RECH- Revista Ensino de Ciências e Humanidades – Cidadania, Diversidade e Bem Estar. ISSN 2594-8806

Vol. 9, Número 2, jul-dez, 2024, p. 170-189.

Sequência Didática para o Ensino de Função Afim com Auxílio da Linguagem Python na Disciplina de Pré-Cálculo

Didactic Sequence for Teaching of Affine Function with the Help of Python Language in Pre-Calculus Discipline

Antonio Joel Ramiro de Castro
Wladimir Araujo Tavares
Alessandra Alexandrino Aquino
Otávio Floriano Paulino

RESUMO

O conhecimento de funções é fundamental para a compreensão de fenômenos e diversas situações do cotidiano. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo investigar uma sequência didática utilizando a linguagem de programação Python para o ensino de função afim, que foi desenvolvida para a disciplina de Pré-Cálculo nos cursos da área de tecnologias, em que os participantes são discentes ingressantes. Inicialmente, foi realizada uma sondagem dos conhecimentos prévios acerca dos conceitos básicos fundamentais para o entendimento de funções, em que se verificaram equívocos quanto aos gráficos e outros conceitos. Os módulos da sequência didática incluíram o Python com exemplos em que os discentes poderiam alterar os parâmetros e observar o comportamento da função. As respostas dos estudantes após a participação na sequência didática mostraram enriquecimento e aprofundamento do conhecimento, bem como permitiram perceber que os alunos se sentiram estimulados ao estudo das funções quando experimentaram a aplicação do conceito em uma linguagem de programação e, dessa forma, tiveram uma aprendizagem efetiva.

Palavras-chave: Linguagem de programação; Pré-Cálculo; Gráfico.

ABSTRACT

The knowledge of functions is fundamental for the understanding of phenomena and different situations of everyday life. In this sense, this work has the objective of investigating a didactic sequence using the Python programming language for the teaching of affine function, what it was developed for the Pre-Calculus discipline in courses in the area of Technologies, in which the participants are incoming students. Initially, a survey of previous knowledge about the fundamental basic concepts for the understanding of functions was carried out, in which misunderstandings regarding graphs and other concepts were verified. The didactic sequence modules included Python with examples where students could change parameters and observe the behavior of the function. The responses of the student after participating in the didactic sequence show enrichment and deepening of knowledge, as well as allowing us to perceive that students feel stimulated to study functions when they experience the application of the concept in a programming language and thus have an effective pairing.

Keywords: Programming language; Precalculus; Graphic.

RECH- Revista Ensino de Ciências e Humanidades – Cidadania, Diversidade e Bem Estar. **ISSN 2594-8806**

INTRODUÇÃO

A matemática está presente em diversos ramos do conhecimento de forma que o seu estudo auxilia na compreensão de fenômenos, favorece o entendimento e a resolução de problemas, bem como proporciona melhor observação de situações que envolvam a modelagem. Segundo Feitosa *et al.* (2020), a matemática está em fatos cotidianos e nos fenômenos da natureza que podem se apresentar em padrões cuja busca instigou o interesse pelos números.

Os padrões de determinada situação podem ser verificados e modelados através de funções que desempenham um papel fundamental na compreensão dos fenômenos e de outros conceitos dentro da matemática. Cardozo e Possamai (2019), ao discutirem o ensino de função exponencial em uma perspectiva de ensino por compreensão, afirmaram que as funções se destacam pela necessidade de relacionar diferentes tipos de grandezas.

Para Ninow e Kaiber (2019), o estudo de funções é crucial na resolução de diversas situações-problema e, quanto ao seu ensino e à sua aprendizagem, deve-se considerar a elaboração de instrumentos que enriqueçam aspectos relacionados ao conhecimento dessa temática. Esses autores apresentaram uma análise de um conjunto de atividades envolvendo função afim e concluíram que o uso de diferentes recursos e atividades oportunizaram o aprofundamento de conhecimentos e a superação de dificuldades.

Quanto aos recursos e às estratégias a serem utilizados no processo de ensino e aprendizagem de um conceito, Lavor e Oliveira (2022a) indicaram que devem ser adequados ao público e ao conteúdo e que uma abordagem metodológica diferente da tradicional pode viabilizar aulas interativas e estimuladoras.

Então, ao discutir um conceito, pode-se adequar o recurso didático a uma estrutura de aula que favoreça o estímulo, a motivação e a interação, considerando o ambiente em que o público está envolvido. Segundo Guedes (2021), as atividades contemporâneas contam com a presença das tecnologias, de forma que há reflexos na comunicação, caracterizando a cultura digital na qual as pessoas estão inseridas.

De acordo com Molinari, Santos e Retslaff (2019), a tecnologia é um dos recursos disponíveis para ensinar e aprender matemática que facilita a apresentação do conteúdo e desperta o desejo de conhecimento. Esses autores investigaram o ensino de funções quadráticas no ensino fundamental através do GeoGebra e concluíram que o *software* foi uma ferramenta fundamental no entendimento dos conteúdos.

No caso de estudantes dos cursos da área de tecnologias, estes podem agregar saberes a partir de diálogos auxiliados por simulações, *softwares*, jogos ou linguagem de programação, entre outros. Tendo em vista a disciplina de Pré-Cálculo nesses cursos, propõe-se estruturar uma sequência didática no ensino de função afim, em que a linguagem de programação Python é empregada como recurso didático.

Para Huang *et al.* (2021), Python é uma das linguagens de programação mais populares e utilizadas, sendo adotada em diversas áreas, como computação científica, análise de dados e educação. Blank e Deb (2020) apontaram que Python se tornou a linguagem preferida para projetos de pesquisa e de indústria, sendo de alto nível no que diz respeito à legibilidade do código.

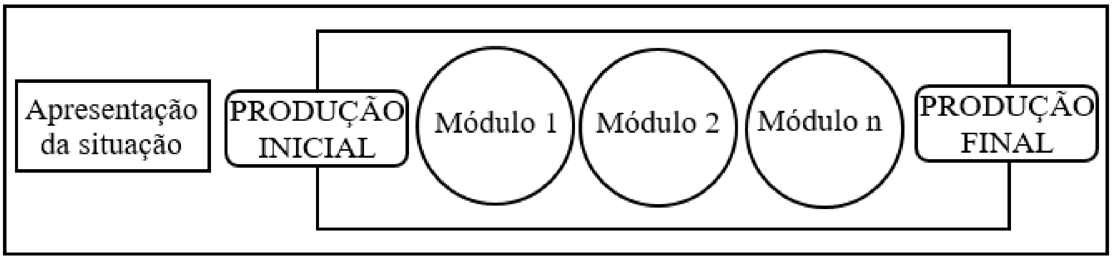
No cenário educacional, o Python foi utilizado por Galvão *et al.* (2022) na construção de simuladores para o ensino de Física, buscando inserir docentes e discentes no contexto da programação e apresentar o recurso como ferramenta potencializadora no processo de ensino e aprendizagem. Os autores apresentaram algumas simulações para o ensino de mecânica e explicaram que, por meio destas, o professor pode adotar metodologias em que os alunos tenham contato mais próximo com a tecnologia.

Diante do exposto, pode-se questionar quais são as contribuições da linguagem de programação Python para a aprendizagem de função na disciplina de Pré-Cálculo. Considerando que o Python pode ser inserido como recurso pedagógico, esta pesquisa buscou responder a esse questionamento através da sequência didática. Então, busca-se investigar o uso dessa linguagem para o ensino de função afim na turma de Pré-Cálculo de cursos de Engenharia da Computação, Ciência da Computação e Sistemas de Informação de uma universidade do estado do Ceará, no câmpus de Quixadá, onde as aulas foram estruturadas em uma sequência didática que tem discussão na seção seguinte.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As sequências didáticas oportunizam a realização de atividades organizadas em módulos com base no conhecimento prévio dos discentes e coloca-os como agentes ativos e reflexivos de sua aprendizagem. Conforme Ramos, Moura e Lavor (2020), essa metodologia envolve atividades que são propulsoras na relação entre ensino e aprendizagem. A estrutura de uma sequência didática pode ser vista na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura de uma sequência didática



Fonte: Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 97)

Na apresentação da situação, podem ser discutidos o contexto, as motivações e o detalhamento das atividades a serem realizadas, enquanto a produção inicial analisa os conhecimentos prévios. Os módulos correspondem às fases da sequência didática para a construção do conhecimento e terão a quantidade definida a partir dos recursos e das estratégias planejadas. A produção final dos discentes explicita os conhecimentos mobilizados e construídos, e estes são analisados em comparação com os saberes iniciais.

Para Maduro e Rodrigues (2021, p. 4), “as sequências didáticas englobam um conjunto de atividades pedagógicas distintas, elaboradas com base nos interesses do aluno, visando à estimulação do pensamento intuitivo e criativo”. Esses autores afirmaram ainda que existe uma ordem e estrutura estabelecida para alcançar os objetivos, bem como relataram a necessidade de o docente ter como ponto de partida ações que buscam os interesses discentes.

Segundo Lavor e Oliveira (2022b), essa metodologia pode ser vista como caminho que estrutura módulos de ensino a partir da verificação dos conhecimentos prévios e chama a atenção para a reflexão e o uso desses métodos preestabelecidos. Esses autores discutiram as grandezas proporcionais na formação inicial docente e constataram que os novos conhecimentos foram agregados aos prévios.

Moraes e Santos (2021) declararam que a sequência didática versa sobre um método em que o planejamento é estruturado e realizado visando aos objetivos traçados, havendo vinculação entre os conhecimentos cotidianos e o conhecimento científico. Esses autores utilizaram essa metodologia para o ensino de ácidos e bases, concluindo que os estudantes tiveram apropriação da linguagem científica no que diz respeito aos conteúdos trabalhados.

No ensino de juros compostos utilizando GeoGebra, Oliveira e Lavor (2022) asseveraram que o uso das sequências didáticas pode tornar as aulas dinâmicas, além de possibilitar a aproximação entre os educadores, os educandos e as novas tecnologias.

Compreendendo que as sequências didáticas possuem a estrutura que prevê a construção do conhecimento agregada aos saberes prévios ao passo que aproxima o público de situações vivenciais, a seção seguinte mostra os passos e módulos executados no ensino de função afim utilizando a linguagem de programação Python considerando essa metodologia.

METODOLOGIA

A intervenção relatada está relacionada à disciplina de Pré-Cálculo, ministrada no primeiro semestre nos cursos de Engenharia da Computação, Ciência da Computação e Sistemas de Informação de uma universidade do estado do Ceará, no câmpus de Quixadá. Sessenta e dois estudantes participaram da sequência didática, em que o objetivo da disciplina foi contribuir com conceitos fundamentais sobre funções contínuas para as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, assim como outros componentes curriculares que têm esse conhecimento como pré-requisito.

Em geral, os discentes dos cursos da área de tecnologias também estão matriculados em uma disciplina de Fundamentos de Programação, em que se tem o primeiro contato com uma linguagem e lógica de programação. Então, buscando aulas com perspectiva interdisciplinar e prevendo a aplicação de um conceito na aprendizagem de outro, propõe-se uma sequência didática de função afim utilizando o Python.

A sequência didática segue a estrutura apresentada na seção anterior, de forma que, na apresentação da situação, foram mostrados a ementa da disciplina e fatos cotidianos que estão relacionados ao conhecimento de função afim. Ainda nesse primeiro encontro, aconteceu a produção inicial que consistiu num pré-teste com quinze questões abordando os conceitos e definições de funções, com vistas a identificar os saberes que os discentes traziam do ensino básico.

Quanto aos módulos, o primeiro correspondeu à disponibilização dos recursos em Python e o segundo tratou da discussão sobre função afim a partir de elementos abordados na linguagem de programação. A produção final foi uma lista de exercícios contemplando questões relativas ao conteúdo trabalhado, para que fossem identificados os conhecimentos adquiridos e comparados com aqueles identificados em atividade inicial. O Quadro 1 resume as fases da sequência didática.

Quadro 1 – Fases da sequência didática

Encontro	**Atividade**	**Tempo**
Primeiro encontro	Apresentação da situação	20 minutos
	Pré-teste	50 minutos
	Módulo 1: Recursos de Python	Disponibilizado por 7 dias
Segundo encontro	Módulo 2: Função afim	100 minutos
Terceiro encontro	Pós-teste	50 minutos

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Toda a sequência didática teve três encontros com intervalos de sete dias destinados ao acesso e uso do Python após análise *a priori*, bem como a fixação de conteúdos através de exercícios depois da discussão sobre função afim. O módulo 1, destinado à apresentação de recursos de Python, possibilitou que os discentes tivessem acesso à linguagem de programação utilizada para aprendizagem em Matemática. O módulo 2 possibilitou o contato direto com o conteúdo de função afim. Nele, essa função foi conceituada e foram dados exemplos sobre o comportamento algébrico e geométrico.

RESULTADOS

Na apresentação da sequência, foram destacadas situações do cotidiano, como o comércio, que tem a função afim de forma contextualizada, assim como foram apresentadas a ementa da disciplina e a lista de atividades que dispõe a sequência didática planejada.

Avaliação diagnóstica

Com o objetivo de estimar os conhecimentos matemáticos prévios dos alunos para o ensino de Pré-Cálculo, foi elaborada uma atividade diagnóstica realizada pelos estudantes antes que os conteúdos programáticos fossem discutidos. O foco da atividade consistiu nos conceitos fundamentais de funções, como par ordenado, produto cartesiano, imagem e contradomínio, função identidade, função do primeiro grau, funções especiais e aplicações de funções no cotidiano.

Sessenta e dois alunos realizaram a atividade, que continha quinze perguntas elaboradas com a finalidade de determinar os conhecimentos prévios sobre função do primeiro grau. Na primeira questão, 81% dos estudantes indicaram que conheciam a definição de par ordenado e, na segunda, 79% apontaram a diferença entre abscissa e ordenada.

Ao serem questionados sobre a representação geométrica de um par ordenado, na terceira questão, 61% dos discentes responderam ponto; 13%, conjunto; 13%, plano; 8%, reta; e 5% não informaram resposta, enquanto, na quarta questão, que abordou produto cartesiano, apenas 45% dos discentes mostraram saber definir. Então, pôde-se ver que algumas respostas indicaram equívocos na distinção entre os conceitos de par ordenado e de produto cartesiano, evidenciando que os conhecimentos preliminares ao cálculo precisavam ser trabalhados por meio de diálogo.

A quinta pergunta tratou do produto cartesiano entre dois conjuntos quaisquer (A e B), em que era possível escolher mais de uma resposta, visto que havia mais de uma assertiva correta, de modo que foi verificado que apenas dez discentes assinalaram as duas respostas correspondentes ao conjunto de pares ordenados formados pela associação dos elementos de A com os elementos de B, podendo ser escrito na forma AxB = {(x,y); x pertence a A, y pertence a B}.

A sexta pergunta buscou compreender o número de elementos do conjunto formado pelo produto cartesiano entre dois conjuntos A (n elementos) e B (p elementos), em que foram observados equívocos por parte de 48% dos discentes. Quanto ao gráfico de uma função, a sétima pergunta questionou a sua definição, e as respostas foram relacionadas às seguintes afirmações: “conjunto de pares ordenados”, “forma de representar os valores resultantes do cálculo”, “representação gráfica dos possíveis valores dessa função”, “imagem de uma função”, “representação da função feita das coordenadas x e y = f(x)”, “forma desenhada da função para facilitar o entendimento que essa função possui através de uma imagem”, “uma reta crescente ou decrescente”.

Essas respostas mostraram como os estudantes visualizavam ou imaginavam o gráfico de uma função. Alguns conseguiram identificar domínio e imagem de uma função, outros identificaram como o traço que liga os conjuntos de pontos chamado par ordenado. No entanto, alguns compreenderam o gráfico como sendo uma reta ou simplesmente como forma de expressar o cálculo, o que revelou que o conhecimento precisava ser expandido trazendo novos significados.

A oitava pergunta se referiu à maneira de construir o gráfico de uma função, e as respostas estiveram ligadas a: "tabela separando os valores", "atribuindo valores e construindo o gráfico", "observando o X e Y da função e vendo qual o tipo", "colocam-se dois valores na função, depois cada um é representado em um plano cartesiano e por fim uma reta é traçada passando pelos dois pontos".

Ao analisar as respostas, verificou-se que muitos discentes não responderam e ainda apresentavam a concepção de gráfico de uma função de primeiro grau; contudo, alguns estudantes conseguiram descrever gráficos de função em um caráter geral.

As perguntas 9 e 10 buscaram conhecer a percepção dos estudantes sobre a definição de domínio, contradomínio e imagem; 43% disseram que conseguiam definir esses conceitos, mas apenas 26% distinguiam imagem de contradomínio.

Na pergunta 11, buscou-se uma resposta subjetiva para a relação entre dois conjuntos, e 55% das respostas ficaram em branco ou foram respondidas com "não sei", e, entre as informações apresentadas pelos demais, encontraram-se: "a relação entre dois conjuntos utilizando figuras do diagrama de Venn", "uma função", "significa a junção dos conjuntos gerando pares ordenados", "quando os conjuntos têm alguns elementos em comum".

Essas respostas revelaram que menos de 10% dos estudantes sabiam diferenciar conjuntos, relações e funções, aspectos em que ocorreu uma mistura de conceitos nas respostas, apontando que, nas aulas de função, é necessário inserir esses conceitos e diferenciá-los de forma conceitual, geométrica e contextualizada.

Na questão 12, foi perguntado aos discentes sobre a definição de função, em que era possível marcar mais de uma opção, dentre elas: "uma correspondência entre dois conjuntos", "uma transformação de grandezas", "uma relação entre dois conjuntos", "uma dependência, uma grandeza em função de outra", "formação de um conjunto de pares ordenados", "um subconjunto do produto cartesiano entre dois conjuntos", "associação dos pontos ao par ordenado". Foi visto que nenhum estudante marcou todas as opções, trinta e quatro marcaram apenas uma opção, dez escolheram duas opções e o restante optou por marcar três ou mais opções. A opção mais escolhida, com 47,5%, foi a que define função como "uma relação entre dois conjuntos". A partir da análise dessas respostas, foi possível identificar que os estudantes não conseguiram visualizar funções em outras áreas do conhecimento, tendo em vista a marcação de alternativas apenas relacionadas ao contexto matemático.

Em seguida, na questão 13, os estudantes foram indagados sobre o que seria uma função do primeiro grau, e as respostas estiveram ligadas a: "polinômio de primeira ordem", "função cuja representação seria uma reta e teria apenas o coeficiente angular e linear em sua composição", "dependência de um elemento em relação ao outro", "função na qual a variável tem apenas um valor", "função que tem apenas uma resposta (raiz)", "é quando se tem apenas uma variável", "y = ax + b, e o gráfico é representado por uma reta".

Novamente, as respostas mostram que ocorre uma mistura de conceitos na forma de definir essa função, principalmente sobre a diferença entre equação e função. Dessa forma, os conhecimentos prévios apresentados precisaram ser desestabilizados reconhecendo o potencial desses novos conceitos abstratos na resolução de problemas complexos do seu contexto social.

Na questão 14, questionou-se sobre a função identidade (f(x) = x), em que apenas 15% marcaram que se trata da identidade e, quanto ao papel das constantes a e b nas funções f(x) = x + b e f(x) = ax, apenas um estudante marcou que "b" tem o papel de translacionar o gráfico e só dez indicaram que "a" seria o coeficiente angular. Isso mostra que é necessário realizar uma abordagem sobre o tema mostrando o significado dos parâmetros presentes na definição da função.

A última pergunta (questão 15) da atividade diagnóstica foi sobre as aplicações de função de primeiro grau no cotidiano, em que 60% dos estudantes não responderam ou disseram que não conheciam. Dentre algumas respostas dos demais estudantes, podem-se destacar: "o cálculo do valor de uma corrida de táxi em função da quilometragem percorrida", "valor pago pela gasolina em função da quantidade de litros abastecidos", "distância percorrida em função do tempo com velocidade constante", "juros simples e velocidade em função do tempo com aceleração constante".

Módulos da sequência didática

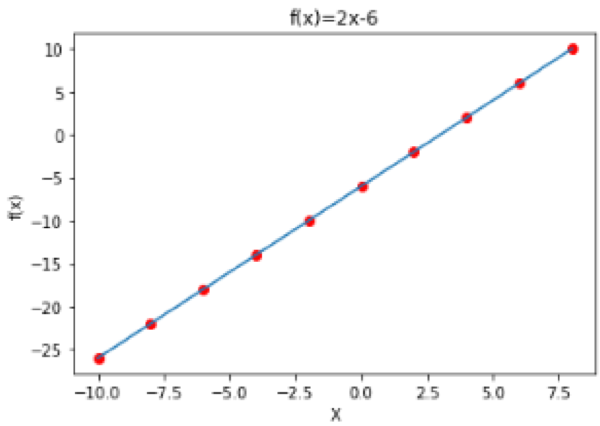
O módulo 1 compreendeu a disponibilização dos recursos em Python, em que os discentes poderiam fazer alterações e verificar o conceito de função afim, bem como acompanhar as variações do comportamento da função e seu gráfico a partir das mudanças inseridas. A Figura 2 mostra uma das atividades disponibilizadas.

Figura 2 – Exemplo de atividade no Python

```
[ ]  f = lambda x : 2*x - 6
     print(list(map(lambda x: 2*x - 6, range(-10,10,2))))
     x= list(range(-10,10,2))
     y= [-26, -22, -18, -14, -10, -6, -2, 2, 6, 10]
     print(x)

     plt.scatter(x,y, c="red")
     plt.plot(x,y)
     plt.xlabel("x")
     plt.ylabel("f(x)")
     plt.title("f(x)=2x-6")
     plt.show()
```

```
[-26, -22, -18, -14, -10, -6, -2, 2, 6, 10]
[-10, -8, -6, -4, -2, 0, 2, 4, 6, 8]
```



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

O material disponibilizado aos discentes contém um texto explicativo sobre o conteúdo proposto para abordagem acompanhado dos exemplos elaborados em Python, como esse da

Figura 2, que mostra a função f(x) = 2x - 6, em que o estudante poderia alterar os coeficientes e acompanhar as mudanças no gráfico.

Após a leitura do texto e prática com exemplos em Python, o segundo encontro tratou do módulo 2, dialogando sobre função afim, em que se dedicou aos esclarecimentos de dúvidas, aprofundamento do conhecimento e fixação de conceitos. Após o segundo encontro, os discentes realizaram atividades que abordam a temática e, no terceiro encontro, realizaram a avaliação *a posteriori* através de questões que têm os resultados apresentados a seguir.

Avaliação *a posteriori*

A avaliação *a posteriori* foi respondida por cinquenta e quatro estudantes. Nela se pôde perceber a ausência de oito participantes que estiveram presentes na avaliação inicial. As perguntas foram divididas em três etapas, a saber: definição de função, aplicação e percepção de estudar funções utilizando a linguagem de programação Python. Na primeira etapa, foram elaboradas sete questões que buscaram compreender como os estudantes entendiam par ordenado, produto cartesiano, relação entre dois conjuntos, função, domínio, contradomínio, imagem e interpretação geométrica das constantes “a” e “b” na função f(x) = ax + b.

Ao perguntar sobre a definição de par ordenado, todas as respostas foram relevantes considerando as discussões em sala; como exemplo, tem-se:

“Um par ordenado é o conjunto de 2 objetos matemáticos que dizem a posição de um ponto ‘p’ em um gráfico; sendo importante também as suas ordens”;

“É um par de elementos em que o primeiro representa o eixo das abscissas e o segundo, o eixo das ordenadas”;

“Um par ordenado consiste em dois elementos usados para determinar localizações de pontos no plano cartesiano”.

Ao perguntar sobre produto cartesiano, as respostas apresentaram características conceituais e visuais, como:

“É o conjunto de pares ordenados em que o primeiro termo pertence ao conjunto X e o segundo termo, ao conjunto Y”;

"Seria a representação de todos os pares ordenados formados pelo produto de um conjunto por outro (AxB), sendo que o primeiro elemento do par ordenado x pertence ao conjunto A e o segundo elemento do par ordenado y pertence ao conjunto B";

"O resultado da multiplicação de conjuntos juntando seus elementos e formando pares ordenados".

Foi pedido aos estudantes para escrever com suas palavras sobre a relação entre dois conjuntos, e quarenta e oito respostas ainda mostraram que esse conceito era de difícil compreensão, porém alguns alunos descreveram uma relação no caráter geral, mas de relação de dois conjuntos, a qual pode ser uma função.

Em continuidade, buscou-se compreender como os estudantes definiram função e houve cinquenta e duas respostas que estiveram associadas a: "um conjunto de pares ordenados", "uma relação da matemática entre duas variáveis", "uma associação dos elementos de conjuntos", "uma relação entre dois conjuntos", "uma relação de dependência, em que um número está em função de outro", "uma forma de realizar uma generalização ou descobrir um padrão matemático".

Esse conjunto de respostas é interessante, pois, dependendo da maneira que o conceito de funções foi abordado, podem-se gerar significados diferentes e, desse modo, expandir o conhecimento do discente.

Em sequência, foram verificados os conceitos de domínio, contradomínio e imagem, de forma que quarenta e nove respostas mostram que os estudantes, em sua maioria, conseguem distinguir conceitualmente esses termos. Como exemplo de resposta, tem-se:

"Imagem: representação gráfica dos pares ordenados. Domínio: os possíveis valores de X. Contradomínio: números de y relacionados com X. Função: dependência entre os dois conjuntos ou valores";

"O domínio é formado pelos valores que a variável pode assumir. Contradomínio é um conjunto de números relacionados ao domínio. Imagem é um subconjunto do contradomínio formado pelos elementos correspondentes de algum elemento do domínio";

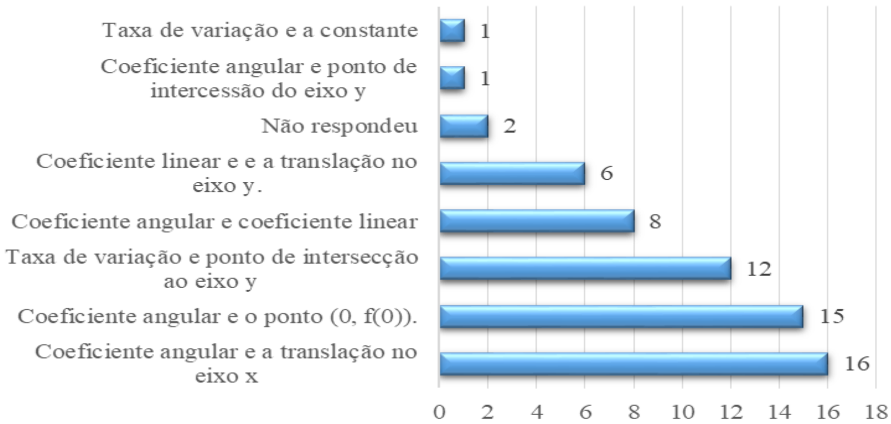
"O domínio são os elementos que determinam os resultados da função; contradomínio seriam os elementos que se relacionam com todos os outros elementos do domínio; o conjunto imagem seria a união de todos os elementos do contradomínio que foram ligados ao domínio";

RECH- Revista Ensino de Ciências e Humanidades – Cidadania, Diversidade e Bem Estar. ISSN 2594-8806

"Domínio são os elementos de A numa função de A x B, contradomínio são os elementos de B e imagem são os elementos de A que se relacionam com B".

O próximo passo foi entender se os estudantes conseguiam avaliar geometricamente as constantes "a" e "b" na função f(x) = ax + b; as respostas estão resumidas no gráfico da Figura 3.

Figura 3 – Gráfico de respostas sobre as constantes "a" e "b"

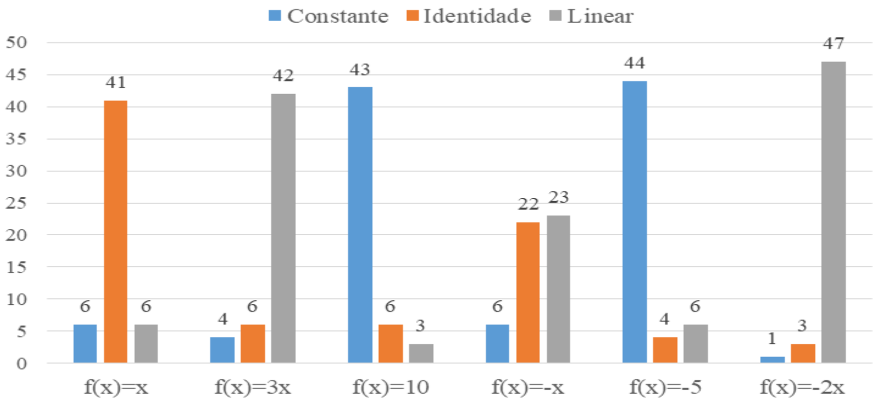


Fonte: Dados da pesquisa (2022)

A pergunta foi elaborada de tal forma que o estudante poderia marcar mais de uma opção e as assertivas tiveram 30% e 24%, enquanto 16% optaram por escrever a resposta e as escreveram corretamente, como coeficiente angular e linear. No entanto, 12% e 32% cometeram o equívoco de marcar coeficiente linear como significado para a constante "a" e translação no eixo x para a constante "b", respectivamente.

Para finalizar a primeira etapa, foi perguntado como os estudantes classificariam as seguintes funções: f(x) = x, f(x) = 3x, f(x) = 10, f(x) = -x, f(x) = -5 e f(x) = -2x. A pergunta foi elaborada em modelo ligação de colunas com opções: linear, constante e identidade. O gráfico da Figura 4 mostra um resumo de cinquenta e duas respostas.

Figura 4 – Classificação das funções



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

A porcentagem de acertos para as cinco funções foi maior que 80%, o que, comparando com a atividade *a priori*, mostra que ocorreu uma evolução significativa na aprendizagem quanto à classificação das funções. Uma observação a ser feita é que a função identidade também é uma função linear, mas não é a resposta esperada, visto ter sido apresentada a opção identidade como alternativa. Além disso, a função f(x) = -x é classificada como identidade em módulo, mas com sinal oposto; devido a isso, os alunos podem ter ficado em dúvida, justificando-se ter vinte e três marcações como linear e vinte e duas como identidade.

A segunda parte do questionário contém quatro perguntas com aplicações sobre o tema e uma questão sobre a dificuldade dos exercícios, que foram elaboradas de forma contextualizada, contendo diferentes conceitos de modo a conter análise de gráfico, tema no qual os estudantes apresentaram dificuldade, como mostrado na atividade *a priori*. As questões foram:

Determine m, de modo que f(x) = (4m + 16)x - 6 seja uma função constante;

Determine m, de modo que f(x) = (4m + 16)x - 6 seja uma função de 1° grau;

Determine o valor de m, de modo que a função f(x) = 5x + (m - 12) intercepte o eixo x no ponto de abscissa 2;

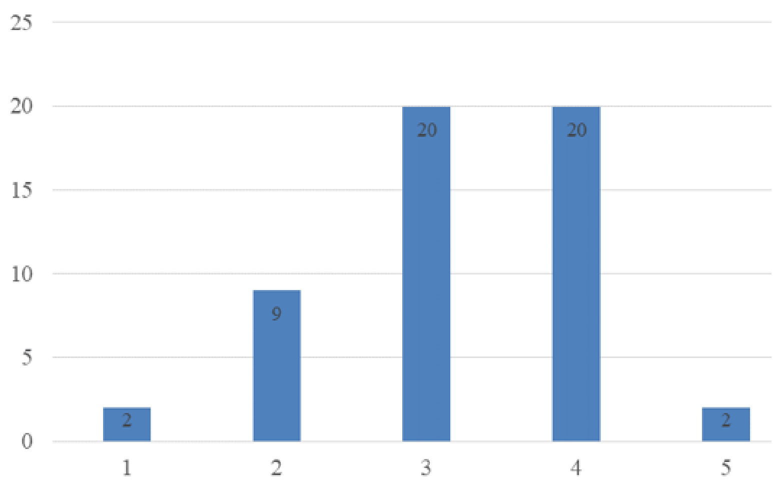
Determine o valor de m, de modo que o coeficiente angular da reta definida pela função f(x) = (m + 5)x - 8 seja igual a 10.

As respostas apresentaram um percentual de acertos de 79,6%, 78,8%, 59,6% e 76,9%, respectivamente, sendo um resultado expressivo em comparação aos conhecimentos prévios dos estudantes.

Para a pergunta contextualizada, foi apresentada a seguinte situação: "A receita R, em reais, obtida por uma empresa com a venda de q unidades de certo produto, é dada por R(q) = 115q, e o custo C, em reais, para produzir q unidades, satisfaz a equação C(q) = 90q + 760. Para que haja lucro, é necessário que a receita R seja maior que o custo C. Então, para que essa empresa tenha lucro, o número mínimo de unidades vendidas desse produto deverá ser igual a: a) 28, b) 29, c) 30 ou d) 31)". O percentual de acertos foi 84,3%, correspondendo a quarenta e três respostas na alternativa d) 31, o que mostrou que a maioria dos discentes conseguiu compreender e fornecer resolução diante de problemas contextualizados.

Em relação à percepção quanto ao grau de dificuldade, a partir de pergunta aos estudantes, o gráfico da Figura 5 apresenta as respostas em uma escala de 0 a 5.

Figura 5 – Percepção discente quanto ao grau de dificuldade



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Ao avaliar as respostas dos estudantes, apenas onze acharam que as questões tinham um nível muito fácil ou fácil, enquanto vinte indicaram que estavam de nível médio e vinte e dois acharam difícil ou muito difícil. Vale ressaltar que os estudantes acertaram boa parte das questões, mesmo as considerando de grau difícil ou muito difícil.

A próxima etapa foi composta para ocorrer a avaliação da aula ministrada utilizando a linguagem de programação Python. As perguntas sobre as atividades desenvolvidas ou de construção de gráfico empregando o Python mostraram recepção entre bom e excelente de 88,5% para as atividades e 92,3% para a construção de gráficos.

Alguns alunos deixaram como comentário mudar a linguagem de programação para C, pois era a mesma linguagem que aprenderam na disciplina de Fundamentos de Programação. A pergunta que questionava a opinião sobre a construção de gráficos utilizando a linguagem de programação, se esta facilitava a aprendizagem, trouxe resposta positiva de 88,7%.

Essas opiniões sobre visualização gráfica e aprendizagem corroboraram com Molinari, Santos e Retslaff (2019), que trataram a tecnologia como aliada do ensino de Matemática, bem como Ninow e Kaiber (2019), que abordaram o aprofundamento do conhecimento pela inserção de várias atividades e recursos.

Além disso, foi realizada uma pergunta como forma de planejamento futuro para a disciplina com a participação dos estudantes; foi observado que 88,6% gostariam de ter outras aulas usando a linguagem de programação como base para entender determinado assunto. Um percentual bastante expressivo, relacionado diretamente com um dos comentários dos estudantes sobre a interdisciplinaridade entre as disciplinas do curso.

Por fim, foi deixado um espaço onde os estudantes poderiam colocar críticas, sugestões ou comentários. Algumas observações realizadas pelos estudantes foram:

"Acho que esse método pode ajudar no aprendizado, como quem escolhe o curso gosta da área da programação, mas nem sempre quem escolhe gosta de matemática, então pode ser uma forma de atrair mais os alunos";

"Aula muito boa, me despertou mais vontade de participar e prestar atenção na aula. Metodologia excelente (apesar de ainda não usarmos Python). Proponho, se for do seu interesse, passar algumas atividades para resolvermos com códigos de programação";

"Ótima retórica, bom plano de aula utilizando linguagem de programação, essa ferramenta de interdisciplinaridade melhora tanto o entendimento como o interesse do aluno na disciplina";

"Muito bom ver as funções sendo aplicadas de modo mais didático e visível, não ficando apenas em números";

"Achei bem interessante o professor propor realizar a aula dessa maneira, pois é algo novo que tira aquela rotina de 3° ano do ensino médio e introduz uma visão mais voltada aos cursos de tecnologia, porém tem que ter cuidado, já que, no meu curso, só estudamos até agora a linguagem C e não entendemos muitos dos códigos de programação em Python, o que acaba trazendo algumas dúvidas sobre o assunto apresentado devido ao uso do programa, entretanto são dúvidas fúteis que o professor consegue tirar facilmente. Observação: essas questões são melhores de se fazer em relação às dos simulados de presença, e até mesmo as questões em si são melhores, não me senti incapaz de fazer como quando faço os simulados de presença, achei ótimo";

"Acredito que fica mais fácil entendermos função quando vemos ela sendo utilizada na prática".

Os comentários dos estudantes apresentaram, em geral, a dificuldade com a linguagem de programação escolhida, mas, ao mesmo tempo, abordaram que essa linguagem pode trazer benefícios para a visualização gráfica do comportamento da função.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho propôs a inserção de linguagem de programação para a visualização de gráficos no ensino de funções e mostrou-se eficaz para estimular o desenvolvimento do pensamento computacional e a aprendizagem de função afim. Na oportunidade, foram oferecidas ferramentas para a significação do conteúdo, possibilitando a construção do conhecimento sobre funções.

Todos os que participaram das atividades apresentaram avanços em seus conhecimentos e compreenderam como o Python pode estar associado às disciplinas de Pré-Cálculo, sendo que alguns alunos indicaram que seria interessante a linguagem de programação em C.

A proposta possibilitou uma análise que indica que os cursos de Matemática deveriam trazer metodologias semelhantes, numa abordagem computacional e de forma contextualizada, interdisciplinar e ligada até mesmo ao mercado de trabalho na área. Dessa forma, é necessário que projetos semelhantes, que permeiam as diferentes áreas do saber e outras metodologias, sejam desenvolvidos.

A proposta de ensino não descarta a possibilidade de aplicação no ensino médio, porém deve ocorrer treinamento de professores para a utilização dessas tecnologias, em que o aluno tem a liberdade de construir modelos, criar e testar seus conhecimentos.

REFERÊNCIAS

BLANK, Julian; DEB, Kalyanmoy. Pymoo: Multi-Objective Optimization in Python. **IEEE Access**, v. 8, p. 89497-89509. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/9078759. Acesso em: 1º fev. 2024.

CARDOZO, D.; POSSAMAI, J. P. The dimensions of making sense: the understanding of exponential functions from an investigative activity. **Acta Scientiae**, v. 21, n. 4, p. 2-19, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v21iss4id4565. Acesso em: 1º jul. 2022.

DOLZ, J., NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. *In*: SCHNEUWLY, B; DOLZ, J. **Gêneros orais e escritos na escola**. Tradução de Roxane Rojo e Glaís Sales Cordeiro. Campinas: Mercado das Letras, 2004. p. 95-128.

FEITOSA, M. C.; AQUINO, A. A.; SOUSA, B. F.; LAVOR, O. P. O uso do GeoGebra como ferramenta auxiliar no ensino de funções inversas e logarítmicas. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, v. 6, n. 2, e2003, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.35819/remat2020v6i2id3952. Acesso em: 1º jul. 2022.

GALVÃO, L. Q.; ROSA, S. E.; SANTANA, W. S.; CRUZ, C. S. O uso do python na construção de simuladores computacionais: proposições e potencialidades para o ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 39, n. 1, p. 204-237, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.5007/2175-7941.2022.e82206. Acesso em: 30 jun. 2022.

GUEDES, R. Tecnologia e Educação: implicações da era digital sobre a prática docente. **Educação Sem Distância - Revista Eletrônica da Faculdade Unyleya**, v. 1, n. 3, p. 1-14, 2021. Disponível em: https://educacaosemdistancia.emnuvens.com.br/esd/article/view/74. Acesso em: 2 jul. 2022.

HUANG, S.; WU, K.; JEONG, H.; WANG, C.; CHEN, D.; HWU, W. PyLog: An Algorithm-Centric Python-Based FPGA Programming and Synthesis Flow. **IEEE Transactions on Computers**, v. 70, n. 12, p. 2015-2028, 2021. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/9591456. Acesso em: 2 jul. 2022.

LAVOR, O. P.; OLIVEIRA, E. A. G. Sequência didática interativa na discussão do conceito de energia. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 10, n. 1, p. e22011, 2022a. Disponível em: https://doi.org/10.26571/reamec.v10i1.13122. Acesso em: 23 jun. 2022.

LAVOR, O. P.; OLIVEIRA, E. A. G. Grandezas proporcionais: sequência didática na formação inicial de professores. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 10, n. 1, p. e22014, 2022b. Disponível em: https://doi.org/10.26571/reamec.v10i1.13476. Acesso em: 30 jun. 2022.

MADURO, C. B.; ALVES RODRIGUES, P. A. Uso de sequência didática de matemática para potencializar a aprendizagem de um aluno com Síndrome de Down. **Revista de Investigação e Divulgação em Educação Matemática**, v. 5, n. 1, p. 1-20, 2021. Disponível em: https://periodicos.ufjf.br/index.php/ridema/article/view/35240. Acesso em: 5 jul. 2022.

MOLINARI, J. R. A.; SANTOS, L. A.; RETSLAFF, F. M. S. Um relato de experiência no ensino de funções quadráticas com a utilização do software Geogebra. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, v. 5, n. 2, p. 15-28, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.35819/remat2019v5i2id3287. Acesso em: 30 jun. 2022.

MORAES, J. J.; SANTOS, B. F. Ensinando Química em uma escola prisional por meio de uma sequência didática sobre ácidos e bases. **Revista Saberes**, v. 1, n. 1, p. 95-112, 2021. Disponível em: https://periodicos.uff.br/revistasaberes/article/view/49625. Acesso em: 5 jul. 2022.

NINOW, V.; KAIBER, C. T. Affine function: an analysis from the perspective of the epistemic and cognitive suitability of the onto-semiotic approach. **Acta Scientiae**, v. 21, n. 6, p. 130-149, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.5506. Acesso em: 2 jul. 2022.

OLIVEIRA, C. J. A.; LAVOR, O. P. Sequência didática para o ensino e aprendizagem de juros compostos com o software Geogebra. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, v. 9, n. 25, p. 96-110, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.30938/bocehm.v9i25.7400. Acesso em: 3 jul. 2022.

RAMOS, M. S. F.; MOURA, P. S.; LAVOR, O. P. Educação financeira: sequência didática com o aplicativo "Minhas Economias". **Revista de Investigação e Divulgação em Educação Matemática**, v. 4, n. 1, p. 1-19, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.34019/2594-4673.2020.v4.32047. Acesso em: 3 jul. 2022.

Recebido: 10/2/2024.
Aceito: 25/6/2024.

Sobre autores:

Antonio Joel Ramiro de Castro

Doutor em Física pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor na Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: joelcastro@fisica.ufc.br. Brasil. ORCID iD: https://orcid.org/0000-0003-3489-8712.

Wladimir Araujo Tavares
Doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor na Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: wladimirufc@gmail.com
ORCID iD: https://orcid.org/0000-0003-1883-3708.
País: Brasil
Alessandra Alexandrino Aquino
Doutoranda em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora na Universidade Estadual do Ceará (UECE). E-mail: als.aquino@uece.br
ORCID iD: https://orcid.org/0000-0001-8946-8555.
País: Brasil
Otávio Floriano Paulino
Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professor na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFC). E-mail: otavio.paulino@ufersa.edu.br
ORCID iD: https://orcid.org/0000-0001-5237-3392.
País: Brasil