

## ESTUDOS DAS REDES NEURAIIS NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

ISAAC VICTOR CAMPELO DE SOUZA<sup>1</sup>; LORENZZO VILELA DA SILVA<sup>2</sup>;  
MADANA N'BANA<sup>3</sup>; DANIELLE MARTINS DECKER<sup>4</sup>

MARCELO LEMOS ROSSI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – isaacvcampelo@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – lezandrosw@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – madananbana5@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – daniellemrtnsdecker@gmail.com

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – marcelo.rossi@ufpel.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Existem várias teorias que tentam demonstrar como ocorre o processo de aprendizado. Dentre elas podemos destacar algumas:

A teoria de VYGOSTKY (1987, apud LAMPREIA, 1999), que indica que o aprendizado passa por um papel do social, em que “a formação de conceitos científicos se dá na escola a partir da cooperação entre o aluno e o professor que, trabalhando com o aluno, explica, dá informações, questiona, corrige e faz o aluno explicar”. Em outras palavras, o aprendizado de um indivíduo contido em um grupo social irá aprender o que seu grupo produz, ou seja, o conhecimento surge primeiro no grupo e, então é interiorizado pelo indivíduo.

A teoria de CARL ROGERS (apud MOGILKA, 1999) indicando que o aprendizado experimental, considera que “uma ação pedagógica só é efetivamente democrática quando se baseia no interesse genuíno, na necessidade e na motivação intrínseca do indivíduo”. Assim, de acordo com Rogers, a motivação é um fator essencial para o aprendizado bem-sucedido.

Por fim, podemos apresentar a visão de aprendizado de Paulo Freire que, de acordo com GADOTTI (1999, apud ALBINO, 2003) indica que o educador e educando aprendem juntos numa relação dinâmica, na qual a prática é orientada pela teoria, que reorienta essa prática, num processo de constante aperfeiçoamento.

A ideia trazida por esses três estudiosos do processo de aprendizado se resume em: O trabalho em grupo (o orientador e seus orientados) produz e dissemina o conhecimento no grupo; o interesse do aluno é fundamental no aprendizado; e prática é necessária para o aprendizado, sendo a teoria ligada a essa prática. Com isso em mente montou-se um grupo com objetivos de colocar em prática o aprendizado. Neste grupo, formado por alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação, surgiu o interesse de trabalhar com análise de sinais utilizando redes neurais.

A motivação para este estudo surgiu ao recebermos sinais do espectro de rádio frequência (RF) do sistema de monitoramento da ANATEL. Tais sinais são compostos apenas pelo espectro de amplitude de suas transformada de Fourier, processo no qual sinais são representados por séries de cossenos e que nos permitem representar os sinais de que estejamos observando em uma série contendo apenas funções cosseno.

Para cada elemento dessa série de cossenos deverá haver apenas uma única função cosseno. Além da frequência cada elemento da série terá um valor de amplitude e um valor de fase e, com isso, podemos representar os sinais através de gráficos que chamamos de espectro de amplitude e espectro de fase. De forma

a economizar nas informações que representam o sinal é comum desprezarmos o espectro de fase, uma vez que o espectro de amplitude carrega mais informações do que o espectro de fase e é independente do momento da observação do sinal.

As informações fornecidas pela ANATEL são compostas apenas pelo espectro de amplitude. Porém surgiu o interesse de interpretar como era o sinal original o que abriria outras oportunidades no estudo se fosse conhecido o sinal original. Infelizmente, conhecendo apenas o espectro de amplitude torna-se impossível de obter o sinal original. Porém, atualmente estamos na era da inteligência artificial e essa ferramenta pode ser capaz de nos ajudar a sintetizar um sinal equivalente ao original e que forneça um espectro de amplitude igual ao que temos em posse.

Assim, esta atividade pode colaborar com a formação de um engenheiro de controle e automação trabalhando em duas frentes. A primeira relacionada a análises de sinais, ferramenta fundamental para a realização da modelagem de sistemas, o que capacita um engenheiro de controle e automação a realizar operações que possibilitem o controle deste sistema. E a segunda frente é o desenvolvimento da compreensão e de conteúdos relacionados à inteligência artificial, técnica que está sendo muito utilizada em todos os ramos que demandam algum tipo de automação.

## 2. ATIVIDADES REALIZADAS

O desenvolvimento do projeto iniciou-se com a tentativa de reconstrução de sinais a partir do espectro de amplitude, utilizando o algoritmo de **Gerchberg-Saxton**, método iterativo bastante utilizado em problemas de fase. Essa etapa teve como objetivo compreender os limites e as dificuldades de abordagens clássicas para a síntese de sinais.

Em seguida, partimos para a abordagem de outros métodos de recuperação de fase, que trabalhavam em conjunto com redes neurais, tendo em mente que esses métodos nos trariam resultados mais satisfatórios e nos permitiriam treinar um ambiente que possibilitasse a análise e conversão de diversas imagens de espectro de amplitude, nos possibilitando aplicar o método para todos os tipos de grupos de sinais. Assim, iniciaram-se os estudos sobre o método **PhaseCut**, um método de recuperação de fase que utiliza a U-Net, uma rede neural, em sua aplicação.

A U-Net é uma rede neural convolucional utilizada para classificar, em uma imagem, qual pixel pertence a cada classe que está sendo avaliada. É utilizada no método para diferenciar os pixels de sinal dos pixels de ruído, fazendo com que toda a análise do método seja o mais precisa possível, permitindo a leitura do sinal de forma mais clara e uma recuperação de fase mais eficiente.

Em meio às práticas, optamos por realocar nossos esforços para o estudo e aplicação de **redes neurais convolucionais (CNNs)**, como a U-Net, para a recuperação de fase, pois elas retiram muitas complicações que os métodos clássicos apresentam, tornando necessário menos esforço para alcançar o mesmo resultado. Nesse processo, os participantes estudaram a teoria das redes neurais, realizaram testes com modelos simples e iniciaram treinamentos práticos, construindo uma base de conhecimento que servirá de apoio para a futura implementação da arquitetura U-Net no problema proposto.

## 3. IMPACTOS NA FORMAÇÃO DOS PARTICIPANTES DESTES PROJETO

A participação no projeto trouxe ganhos significativos para a formação dos alunos envolvidos. Até o início das atividades, o conhecimento sobre redes neurais era bastante limitado, mas, com a prática, foi possível compreender desde a fundamentação teórica até a aplicação em problemas reais. Esse processo possibilitou a construção de uma base sólida em aprendizado de máquina, integrando teoria e prática de forma complementar à formação acadêmica.

O desenvolvimento das atividades também proporcionou experiência em experimentação, inicialmente com o algoritmo de Gerchberg-Saxton e, em seguida, com redes convolucionais, permitindo aos alunos explorarem diferentes abordagens para a solução do problema proposto. Além disso, o contato direto com ferramentas de inteligência artificial ampliou a compreensão sobre uma área em rápida expansão e de alta relevância para engenheiros de controle e automação.

Outro impacto importante foi o fortalecimento do trabalho em grupo, já que o projeto foi desenvolvido de forma colaborativa, em consonância com as perspectivas pedagógicas discutidas na introdução. Dessa maneira, o envolvimento no projeto não apenas expandiu o conhecimento técnico dos participantes, mas também contribuiu para o desenvolvimento de autonomia, senso crítico e prática de pesquisa, aspectos fundamentais na formação de futuros engenheiros.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O projeto teve início a partir do interesse em estudar a análise de sinais e a aplicação de redes neurais, motivado pelo recebimento de sinais do espectro de rádio frequência (RF) fornecidos pela ANATEL. Esses sinais continham apenas o espectro de amplitude, e o objetivo inicial era compreender como reconstruir o sinal original a partir dessas informações, o que se mostrou impossível por métodos clássicos, devido à ausência do espectro de fase.

As atividades realizadas começaram com a aplicação do algoritmo de Gerchberg-Saxton, método iterativo utilizado em problemas de fase, com o intuito de compreender os limites das abordagens tradicionais. Posteriormente, o projeto avançou para o estudo de métodos modernos de recuperação de fase, como o PhaseCut, que trabalham em conjunto com redes neurais, especialmente a U-Net. Essa rede convolucional permitiu diferenciar pixels de sinal de pixels de ruído, aumentando a precisão da análise e possibilitando uma recuperação de fase mais eficiente. Durante o desenvolvimento, os participantes estudaram a teoria das redes neurais, realizaram testes com modelos simples e iniciaram treinamentos práticos, construindo uma base sólida de conhecimento para a futura implementação da U-Net.

A participação no projeto trouxe ganhos significativos na formação dos alunos, permitindo a integração entre teoria e prática em aprendizado de máquina, experimentação com diferentes métodos de recuperação de fase e contato com ferramentas de inteligência artificial. Além disso, fortaleceu o trabalho em grupo, o senso crítico e a prática de pesquisa, aspectos fundamentais na formação de engenheiros de controle e automação. Assim, o projeto conectou os conceitos teóricos apresentados na introdução às atividades práticas desenvolvidas, demonstrando impactos concretos na aprendizagem e na preparação profissional dos participantes.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALBINO, Ayrán Lavra. A escola na internet: uma parceria entre o ensino presencial e o ensino a distância. 2003. **Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção)** – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

LAMPREIA, Carolina. **Linguagem e atividade no desenvolvimento cognitivo:** algumas reflexões sobre as contribuições de Vygotsky e Leontiev. Porto Alegre, v. 12, n. 1, 1999.

MOGILKA, Maurício. **Autonomia e formação humana em situações pedagógicas:** um difícil percurso. São Paulo, v. 25, n. 2, 1999