

LINGUAGEM MATEMÁTICA E A INTERPRETAÇÃO DE QUESTÕES-PROBLEMA

Neuma Teixeira dos Santos (1); Marisa Rosâni Abreu da Silveira (2);

⁽¹⁾ Universidade Federal Rural da Amazônia, neuma.santos@ufra.edu.br

⁽²⁾ Universidade Federal do Pará, marisaabreu@ufpa.br

Resumo do artigo: A linguagem matemática com sua característica de representação universal é utilizada em questões que muitas vezes geram problemas de interpretação e quando esta linguagem está sendo representada por gráficos que são elementos utilizados de forma interdisciplinar torna-se indispensável para o professor proporcionar ferramentas para que os alunos possam fazer a tradução para a língua materna e a linguagem matemática (e vice-versa). O objetivo neste artigo é investigar através de uma questão-problema a interpretação da linguagem matemática em uma turma do Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural da Amazônia no Campus de Capanema. Para a elaboração desta pesquisa foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre linguagem matemática e adotada uma questão-problema do livro base “cálculo aplicado” utilizado na disciplina Cálculo I. A resolução das questões foi analisada na perspectiva de alguns filósofos, tais como Wittgenstein e Quine. Através das reflexões experimentadas nos trabalhos de Quine se propôs uma nova tradução da questão que tem versão original em língua inglesa para os resultados encontrados, onde apenas quatro alunos entre um total de quarenta e um resolveram a questão respeitando o que foi pedido. Ao relacionar os resultados com as teorias de alguns filósofos, assumi outro olhar sobre essas vivências de sala de aula, assim, despertando as ideias para uma dimensão mais ampla. Sabe-se que o ensino e a aprendizagem são práticas que requerem dos sujeitos envolvidos habilidades para encontrar caminhos que permitam novas aventuras e para isso é válido o uso de todas as tendências e propostas alinhadas e aplicadas de acordo o momento e os sujeitos envolvidos.

Palavras-chave: Interpretação, Linguagem, Matemática.

Introdução

As razões para os alunos apresentarem dificuldades no aprendizado da matemática são muito abrangentes e nesta perspectiva de encontrar uma solução surgiram várias tendências de ensino, porém algo que se observa de forma concreta é o caráter de universalidade da linguagem matemática que se apresenta constituída por seus símbolos e números representados em tabelas, gráficos e equações.

Os gráficos podem ser considerados como um elemento interdisciplinar, visto que, independente da área profissional eles estão presentes, organizando as informações, seja no ambiente acadêmico, seja, na comunidade em geral, é possível encontra-los em jornais, revistas e sites, por isso, saber interpretar os dados contidos neste elemento de representação é indispensável para se conhecer a dinâmica das informações que movem nosso cotidiano.

Ao se referir ao cotidiano no parágrafo anterior não há intenção de dar a matemática um caráter utilitarista, pois algumas definições, tais

como: “duas retas que se cruzam perpendicularmente formando um ângulo de 90° ”, “eixo das abscissas e das ordenadas” e “reta real” são expressões que pertencem unicamente a linguagem matemática, no entanto, tornar possível a leitura de gráficos por ser um elemento do dia a dia é conveniente que o professor proporcione ferramentas para que os alunos possam fazer a tradução dessa linguagem matemática para a sua língua materna.

Nesse sentido, de trabalhar a interpretação de gráficos foi desenvolvida uma atividade em sala de aula com a turma do primeiro semestre do Bacharelado em Ciências Biológicas, matriculados na disciplina Cálculo I, usando como ferramenta o livro cálculo aplicado das referências básicas da ementa da disciplina. A questão foi escolhida por possibilitar o exercício no processo de interpretação e tradução da linguagem matemática.

O objetivo neste artigo foi o de investigar através de uma questão-problema a interpretação da linguagem matemática, representada por gráfico, para a língua materna em noções gerais de funções. O artigo está organizado da seguinte forma: no primeiro momento consta a introdução dando uma visão geral do texto, apresentando os caminhos metodológicos e o material utilizado e, em seguida, os resultados com a discussão das resoluções dos alunos envolvendo o referencial teórico, assim como, uma nova proposta de tradução para a terceira frase da questão porque esta tem versão original na língua inglesa e, finalmente a conclusão que traz duas hipóteses para os resultados encontrados.

Para a elaboração deste artigo foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a linguagem matemática, bibliografia esta, em parte, utilizada na disciplina “Matemática e Linguagens” cursada pela primeira autora no doutoramento no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática na UFPA (Universidade Federal do Pará), e, ministrada pela segunda autora deste artigo.

A coleta de dados quanto a resolução da questão-problema foi realizada com 41 alunos do curso de bacharelado em ciências biológicas do primeiro semestre, matriculados na disciplina Cálculo diferencial e integral I, da UFRA (Universidade Federal Rural da Amazônia), Campus de Capanema, a pesquisa teve uma abordagem qualitativa a fim de investigar a interpretação destes em relação a uma questão-problema dada aos alunos para sua efetiva resolução. Para a organização das respostas os alunos foram identificados pela letra “A” seguida do número correspondente a sua catalogação.

O livro base adotado para a disciplina de Cálculo I foi “Cálculo Aplicado” de autoria de Hughes-Hallett et. al., quarta edição, ano 2012. A questão escolhida foi a 22 dos problemas da seção 1.1. do primeiro capítulo cujo assunto do

item 1.1. é: “O que é uma função?”. Neste item é inserido o conceito e notação de função fazendo uma relação com o domínio, imagem, variável dependente, variável independente, funções crescentes, funções decrescente, interseção com os eixos, assim como, a representação de funções por tabelas, gráficos, fórmulas e palavras.

Na figura 1 é apresentada a questão problema, escolhida porque se trata de uma situação da área da Biologia, que faz relação entre a linguagem materna e a linguagem matemática representada pelo gráfico.

Figura 1. Questão utilizada para trabalhar com os alunos

22. Na costa da Nova Inglaterra, nos Estados Unidos, as marés formam poças de água onde os caracóis se alimentam de algas. Descreva o que a Figura 1.12 diz sobre o efeito causado pelos caracóis à diversidade das espécies de algas.⁷ Decida se o gráfico indica que a diversidade de espécies tem um pico nos níveis intermediários de predadores.

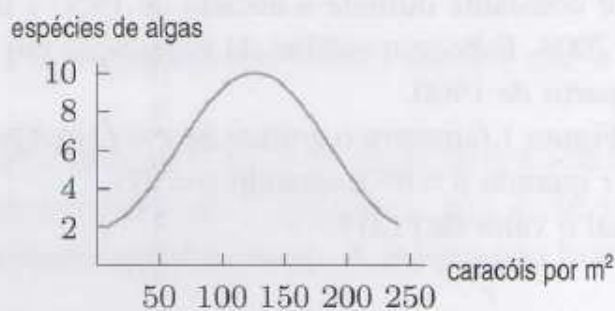


Figura 1.12

Fonte: HUGHES-HALLETT et. al. (2012).

Após aplicação da atividade, devido à variação das respostas, uma palavra chamou a atenção na questão por não ser comum neste tipo de problema que é a palavra “Decida”, por isso, optou-se por buscar a questão na língua original, o Inglês, pois este livro trata-se de uma tradução. É possível ver a questão em sua versão original na figura 2.

Figura 2. Questão na versão original, em língua inglesa.

23. In tide pools on the New England coast, snails eat algae. Describe what Figure 1.10 tells you about the effect of snails on the diversity of algae. ⁶ Does the graph support the statement that diversity peaks at intermediate predation levels?

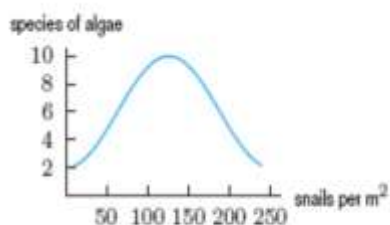


Figure 1.10

Fonte: HUGHES-HALLETT et. al. (2013).

Nota-se que na versão original a última frase da questão é interrogativa, enquanto que na tradução esta foi apresentada como uma frase que aplica uma ordem de caráter opcional sugerindo autonomia ao leitor de fazer uma escolha.

No próximo item as soluções realizadas pelos alunos serão apresentadas e, assim, relacionadas com algumas teorias filosóficas. Considerando as diferenças encontradas no texto original e o texto da tradução será proposta outra versão de tradução, a fim de tornar mais claro o conteúdo da questão-problema.

Interpretação de enunciados matemáticos

Há três frases contidas na questão-problema da figura 1, no entanto, a primeira dá uma informação; a segunda pede para descrever em linguagem materna o que o gráfico representa, enquanto que a terceira solicita uma decisão quanto ao gráfico.

Considerando esta situação tomo a ousadia de fazer uma analogia com a filosofia de Wittgenstein que distingue proposições empíricas e gramaticais, pois a proposição estabelecida na primeira frase assume dois usos diferentes nas duas frases posteriores de acordo com o contexto, portanto, é o que se denomina de perspectiva pragmática da linguagem porque o significado das nossas expressões linguísticas depende do uso e do contexto (GOTTSCHALK, 2007, p. 118).

Quando se afirma que os caracóis se alimentam de algas, logo, novas informações podem ser geradas, tais como, se aumenta o número

de predadores conseqüentemente o número de presas irá ter um ponto de máximo para em seguida entrar em decréscimo. Gottschalk (2007, p. 130) diz que “embora seja uma afirmação sempre confirmada pela experiência empírica, incorpora novas informações sobre os fatos”, ou seja, se refere as verdades analíticas que dependem de convenções que não são extraídas dos fatos, segunda interpretação de Wittgenstein, portanto, esta afirmação dá um sentido maior para afirmação posta na primeira frase deste parágrafo.

A questão-problema foi entregue aos 41 participantes, mas apenas 29 colocaram respostas para esta questão, no entanto, é importante informar que neste dia foi dada uma lista onde havia outros problemas para serem solucionados. Entre os 29, apenas 4 alunos consideraram os dois momentos da questão demarcados pelas palavras “descreva” e “decida”.

“As espécies de alga diminuí devido o alto índice dos caracóis. Sim, as algas tem um nível maior devido o equilíbrio dos predadores” [A1].

“As espécies de algas diminuem devido o alto índice de caracóis que se alimentam delas. Sim, as algas tem um nível mais alto devido o equilíbrio dos predadores” [A2].

“Há um aumento das espécies de algas até 150 caracóis por m^2 , a partir desse ponto as espécies de algas diminuem enquanto as de caracóis continuam aumentando. Há um pico nos níveis intermediários de predadores” [A3].

“A diversidade de espécies de algas cresce com o aumento do número de caracóis, atinge um pico e passa a decrescer. O pico da diversidade se dá em níveis intermediários de predadores, por volta de $125c/m^2$ ” [A4].

Observa-se que estes 4 alunos interpretaram corretamente o que foi solicitado na questão-problema. O uso da palavra “interpretar” foi escolhido para esta observação porque na perspectiva de Wittgenstein interpretar é mais do que compreender (MACHADO, 2007).

No que se refere apenas ao primeiro momento iniciado pela palavra “descreva” ocorreram 12 respostas com as características de descrição, conforme descritas abaixo.

“No início a produção de algas estava baixa para a de caracóis. Mas, com um certo intervalo as algas foram aumentando bastante, e o número de caracóis também, com isso ocorre, produção de algas cai novamente com uma diferença gigantesca com relação ao número alto de caracóis” [A5].

“Uma população de 50 caracóis por m^2 alimentam-se de 2 espécies de algas, a medida que a população de caracóis por m^2 aumenta, eles comem mais diferentes tipos de algas, com isso quando a população de caracóis estiver em um intervalo de 100 a 150 por m^2 a plantação desses diferentes tipos de algas vai começar a cair” [A6].

“A medida que os caracóis se espalham a quantidade de espécies de algas aumenta em torno de 100 a 150 caracóis por metro quadrado a quantidade de algas e caracóis se estabilizam e a partir de 150 caracóis a quantidade de espécies de algas decai” [A7].

“Bom o gráfico mostra um aumento de algas em um determinado período, depois com a demanda dos caracóis ouve uma queda no crescimento de algas” [A8].

“Antes as algas tinham uma taxa mais alta em relações aos caracóis e com o passar do tempo essa taxa foi diminuindo com o crescimento de caracóis” [A9].

“A grande quantidade de caracóis acaba diminuindo a diversidade das espécies de algas” [A10].

“O número de espécies de algas aumenta de acordo com o aumento no número de caracóis por m^2 , até atingir um ponto, onde ocorre uma queda drástica do número de espécies de algas” [A11].

“A quantidade de caracóis faz com que o crescimento de espécies de algas variem” [A12].

“Diz que o número de espécies de algas estava elevado até os caracóis se alimentarem da mesma” [A13].

“Se percebe que com o aumento de espécies de algas, também se aumenta o número de caracóis, chegando a um determinado número grande de caracóis, as espécies de algas diminui” [A14].

“Ao ter-se o crescimento da população de caracóis, a quantidade de algas sofreu uma queda” [A15].

“A cada 150 caracóis por metro quadrado nos poços de algas, pode ser consumido por eles cerca de dez espécies de algas e a cada 50 caracóis por metro quadrado pode ser consumido cerca de 4 espécies de algas” [A16].

O interessante nestas descrições é que todos os sujeitos estavam lendo os mesmos dados, mas cada um possui um olhar único para descrever as informações. Em seguida, no momento dois da questão que se refere a decisão de cada sujeito foi possível identificar de forma clara 3 respostas.

“Sim, a diversidade de espécies de algas aumente nos níveis intermediários dos caracóis” [A17].

“Sim, ele tem um pico nos níveis intermediários de caracóis. Gráfico.” [A18].

“Que há um ponto máximo em relação as espécies de algas; o número de caracóis é de 130, ou seja, quando há 10 espécies de algas, o número de predadores aumenta pra 130” [A19].

Entretanto, de forma implícita identificou-se 4 respostas, ainda sobre o momento “decida” que demonstra um certo nível de compreensão do que foi solicitado, ainda que na hora da escrita estes alunos não tenham conseguido expressar suas ideias de forma mais clara a respeito das informações contidas no gráfico.

“As marés formam 10 poças de algas onde se alimentam 125 caracóis” [A20].

“Na costa da Nova Inglaterra existem 10 espécies de algas para 150 caracóis por m^2 ” [A21].

“Entre 100 e 150 tem um nível muito grande de algas. Já entre 200 e 250 o nível caiu” [A22].

“A partir de 125 caracóis começa a afetar drasticamente a população de algas” [A23].

As últimas 6 respostas foram classificadas como inconclusivas, visto que, não respondem claramente a nenhum dos dois momentos apresentados na questão.

“no começo não mais assim que o gráfico se eleva vai aumentando” [A24].

“Segundo o gráfico, caracóis pequenos se alimentam de poucas algas, a partir do crescimento deles, o consumo aumenta consideravelmente, sendo mantido uma quantidade de algas a ser consumida até certo tempo, quando os caracóis chegam a fase adulta, esse consumo começa a diminuir” [A25].

“Quanto mais caracóis por m^2 mais espécies de algas atacadas” [A26].

“O efeito causado pelos caracóis é grande porque trás um grande índice de doenças para a população” [A27].

“Antes existiam mais espécies de algas, mas devido ao grande consumo de algas feito pelos caracóis, as espécies e a diversidade de algas vem caindo de maneira constante” [A28].

“As espécies tendem a diminuir nos níveis intermediários dos predadores” [A29].

O aluno A24 expressou na escrita o que nos parece ser trechos de seu pensamento, contudo, o conteúdo que surgiu demonstrou uma organização de uma experiência passada constituída em estruturas abstratas, e que por sua vez, organizaram novas estruturas (GOTTSCHALK, 2007, p. 113).

Os alunos A25 e A27 apresentaram em suas respostas informações que não estão dispostas na questão-problema, portanto os excertos “os caracóis chegam a fase adulta” e “grande índice de doenças para a população” nos

remete que estes buscaram informações em casos passado, desta forma, os trechos corroboram com a afirmação do lógico Stuart Mill que diz “não pensamos dedutivamente, mas sempre caso a caso, através de semelhanças, associações e analogias” (GOTTSCHALK, 2007, p. 98).

Quanto à resposta do A26, este não interpretou a curva no gráfico que informa que as algas têm um limite máximo, denominado de pico, portanto a relação caracóis se alimentando de algas não é infinita. Neste mesmo aspecto da leitura do gráfico o A29 demonstrou não conhecer o significado do uso da palavra “intermediário” ao afirmar que as espécies diminuem neste nível, no entanto, este nível funciona como um ponto de transição.

Por último, o A28 demonstrou dificuldade no entendimento sobre a definição de uma quantidade constante e sua representação gráfica ao afirmar que “a diversidade de algas vem caindo de maneira constante”, pois de acordo com Baruk (2006, p. 146) Euler definiu em seu livro Introdução a análise infinitesimal de 1796 que “uma quantidade constante é uma quantidade fixa, que sempre conserva o mesmo valor” e no gráfico não há quantidade fixa.

Embora todos os alunos tenham recebido a mesma questão-problema as respostas foram diversificadas, isto se dá no sentido de que cada indivíduo tem autonomia do pensamento em relação à experiência, por isso, ocorreram diferentes conclusões sobre o mesmo objeto (GOTTSCHALK, 2007).

Ao analisar a questão-problema originalmente em língua inglesa pôde-se observar que houve uma mudança de sentido na tradução, pois na versão original o segundo momento é uma pergunta e a palavra “decida” não faz parte do contexto da questão.

[...] *Does the graph support the statement that diversity peaks at intermediate predation levels?* (HUGHES-HALLETT et. al, 2013).

A tradução permite que um maior número de pessoas tenha acesso a material didático produzido e as publicações de pesquisas realizadas nos mais diversos lugares do planeta, mas este processo é complexo e deve ser cauteloso para evitar problemas, tais como, o tradutor gerar mudanças no sentido do texto traduzido, portanto, Quine em seu artigo *Relatividade Ontológica* ressalta que é preciso saber usar a expressão dentro do contexto de sua aplicação e esta parte é função da semântica (QUINE, 1980 apud MEIRA, SILVEIRA E MEDEIROS, 2013).

Seguindo o ponto de vista de Quine que orienta que a tradução deve ser feita por frase e não por palavras se propõe a seguinte tradução para esta frase: “O gráfico sustenta a afirmação de que a diversidade atinge um ponto de

máximo nos níveis de predação?”. Acredita-se que esta tradução não deixaria em dúvida o aluno, pois ao se referir ao ponto de máximo este já associaria ao conteúdo de função quadrática do Ensino Médio que ensina que o máximo é onde a função alcança o maior valor, ou seja, o x e o y do vértice.

Conclusões

A opção por investigar a capacidade de interpretação dos 41 alunos utilizando uma questão-problema do livro de cálculo aplicado permitiu que fosse trabalhada a interpretação dos dados contidos no gráfico, a tradução do comando da questão em língua materna para a linguagem matemática em um enfoque interdisciplinar, pois para o futuro biólogo o domínio da interpretação de problemas vai ser um tema sempre presente no desenvolvimento de suas atividades.

Entre os participantes 12 alunos não apresentaram solução para a questão, no entanto, dos 29 que responderam apenas 4 consideraram o que foi pedido na questão. O resultado desta atividade aumenta a estatística que ressalta a dificuldade de interpretação dos alunos e que pode ser por duas hipóteses: a primeira, que estes não sabem os conteúdos de matemática; a segunda, que estes têm dificuldade na tradução da linguagem.

Ao relacionar os resultados com as teorias de alguns filósofos, assumi outro olhar sobre essas vivências de sala de aula, assim, despertando as ideias para uma dimensão mais ampla. Sabe-se que o ensino e a aprendizagem são práticas que requerem dos sujeitos envolvidos habilidades para encontrar caminhos que permitam novas aventuras e para isso é válido o uso de todas as tendências e propostas alinhadas e aplicadas de acordo o momento e os sujeitos envolvidos.

Referências Bibliográficas

BARUK, S. **De quelques modes d'engendrement d'innomérisme**. In.: *Si 7 = 0: Quelles mathématiques pour l'école?* Paris: Odile Jacob, 2006.

GOTTSCHALK, C. M. C. **Três Concepções de Significado na Matemática: Bloor, Granger e Wittgenstein**. In: MORENO, Arley Ramos. (Org.). *Wittgenstein: aspectos pragmáticos*. Campinas: UNICAMP, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, 2007, v. 49, p. 95-133 (Coleção CLE).

HUGHES-HALLET, D.; et al. **Applied Calculus**. 5ª ed. Toronto: WILEY, 2013.

HUGHES-HALLET, D.; et al. **Cálculo Aplicado**. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MACHADO, Alexandre Noronha. Lógica e forma de vida: Wittgesntein e a natureza da necessidade lógica e da filosofia. Unisinos/ANPOF; São Leopoldo, 2007.

MEIRA, J. de L.; SILVEIRA, M. R. A.; MEDEIROS, R. A. B. **Tradução em matemática: universos e discussões.** In: VII Congresso Iberoamericano de Educación Matemática, 2013, Montevideo, 2013.

