert publicaram um livro intitulado "Perceptrons", onde apontaram várias limitações matemáticas do modelo. Eles argumentaram que o Perceptron era incapaz de resolver problemas não linearmente separáveis, como a função XOR (ou exclusivo), onde a saída depende de uma combinação específica de entradas. Essa crítica desacelerou significativamente a pesquisa em redes neurais por muitos anos.

No entanto, o conceito de redes neurais não morreu. Na década de 1980, a pesquisa em inteligência artificial e redes neurais foi revitalizada com a introdução de novos modelos e técnicas, como as redes neurais multicamadas e o algoritmo de retropropagação. Esses avanços permitiram superar muitas das limitações do Perceptron original, levando a uma nova era de sucesso em aplicações de aprendizado de máquina.

Hoje, o legado do Perceptron é evidente em muitos aspectos da tecnologia moderna. Redes neurais profundas, que são a base da inteligência artificial contemporânea, evoluíram diretamente dos conceitos introduzidos por McCulloch, Pitts e Rosenblatt. Essas redes são usadas em uma ampla gama de aplicações, desde o reconhecimento de voz e imagem até a condução autônoma e a análise de grandes volumes de dados.

Em resumo, a criação, desenvolvimento e aplicação do Perceptron foram marcos fundamentais na história da inteligência artificial. O trabalho pioneiro de McCulloch, Pitts e Rosenblatt lançou as bases para a exploração contínua do funcionamento do cérebro humano e a replicação desses processos em máquinas. Embora o Perceptron tenha enfrentado desafios e críticas, suas ideias centrais continuam a influenciar e inspirar inovações tecnológicas até os dias de hoje.

**Relatório Detalhado do Modelo Perceptron**

**Introdução**

O código apresentado implementa um modelo Perceptron para a classificação de vinhos com base em um conjunto de dados (*winequality-red.csv*) de características químicas. O objetivo é treinar o modelo utilizando um conjunto de dados de treino e avaliar seu desempenho com um conjunto de dados de teste balanceado.

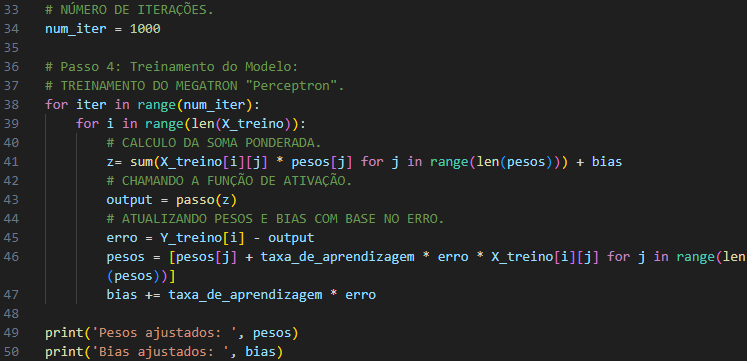
Tela preta com letras brancas

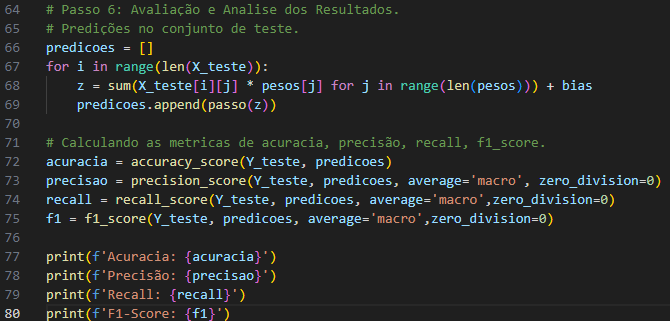
Descrição gerada automaticamente

**Dados de Treino**: Contêm 384 entradas com as características dos vinhos e a coluna quality indicando a qualidade.  
**Dados de Teste**: Contêm 518 entradas balanceadas com várias classes de qualidade de vinho.

**Pré-processamento dos Dados:**  
Texto

Descrição gerada automaticamenteAs colunas de qualidade (quality) são separadas dos dados de entrada (X) para ambos os conjuntos de dados, de treino e teste.  
  
**Implementação do Perceptron:**Texto

Descrição gerada automaticamenteOs pesos são inicializados com valores aleatórios pequenos entre 0 e 0.01.  
O bias é inicializado com um valor aleatório entre -0.01 e 0.01.  
A taxa de aprendizagem é definida como 0.01.  
A função de ativação é um degrau simples.  
  
**Treinamento do Modelo:**O modelo é treinado por 1000 iterações.  
Para cada amostra, a soma ponderada é calculada e passada pela função de ativação.  
Os pesos e o bias são ajustados com base no erro entre a predição e o valor real.  
  
**Teste do Modelo:**Texto

Descrição gerada automaticamenteO modelo é testado em cada amostra do conjunto de teste.  
A precisão é calculada como a proporção de amostras classificadas corretamente.  
  
**Avaliação e Análise dos Resultados:**As previsões são feitas para cada amostra do conjunto de teste.  
São calculadas as métricas de acurácia, precisão, recall e F1-score para avaliar o desempenho do modelo.  
  
**Resultados Apresentados:  
Pesos e Bias Ajustados:  
**

**Pesos ajustados:** [164270.0099524489, 9178.50502968395, 5903.004292396498, 48502.49386341826, 1671.1526087684663, 293399.99137422105, 781450.0048046957, 19138.495536772734, 63331.998900853, 13011.508486984812, 203040.83113814326]

**Bias ajustado:** 19200.004768179133  
  
**Precisão do Modelo:**Texto

Descrição gerada automaticamente **Precisão do Megatron**: 0.0  
**Acurácia:** 0.0  
**Precisão:** 0.0  
**Recall:** 0.0  
**F1-Score:** 0.0  
  
**Análise dos Resultados:**

Os resultados mostram que o modelo não conseguiu fazer nenhuma previsão correta, resultando em todas as métricas sendo zero. Este desempenho sugere que o modelo Perceptron não conseguiu aprender a partir dos dados de treino.

**Conclusão:**

* **Dados**: Os datasets de treino e teste foram carregados e pré-processados corretamente.
* **Treinamento**: O modelo foi treinado por 1000 iterações com uma taxa de aprendizagem de 0.01.
* **Teste e Avaliação**: O modelo não conseguiu fazer previsões corretas, resultando em métricas de desempenho iguais a zero.

**Análise dos Resultados Após Inversão dos Datasets:**

**Introdução**

O código implementa um modelo Perceptron para a classificação de vinhos. Nesta análise, os datasets de treino e teste foram invertidos, utilizando UNIAO\_DFS\_TESTE.csv para treino e df6\_PRONTO\_PARA\_TREINO.csv para teste. O objetivo é verificar se a alteração dos datasets influencia nos resultados.

**Carregamento dos Dados:  
Tela de computador com texto preto sobre fundo branco

Descrição gerada automaticamente  
Dados de Treino:** Agora contém 518 entradas com várias classes de qualidade.  
**Dados de Teste:** Contêm 384 entradas, todas da classe 6.

**Pré-processamento dos Dados:  
Texto

Descrição gerada automaticamente**

As colunas de qualidade (quality) são separadas dos dados de entrada (X) para ambos os conjuntos de dados, de treino e teste.

**Implementação do Perceptron:  
Tela de computador com texto preto sobre fundo branco

Descrição gerada automaticamente**Os pesos são inicializados com valores aleatórios pequenos entre 0 e 0.01.  
O bias é inicializado com um valor aleatório entre -0.01 e 0.01.  
A taxa de aprendizagem é definida como 0.01.  
A função de ativação é um degrau simples.

**Treinamento do Modelo:  
Texto

Descrição gerada automaticamente**

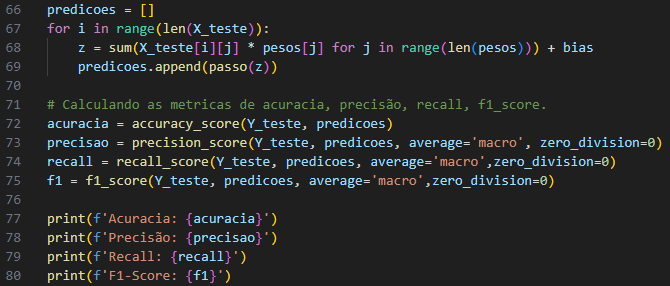
O modelo é treinado por 1000 iterações.

Para cada amostra, a soma ponderada é calculada e passada pela função de ativação.

Os pesos e o bias são ajustados com base no erro entre a predição e o valor real.

**Teste do Modelo:  
Texto

Descrição gerada automaticamente**O modelo é testado em cada amostra do conjunto de teste.  
A precisão é calculada como a proporção de amostras classificadas corretamente.

**Avaliação e Análise dos Resultados:  
**As previsões são feitas para cada amostra do conjunto de teste.

São calculadas as métricas de *acurácia, precisão, recall e F1-score* para avaliar o desempenho do modelo.

**Resultados Apresentados:**

* **Pesos e Bias Ajustados:  
    
    
  Pesos ajustados:** [207183.086058695772, 12184.955295253737, 7409.603753839324, 61764.08583623764, 2070.3546692547047, 394150.0893414841, 1123210.0047288893, 24467.363660401083, 80988.60298430416, 16775.107669974863, 260464.33882919457]  
  **Bias ajustado:** 24550.004768179133  
    
  **Precisão do Modelo:  
    
  Texto

  Descrição gerada automaticamente**Precisão do Megatron: 0.0
* Acurácia: 0.0
* Precisão: 0.0
* Recall: 0.0
* F1-Score: 0.0

**Análise dos Resultados:**

1. **Bias Ajustado:** O valor do bias ajustado foi significativamente maior comparado aos valores anteriores. No entanto, um valor mais alto de bias não implica necessariamente em um melhor desempenho do modelo. O bias é um parâmetro que ajuda a ajustar o ponto de decisão, mas seu valor deve ser interpretado em conjunto com os pesos e o desempenho geral do modelo.
2. **Desempenho do Modelo:** Apesar do alto valor do bias, todas as métricas de desempenho (acurácia, precisão, recall, F1-score) são zero, indicando que o modelo não conseguiu fazer previsões corretas. Isto sugere que o modelo Perceptron, conforme implementado, não é adequado para este problema de classificação.

**Conclusão:**

* **Dados:** Os datasets foram invertidos corretamente.
* **Treinamento:** O modelo foi treinado com 1000 iterações e uma taxa de aprendizagem de 0.01.
* **Teste e Avaliação:** O modelo não conseguiu fazer previsões corretas, resultando em métricas de desempenho iguais a zero.

**Relatório: Limitações do Perceptron para o Problema de Classificação de Vinhos:**

**Introdução**

O Perceptron é um dos algoritmos mais simples e fundamentais em machine learning, utilizado principalmente para problemas de classificação binária. Nesta atividade, utilizamos o Perceptron para classificar a qualidade dos vinhos com base em várias características químicas. Apesar de diversos ajustes e iterações com diferentes conjuntos de dados, o modelo não conseguiu obter um desempenho satisfatório. Este relatório detalha as razões pelas quais o Perceptron não é adequado para este problema específico e as limitações encontradas durante a atividade.

**Função de Ativação e Natureza do Perceptron**

O Perceptron clássico utiliza uma função de ativação degrau:

****

**Posteriormente, foi utilizada uma função de ativação sigmóide:**

****

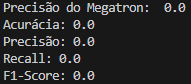
Mesmo com a função de ativação sigmóide, que é mais suave e contínua, os resultados não melhoraram, indicando que as limitações do Perceptron vão além da função de ativação.

*Limitações do Perceptron:*

1. **Classificação Binária:**
   * O Perceptron é inerentemente um classificador binário, projetado para separar dois grupos de dados. No problema de classificação de vinhos, estamos lidando com múltiplas classes (qualidade variando de 3 a 8), o que exige uma abordagem de classificação multiclasses.
   * Embora seja possível estender o Perceptron para múltiplas classes usando um esquema "one-vs-all" (um contra todos), essa abordagem não foi implementada neste exercício e, mesmo se fosse, ainda apresentaria limitações significativas.
2. **Linearidade:**
   * O Perceptron só consegue separar classes que são linearmente separáveis. Se as classes dos dados não podem ser separadas por uma linha reta (ou um hiperplano em dimensões mais altas), o Perceptron não conseguirá encontrar uma fronteira de decisão adequada.
   * No caso dos vinhos, as características químicas que determinam a qualidade do vinho podem ter uma relação complexa e não linear. Portanto, um modelo linear como o Perceptron não é adequado para capturar essas complexidades.
3. **Capacidade de Generalização:**
   * Durante o treinamento, o Perceptron ajusta os pesos para minimizar o erro nas amostras de treino. No entanto, devido à sua simplicidade, o Perceptron pode não generalizar bem para novas amostras de teste, especialmente em problemas complexos com múltiplas classes.
   * Mesmo após múltiplas iterações de treinamento e ajustes nos pesos e bias, o Perceptron não conseguiu fazer previsões corretas, resultando em métricas de desempenho (acurácia, precisão, recall, F1-score) todas iguais a zero.

**Resultados Obtidos**

* **Pesos Ajustados:**

**  
  
  
Bias Ajustado:  
  
  
Métricas de Desempenho:  
  
  
Conclusão:**

O Perceptron mostrou-se inadequado para o problema de classificação de vinhos devido às suas limitações inerentes, como a incapacidade de lidar com problemas de classificação multiclasses e a restrição a fronteiras de decisão lineares. Além disso, a generalização do modelo foi ineficaz para dados de teste. Para problemas como este, onde as relações entre as características são complexas e não lineares, modelos mais avançados como redes neurais de múltiplas camadas (MLP) ou outros algoritmos de machine learning são recomendados.

**Recomendações:**

1. **Modelos Avançados:** Utilizar redes neurais de múltiplas camadas (MLP), que são capazes de capturar relações não lineares e lidar com problemas de classificação multiclasses.
2. **Feature Engineering:** Explorar técnicas de engenharia de características para melhor representar os dados e potencialmente facilitar a separação das classes.
3. **Validação Cruzada:** Implementar validação cruzada para avaliar melhor a capacidade de generalização do modelo.

A transição para modelos mais complexos e a aplicação de técnicas adequadas de pré-processamento e validação são passos essenciais para melhorar a precisão e a robustez das previsões em problemas complexos como a classificação de vinhos.