



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

XI Seminário de Extensão e Inovação
XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica
08 a 12 de Novembro - Guarapuava/PR



Atividades sobre Códigos Corretores de Erros no Ensino Médio

Activities on Error Correction Codes in High School

Jessé Pires Barbato Rocha

jesserocha@alunos.utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Érika Patrícia Dantas de Oliveira Guazzi

erikapatricia@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

RESUMO

Este projeto de extensão procurou estabelecer uma relação entre conteúdos dos ensinos médio e superior e aplicações no cotidiano das pessoas, por meio dos códigos corretores de erros. Assim, confeccionaram-se três vídeos para alunos de ensino médio de escolas públicas com o objetivo de divulgar o estudo de códigos corretores de erros, e um material digital (utilizável como ferramenta de ensino), para instigá-los da importância de conteúdos matemáticos básicos nas aplicações cotidianas. Igualmente, buscou superar as dificuldades existentes na formação acadêmica dos alunos do ensino superior por meio de uma formação complementar, ao abordar algumas ferramentas matemáticas comumente não estudadas nas matérias obrigatórias do currículo. Juntamente com os saberes adquiridos nas disciplinas obrigatórias, trabalhou-se com os códigos corretores de erros tanto em nível acadêmico quanto em nível mais básico para divulgação nas escolas. Acerca dos alunos do ensino médio, almejou-se apresentar conteúdos matemáticos por meio de outras abordagens, as quais possibilitaram instigá-los e apresentar uma vivência diferente da matemática com seu cotidiano. Conseqüentemente, espera-se que os alunos tenham sido impactados positivamente por meio deste projeto, a fim de maior motivação nos estudos e, de forma geral, na sua formação cidadã.

PALAVRAS-CHAVE: Códigos. Erros. Ensino Médio.

ABSTRACT

This extension project sought to establish a relationship between high school and higher education content and applications in people's daily lives, through error-correcting codes. Thus, three videos were made for high school students in public schools in order to disseminate the study of error-correcting codes, and a digital material (usable as a teaching tool), to instigate them about the importance of basic mathematical content in everyday applications. Likewise, it sought to overcome the existing difficulties in the academic training of higher education students through additional training, by addressing some mathematical tools not commonly studied in the compulsory subjects of the curriculum. Along with the knowledge acquired in compulsory subjects, error-correcting codes were worked on both at an academic level and at a more basic level for dissemination in schools. Regarding high school students, the aim was to present mathematical content through other approaches, which made it possible to instigate them and present a different experience of mathematics with their daily lives. Consequently, it is expected that students have been positively impacted through this project, in order to be more motivated in their studies and, in general, in their citizenship education.

KEYWORDS: Codes. Errors. High School.



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios nos dias de hoje é educar, e existem vários fatores a serem ponderados no sistema educacional como, por exemplo, o distanciamento entre o ensino médio e o ensino superior, além das dificuldades apresentadas no ensino médio por desinteresse dos alunos ou pela falta de estrutura das escolas (humano ou material) e das limitações existentes nas universidades públicas. Estes fatores provocam um desânimo generalizado em todos os envolvidos no sistema educacional.

Além do mais, os alunos do ensino superior precisam conviver e partilhar os conhecimentos adquiridos com a comunidade externa, de forma direta ou indireta, para além das universidades, a partir do tripé ensino-pesquisa-extensão, e contribuir ativamente na melhoria e aprimoramento do ensino básico nas escolas públicas.

Os códigos corretores de erros estão presentes no cotidiano das pessoas e são utilizados para garantir que uma mensagem enviada seja recebida e lida por seu receptor da maneira que foi escrita. Essa área começou a ser desenvolvida na década de 40, quando os computadores ainda eram grandes, de difícil acesso e com performance inferior se comparada às máquinas mais atuais (MILIES, 2009).

Claude E. Shannon e Richard W. Hamming foram os precursores da Teoria da Informação. Ambos são responsáveis por trazer notoriedade à área que passou a ser cada vez mais estudada, gerando consideravelmente um maior desenvolvimento dos códigos corretores de erros, bem como da sua aplicação nas comunicações e segurança da informação.

Em geral as pessoas não sabem ou não notam a presença dos códigos corretores de erros no seu dia-a-dia, por exemplo, em um momento de lazer, ao assistirem televisão ou em uma reunião *online*. Mas, os códigos estão presentes neste e em tantos outros casos. Sempre que se busca integridade na transmissão e armazenamento de dados, os códigos corretores de erros serão usados (DOMINGOS, 2017).

Dentre as mais diversas situações, pode-se salientar as missões espaciais, como da espaçonave *Voyager* para a transmissão de imagens coloridas de Júpiter e Saturno. Porém há também exemplos mais próximos do cotidiano das pessoas, como por exemplo a utilização de tais códigos em dispositivos de armazenamento, como *HD's*, *pen drives*, *SSD's*, *CD's*, *DVD's* entre outros, e a comunicação por meio da internet, rádio e até mesmo transações bancárias (MILIES, NICOLETTI, 2009, 2015).

Diante disso, o objetivo do presente projeto de extensão foi o estabelecimento de uma relação entre conteúdos do ensino médio, do ensino superior e aplicações no cotidiano das pessoas, mais especificamente por meio dos códigos corretores de erros. Para tanto, foram divulgados três vídeos para alunos do ensino médio de escolas públicas, a fim de difundir o estudo sobre os códigos corretores de erros, disponibilizar um material digital (que poderá ser utilizado posteriormente como ferramenta de ensino) e instigar esses alunos da importância de conteúdos matemáticos básicos nas aplicações cotidianas. Como consequência, decorreu uma ligação entre os dois níveis de ensino e o cotidiano que os cerca.

Em outras palavras, a motivação principal para o desenvolvimento deste projeto foi tentar atrair a atenção dos alunos do ensino médio para os conteúdos matemáticos que eles aprendem. Com base nisso, desenvolveu-se um material sobre os códigos corretores de erros e a sua utilização no seu cotidiano, com objetivo de fazer os alunos visualizarem a importância da matemática e quebrar a distância imposta entre os conteúdos abordados no ensino médio e nível superior.

No material disponibilizado aos alunos, apresentam-se os conteúdos abordados no ensino superior que podem ser associados aos conteúdos ensinados no ensino médio. Esta associação se dá por meio da



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

utilização de ferramentas matemáticas que os alunos de ensino médio têm capacidade de manusear. Desta forma, conseguiu-se exibir aos alunos ferramentas como multiplicação de matrizes e matrizes inversas, por exemplo, as quais têm sua importância na busca por soluções para problemas de seu cotidiano.

Esse projeto também pretendeu superar as dificuldades existentes na formação acadêmica dos alunos do ensino superior por meio de uma formação complementar, ao abordar algumas ferramentas matemáticas comumente não estudadas nas matérias obrigatórias do currículo. E, então, diante destes saberes conjuntamente com aqueles adquiridos nas disciplinas obrigatórias, ou seja, ensino e pesquisa, entender os códigos corretores de erros tanto em nível de pesquisa do ensino superior quanto o abranger em um nível mais básico a fim de divulgá-lo a comunidade externa, a saber, a extensão.

Em relação aos alunos do ensino médio, ambicionou-se exibir conteúdos matemáticos por meio de outras abordagens, as quais possibilitem instigá-los e apresentar uma vivência diferente da matemática com o seu cotidiano. Como consequência, almejou-se que tal apresentação impactasse positivamente os alunos a fim de maior motivação nos estudos e, de forma geral, na sua formação cidadã.

Além das importâncias já destacadas no âmbito científico e tecnológico, os códigos corretores de erros possibilitam enxergar aplicações práticas da Álgebra Linear no ensino superior, além de aplicações da Álgebra Básica estudada no Ensino Médio (NICOLETTI, 2015).

Por fim, deseja-se que todos os envolvidos direta ou indiretamente sejam impactados por meio da experiência vivenciada nas diferentes abordagens (ensino-pesquisa-extensão), assim como as suas vantagens, impactos e limitações em cada uma delas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Com a intenção de alcançar os objetivos desse projeto, as seguintes metas foram estabelecidas:

- a) estudar os elementos básicos da Álgebra e da Álgebra Linear, necessários ao estudo da Teoria da Informação;
- b) compreender os elementos que formam um sistema de comunicação e suas relações;
- c) entender os códigos corretores de erros, mais especificamente os códigos de Hamming e os códigos de Blocos Lineares gerais;
- d) estudar e planejar atividades com aplicações imediatas, tornando-as mais acessíveis ao desenvolvimento da sociedade;
- f) gravar e disponibilizar os vídeos para alunos que estejam cursando o ensino médio em escolas públicas, a fim de difundir tal estudo, disponibilizar um material digital que poderá ser utilizado posteriormente como ferramenta de ensino e instigar tais alunos da importância de conteúdos matemáticos básicos nas aplicações cotidianas.

Além disso, a fim de atingir o objetivo citado, foi adotada a seguinte metodologia:

- i) Realização de estudos individuais e grupos de estudo, com o intuito de fortalecer as bases necessárias para um bom entendimento dos conceitos envolvidos na teoria da informação e dos conceitos matemáticos necessários e os principais códigos corretores de erros;



ii) Elaboração de atividades e discussões sobre as dificuldades, as vantagens e possíveis alterações para tornar tais atividades mais atraentes para alunos de ensino médio;

iii) gravação de vídeos e confecção de material complementar a serem disponibilizados aos alunos, a fim de fomentar discussões acerca de seu aperfeiçoamento e integração de suas aplicabilidades às mais diversas áreas do conhecimento.

Inicialmente, para que se pudesse construir uma base sólida, foram revisados alguns conteúdos, por exemplo, a Teoria dos Conjuntos e alguns conteúdos da Álgebra Linear. Neste último, focou-se nos tópicos sobre vetores, matrizes e sistemas lineares.

Os conteúdos comentados acima são utilizados no estudo dos códigos corretores de erros. Além disso, estes conteúdos, de forma mais elementar, também compõem os conteúdos comuns do currículo do ensino médio, ou seja, são estudados pelos alunos no ensino médio. Consequentemente, o estudo destes tópicos se torna relevante, pois propiciam realizar a conexão entre alguns conteúdos de matemática básica com os códigos corretores de erros.

Em seguida, após revisar as bases, o estudo passou a abordar a Teoria da Informação, outra área basilar para o entendimento dos códigos corretores de erros. De forma simplificada, um sistema de comunicação é composto por: i) uma fonte de informação, que será a produtora da mensagem; ii) um transmissor, que possibilita o envio e a codificação da mensagem; iii) um canal, que é o meio pelo qual a informação é enviada; iv) a mensagem, que é a informação; v) um receptor, que será o responsável por reconstruir a mensagem recebida, ou seja, decodificá-la; e vi) o destino da mensagem.

Ao enviar uma mensagem, espera-se que esta seja recebida e não contenha erros. Contudo, um problema que ocorre na comunicação é a existência de perturbações no canal de transmissão, conhecidas como ruídos. Esses são capazes de causar deformações na mensagem enviada, e então a mensagem recebida pelo receptor será diferente da mensagem enviada pelo emissor. Diante disso, os códigos corretores de erros pretendem fornecer uma maneira de reconhecer a existência dessas deformações e corrigi-las, garantindo que o receptor tenha exatamente a mensagem enviada pelo emissor.

Posteriormente, estudou-se a Teoria dos Códigos Corretores de Erros. Em especial, estudou-se o conceito de codificação, ou seja, o processo de converter um alfabeto-fonte em um alfabeto-código, em que alfabeto é um conjunto de dígitos (ANTON, 2012). Um exemplo típico de codificação é a Cifra de César, que consiste em deslocar para a esquerda ou direita as letras do alfabeto uma determinada quantidade de vezes, ou seja, substitui-se uma letra por outra, com deslocamento de algumas posições.

Em seguida, estudou-se o conceito de decodificação, que consiste em transformar uma mensagem recebida na mensagem original. Em outras palavras, o processo inverso da codificação.

Munidos destes conceitos, e recordando que um código linear é um subespaço vetorial formado pelas palavras-códigos, foi vista uma introdução aos códigos de blocos lineares e sua relação com os conceitos da Álgebra Linear, por exemplo, um código linear pode ser representado como a imagem de uma transformação linear, ou ainda como o núcleo de uma transformação linear. E mais ainda, como obter a matriz geradora de um código, e consequentemente a obtenção das palavras-códigos desse código. Em seguida, a matriz de verificação de paridade foi estudada. Essa última matriz permite verificar se a mensagem recebida é ou não uma palavra-código.

Em especial, estudou-se o código de Hamming, desenvolvido por Richard W. Hamming, muito utilizado na telecomunicação pois é seguro e eficiente tanto na detecção quanto na correção de erros. Esses códigos foram abordados sob o enfoque matricial. E mais, isso se encaixa perfeitamente com o objetivo desse



projeto, uma vez que se destaca a relação direta entre a matriz geradora e a matriz de verificação de paridade deste código.

Dotado destes conhecimentos, iniciou-se a pesquisa por aplicações já estabelecidas e a busca para desenvolver algumas aplicações que empreguem os códigos corretores de erros, a fim de estabelecer de uma relação entre conteúdos do ensino médio, do ensino superior e aplicações no cotidiano das pessoas, por meio dos códigos corretores de erros, bem como a melhor forma de apresentá-las ao público alvo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As metas estabelecidas acima foram alcançadas. E a partir disso, o conteúdo foi modularizado em três vídeos conjuntamente com materiais textuais elaborados para cada um deles.

Detalhando um pouco mais, o primeiro vídeo teve o objetivo de apresentar uma breve introdução à Teoria da Informação, a codificação e decodificação, a Teoria dos Códigos Corretores de Erros e alguns exemplos históricos de sua utilização. Desse modo, possibilitou-se um primeiro contato dos alunos de ensino médio com essa temática. Além disso, o material complementar disponibilizado permitiu apresentar o conteúdo de maneira um pouco mais formal e aprofundada do que no vídeo. O vídeo se encontra disponível em https://www.youtube.com/watch?v=IC7WK-pm7Nc&list=PL-nl1x0_7qMDUy7bINWs4naQJMTv76R8U, e o material complementar em <https://drive.google.com/file/d/1xbQN8B3BEAIVY6x6RtkkLOWLyaJu-A2V/view?usp=sharing>.

No segundo vídeo, o objetivo foi apresentar alguns exemplos da utilização dos códigos corretores de erros no dia a dia das pessoas. Em especial, buscaram-se exemplos que ocorrem no cotidiano dos alunos. Dentre eles, incluem-se: a Criptografia Ponta a Ponta do aplicativo mensageiro *WhatsApp* (WHATSAPP, 2020); os códigos de barras (MILIES, 2006); QR Code (AGUIAR, 2017), entre outros. O vídeo está disponível por meio do link <https://www.youtube.com/watch?v=wdybNljoLQ> e o material complementar é encontrado no link https://drive.google.com/file/d/1Ym4O3E_P2tYR4Lh7OzA6AbAqaPrRSmX/view?usp=sharing.

Por fim, no terceiro vídeo, o objetivo foi apresentar um exemplo sobre criptografia de uma mensagem, mas que proporcionou um bom entendimento sobre o processo até aqui estudado. Em especial, foi possível ver na prática o processo de codificação e decodificação, bem como ressaltar a abordagem matricial necessária no desenvolvimento desse exemplo. O vídeo pode ser acessado por meio do link <https://www.youtube.com/watch?v=dcuMiDHsAZI> e o material de apoio, no qual todos os passos do desenvolvimento do exemplo foram detalhados, pode ser encontrado no link <https://drive.google.com/file/d/1wb7d4KzXSj3XU8dZl6OmxopQGyc8nO9T/view?usp=sharing>.

Então, com a divulgação dos vídeos e materiais em escolas públicas para alunos que cursam o ensino médio, almejou-se contribuir para uma educação de qualidade em todos os níveis. Mais especificamente, possibilitar que os alunos do ensino médio vislumbrem a importância e indissociabilidade dos conceitos matemáticos em nível médio, superior e aplicações no cotidiano, em especial a Teoria dos Códigos Corretores de Erros, para uma maior motivação nos estudos e para contribuir na sua formação cidadã de forma geral.

Diante do exposto, os resultados alcançados em nível acadêmico consistiram na compreensão de algumas ferramentas matemáticas, tais como da álgebra e da álgebra linear, e dos elementos que compõem um sistema de comunicação, ou seja, assimilar a Teoria da Informação. Logo, diante destes saberes, pretendeu entender a teoria dos códigos tanto em nível de pesquisa acadêmica quanto o abranger em um



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

XI Seminário de Extensão e Inovação
XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica
08 a 12 de Novembro - Guarapuava/PR



nível mais básico a fim de divulgá-lo à comunidade externa, por exemplo, apresentando tais resultados em escolas.

Destaca-se que, inicialmente, o planejamento do projeto previa a realização de apresentações (seminários e/ou aplicações de atividades) para alunos de ensino médio de uma ou duas escolas públicas em Campo Mourão. Contudo, devido à Pandemia pelo Coronavírus iniciada em 2020 e, conseqüentemente ao fechamento das escolas, foi necessário adaptar o projeto. Diante disso, uma solução encontrada foi a gravação de vídeos e disponibilizá-los na plataforma do YouTube (serviço de compartilhamento de vídeos), além da disponibilização dos materiais necessários no Google Drive (serviço de armazenamento e sincronização de arquivos).

Desta forma, conseguiu-se atingir um público maior, propagando mais conhecimento sobre a utilização dos conteúdos abordados no ensino médio em ferramentas da teoria dos grafos, além de diversas possibilidades de aplicações reais. Ao final da produção de todos os vídeos, entramos em contato com algumas escolas de diversas cidades, oferecendo todo o material para que elas apresentassem para seus alunos.

CONCLUSÃO

A partir da divulgação dos vídeos e materiais em escolas públicas para alunos que estejam cursando o ensino médio, almejou-se contribuir para uma educação de qualidade em todos os níveis, mais especificamente, possibilitar que os alunos do ensino médio vislumbrem a importância e indissociabilidade dos conceitos matemáticos em nível médio, superior e aplicações no cotidiano, em especial assimilar a Teoria da Informação e a Teoria dos Códigos Corretores de Erros. Conseqüentemente, buscou uma maior motivação nos estudos, e contribuir para sua formação cidadã de forma geral. Vale destacar que o objetivo não foi exaurir toda a Teoria dos Códigos, mas sim utilizá-la de maneira que os alunos possam compreender a sua utilização e o seu desenvolvimento a partir de conceitos e conteúdos que eles aprendem na escola.

Os resultados obtidos em nível acadêmico consistiram na compreensão de algumas ferramentas matemáticas, tais como da álgebra e da álgebra linear, e dos elementos que compõem um sistema de comunicação e a Teoria dos Códigos Lineares. Diante destes saberes, pretendeu entender a Teoria dos Códigos Corretores de Erros tanto em nível de pesquisa acadêmica quanto o abranger em um nível mais básico a fim de divulgá-lo à comunidade externa.

Desta forma, o presente projeto de extensão alcançou o objetivo, a saber, o estabelecimento de uma relação entre conteúdos do ensino médio, do ensino superior e aplicações no cotidiano das pessoas, por meio dos códigos lineares, decorre uma ligação entre os dois níveis de ensino e o cotidiano que os cerca.

Por fim, com a publicação dos assuntos na plataforma de compartilhamentos de vídeos do YouTube, conseguiu-se propagar as informações de maneira simplificada. Sendo assim, todos os alunos têm a possibilidade de rever os conteúdos em qualquer momento caso necessitem. Portanto, é válido afirmar que as metas do projeto foram atingidas, mesmo com o atual cenário pandêmico em que se vive atualmente.

AGRADECIMENTOS

Ao Colégio Estadual de Paranaíba e ao Instituto Federal do Paraná, campus avançado Goioerê pela parceria na divulgação desse projeto junto aos seus alunos.



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Hugo Souza Duca. **Transferência de arquivos através de captura de imagem utilizando QR Code.** UFRJ, 2017.

ANTON, Chris Rorres Howard. **Álgebra Linear com Aplicações.** Bookman, 2012.

DOMINGOS, João Vitor Medeiros. **Aplicações da Álgebra Linear aos Códigos Corretores de Erros.** UFF, p.66, 2017.

LIN, Shu; COSTELLO, Daniel Joseph. **Error Control Coding: Fundamentals and Applications.** Prentice Hall Professional Technical Reference, 1994.

MILIES, César Polcino. **A matemática dos códigos de barras.** São Paulo, 2006. Disponível em: <https://www.ime.ufg.br/bienal/2006/mini/polcino.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2021.

MILIES, César Polcino. **Breve Introdução à Teoria dos Códigos Corretores de Erros.** Colóquio de Matemática, p. 36, 2009.

NICOLETTI, Everton Rodrigo. **Aplicações da Álgebra Linear aos Códigos Corretores de Erros e ao Ensino Médio.** Unesp. São Paulo, 2015.

WHATSAPP. **Sobre a criptografia de ponta a ponta.** Central de Ajuda, 2020. Disponível em: https://faq.whatsapp.com/general/security-and-privacy/end-to-end-encryption/?lang=pt_br. Acesso em: 30 ago. 2021.