

Estudo de Biologia, aplicação de conceitos matemáticos e pensamento metacognitivo: percepções no ensino médio

Biology study, application of mathematical concepts and metacognitive thinking: perceptions in high school

Erisnaldo Francisco Reis¹

Andreia Aparecida Guimarães Strohschoen²

Resumo

O presente estudo refere-se a uma pesquisa junto a estudantes, onde se explorou atividades de Biologia no Ensino Médio com utilização de conceitos matemáticos, de maneira a observar a reflexão dos estudantes relacionada ao seu processo de aprendizagem. As atividades foram organizadas em uma sequência didática na perspectiva da DBR - Design-Based Research. Na pesquisa ocorreu a proposta do uso do pensamento metacognitivo incentivado pelo professor em situações que envolveram a realização de atividades de uma sequência didática. O entendimento de pensamento metacognitivo segue o de Rosa (2014), envolvendo elementos metacognitivos. A coleta de dados ocorreu por meio das observações e das atividades realizadas pelos estudantes de uma escola pública no município de Rubim-MG. Como resultado o estudo apontou que estudantes recorrem a pensamentos, possivelmente, metacognitivos durante as atividades nas quais houve motivação proposta pelo professor.

Palavras chave: Pensamento metacognitivo; Estudantes; Matemática; Conhecimento.

Abstract

The present study refers to research with students, where biology activities were explored in high school using mathematical concepts, in order to observe the students' reflection related to their learning process. The activities were organized in a didactic sequence from the perspective of DBR- Design-Based Research. In the research, there was a proposal for the use of metacognitive thinking encouraged by the teacher in situations that involved the performance of activities of a didactic sequence. The understanding of metacognitive thinking follows that of Rosa (2014), involving metacognitive elements. Data collection occurred through observations and activities performed by students of a public school in the city of Rubim-MG. As a result, the study pointed out that students resort to thoughts, possibly metacognitive, during the activities in which there was motivation proposed by the teacher.

Keywords: Metacognitive thinking. Students. Mathematics. Knowledge.

¹ Universidade do Vale do Taquari | erisnaldo.reis@universo.univates.br

² Universidade do Vale do Taquari | aaguim@univates.br

Introdução

Dentre os componentes curriculares do Ensino Médio, a Biologia estabelece conexão com outras ciências, buscando trazer respostas para diversas situações relacionadas ao viver humano. Uma conexão que pode ser percebida nesse nível de ensino ocorre com a Matemática. De acordo com Silva e Gomes (2018) existem diversas aplicações da Matemática para o estudo de Biologia. Segundo estes autores, o pensamento matemático pode auxiliar na tomadas de decisões, na compreensão do processo evolutivo biológico e até no controle de epidemias, por meio de cálculos, análise e modelagem matemática, dados estatísticos, entre outros meios. Em virtude disso, o uso de aplicações matemáticas para estudar fenômenos biológicos tem tido crescente relevância dentro da Biologia como um todo, e particularmente, em aplicações ecológicas (COUTINHO, 2010).

Nesse viés, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que é o conjunto de diretrizes educacionais, sugere que os estudos e práticas devem ser tratados de forma contextualizada e interdisciplinar, podendo ser desenvolvidos por diversas estratégias de ensino e de aprendizagem, visando superar o trabalho isolado em componentes curriculares (BRASIL, 2018). Frente a isto, entende-se ser relevante pensar na conexão dos componentes curriculares, sobretudo, pensar no processo de como os estudantes aprendem Biologia com uso de conceitos matemáticos, o que remete ao pensamento metacognitivo, que de acordo com Rosa (2017), é um tipo de pensamento que é já intrínseco ao ser humano. Para esta autora da mesma forma que se recorre aos pensamentos cognitivos, se pode recorrer aos pensamentos metacognitivos, que são responsáveis pela tomada de consciência do sujeito sobre o que ele sabe que sabe, o modo como sabe e o que precisa fazer para saber.

Nesse sentido, pode ser questionado se há possibilidade de se explorar atividades de Biologia no Ensino Médio com utilização de conceitos matemáticos, de maneira a observar a reflexão dos estudantes relacionada ao seu processo de aprender. Desse modo, este artigo tem o objetivo de apresentar a exploração da possibilidade de atividades de Biologia com utilização de conceitos matemáticos, de maneira a observar a reflexão dos estudantes relacionada ao seu processo de aprendizagem. Portanto, especificamente, busca-se apontar informações do desenvolvimento de atividades de Biologia com estudantes do Ensino Médio, nas quais há necessidade para o estudo, de utilização de aplicações matemáticas, estabelecendo uma relação com o pensamento metacognitivo. Espera-se contribuir com informações com possibilidade de enriquecimento dos estudos acerca do pensamento metacognitivo como via para auxiliar nos processos de ensino e de aprendizagem.

Aporte teórico

De acordo com os registros da literatura especializada, o uso do pensamento metacognitivo tem se mostrado como um dos caminhos que possibilita incentivar a compreensão sobre como se aprende e o que devemos fazer para aprender (ROSA et al., 2017). Para Brabo (2018), as intervenções com uso de estratégias metacognitivas vem se mostrando bastante promissoras e a metacognição tem sido vista como a chave para atender às agendas múltiplas que caracterizam a educação científica do tempo contemporâneo.

Segundo Rosa e colegas (2017), o pensamento metacognitivo se constitui numa forma de pensamento considerada como uma importante ferramenta de aprendizagem, que envolve autorreflexão sobre os conhecimentos que se tem, como projetam suas ações futuras,

como monitoram e avaliam suas ações. Ao estudar e estar consciente de como se consegue aprender os conteúdos, reconhecendo os fatores que dão força à aprendizagem e os que dificultam, os estudantes têm possibilidade de construir os caminhos para a apropriação do próprio aprendizado (PASSOS et al., 2017).

Entretanto Brabo (2018) chama atenção inferindo que as intervenções metacognitivas precisam ser cuidadosamente planejadas e implementadas por professores de modo metacognitivo, para que criem possibilidade de tornar o ambiente de sala de aula metacognitivamente efetivo e orientado, permitindo o desenvolvimento e melhoria da metacognição dos estudantes. Para esclarecimento, conceitualmente, a metacognição, de maneira generalizada, diz respeito à reflexão da própria cognição, se caracterizando como a tomada de consciência que o sujeito tem sobre seus conhecimentos, aprendizagens e limitações. “Evocar o pensamento metacognitivo é resgatar da memória o que foi estudado, refletindo compreensões e incompreensões, monitorando o próprio pensamento” (GEWEHR; STROHSCHOEN; SCHUCK, 2020, p. 3). Posto isto, entende-se que desenvolver trabalho para o ensino de Biologia com aplicação de conceitos matemáticos pode ser bem sucedido se ocorrer a utilização de metodologia e instrumentos que promovam a ativação do pensamento metacognitivo, por parte dos estudantes.

Nota-se que no contexto atual, o processo educativo vem seguindo a direção que permite o engajamento de estudantes em estudos com possibilidade de articular cada vez mais os componentes curriculares entre si, de modo a diminuir a rigidez entre as fronteiras que demarcam diferentes campos dos saberes (SILVA Jr., 2008). Para este autor, existem possibilidades e maneiras de articular os temas de Biologia e Matemática e, aponta que esta articulação entre estas duas ciências pode se mostrar complexa, uma vez que determinados temas, originalmente pertencentes à Biologia, recebem tratamento matemático para serem explicados. Ainda, conforme o autor, a Matemática se faz presente na descrição de fenômenos biológicos e há utilização de conhecimento matemático na resolução de problemas oriundos da Biologia. Recentemente, pôde-se se observar tal situação no controle da pandemia da Covid-19.

Também Silva e Gomes (2018) apontam outros temas da Biologia com tendência a observar a contribuição da Matemática e destaca a Sexualidade. Podem ser trabalhadas em sala de aula do Ensino Médio estatística, comparações, os possíveis números que se pode perceber no corpo humano, geometria do corpo, os ciclos e suas durações, dentre outros.

No pensamento de Santos e Soares (2018, p. 1), “o conhecimento matemático é fundamental em uma grande diversidade de situações, por exemplo, na análise de diversos fenômenos, como instrumento para lidar com situações cotidianas ou, ainda, como forma de desenvolver habilidades de pensamento”. Considerando-se estes pressupostos é que se realizou as atividades de uma sequência didática (SD) que trazem a relação Biologia e Matemática no Ensino Médio, com o intuito de promover ativação do pensamento metacognitivo para ensinar e aprender.

Percurso Metodológico

Para este artigo tomou-se as atividades que são parte de uma SD que se organizou nos princípios da DBR- Design-Based Research. A SD se constitui em um produto educacional elaborado no curso de Pós-graduação Stricto Sensu, de um Programa de Pós-Graduação em

Ensino de Ciências Exatas - PPGECE, Rio Grande do Sul. As atividades relatadas são relacionadas à pesquisa de doutoramento do primeiro autor.

No que se refere a uma SD na perspectiva da DBR, ela envolve uma inter-relação entre projeto, desenvolvimento e aplicação de sequências de ensino sobre um assunto, geralmente realizado em poucas semanas, num processo cíclico evolucionário com possibilidade de gerar dados de pesquisa. Segundo Kneubil e Pietrocola (2017), uma SD nos moldes dos princípios de design pode ter base na concepção dos estudantes, em características restritas do conteúdo específico, em suposições epistemológicas, perspectivas de aprendizagem, abordagens pedagógicas e características do contexto educacional e mesmo uma combinação delas. Nesse sentido foi realizada a combinação de diversos aspectos e teorias para elaboração e desenvolvimento da SD em questão. Seguiu-se as etapas de elaboração envolvendo a seleção do tema e proposição dos princípios de design, o design propriamente dito, a implementação, a avaliação e o re-design (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017).

Posto isto, neste texto relata-se acerca das aulas que fazem parte da SD, especificamente, da Unidade 1, denominada Estocástica Genética: Probabilística de grupos sanguíneos, subdividida em quatro aulas: Aula 1 - Word cloud: Consubstanciando ideias, Aula 2 - Decodificando o recôndito: Probabilidade Genética, Aula 3 - Multiplicação? Soma? Aula 4 - COMBO - Agrupando ideias, que foram desenvolvidas com estudantes do Ensino Médio de uma Escola Estadual do município de Rubim, Estado de Minas Gerais.

No início dos trabalhos em sala de aula com os estudantes, foram apresentados a eles os objetivos da pesquisa e os direcionamentos das atividades da SD. Um questionário com três questões discursivas foi disponibilizado, buscando-se obter informações que expressassem as percepções deles acerca do estudo de Biologia com aplicação de conceitos matemáticos e nas ideias de como aprendem.

Os dados foram analisados respeitando a forma em que estes foram registrados e transcritos (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Foram segmentados, isto é, subdivididos em unidades relevantes e com significados, todavia mantiveram a conexão com o todo para promover explicação (GIL, 2008). Para a análise nesta etapa da pesquisa, seguiu-se os preceitos da Análise de Conteúdo proposta por Laurence Bardin (2016), quando se tratou das expressões dos estudantes. Optou-se pela Análise de Conteúdo apreendida por Bardin (2016) entendendo-se que essa técnica metodológica trouxesse base para se analisar as expressões de comunicação advindas da pesquisa. Para Bardin (2016), a Análise de Conteúdo se traduz em técnicas de comunicação objetivas que obtêm indicadores do conteúdo das mensagens para inferir conhecimentos sobre as circunstâncias de recepção/produção dessas mensagens.

Acreditou-se que a análise em voga poderia viabilizar a explicitação e sistematização de conteúdos observáveis em mensagens e expressões. Assim, para a análise observou-se as três fases, conforme aponta Bardin (2016) que são: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados - a inferência e a interpretação. Portanto, a pré-análise envolveu leitura flutuante, ou seja, um contato com os documentos. Em seguida, realizou-se a exploração do material, que se constituiu em uma codificação ou decomposição. Com as unidades de codificação escolhidas, as categorias geradas seguiram na linha dos propósitos do estudo. Para o tratamento dos resultados, buscou-se relacionar inferência e interpretação.

As atividades foram desenvolvidas em grupos de estudantes, que receberam identificação de G1, G2, G3, G4 e G5. Desse modo, os excertos e demonstração de atividades são mencionados com o indicativo de cada grupo. Salienta-se que, apesar de a análise ter

base em Bardin (2016), também buscou-se estabelecer relação das expressões dos estudantes com os elementos metacognitivos na perspectiva de Rosa (2014).

Percepções dos estudantes do EM - Testando SD com aplicação matemática na Biologia

Considerando-se que os estudantes ficaram por dois anos sem frequentar a escola, devido à Pandemia da Covid-19 e que vivenciaram experiências inesperadas e novas, pensou-se em levar a eles atividades que além da resolução, oportunizassem a refletir a aprendizagem. É de conhecimento que naquele período nem todos tiveram possibilidade de seguir estudando com êxito. Agora é importante promover situações para a recuperação das aprendizagens dos estudantes. Nessa visão, primeiramente buscou-se promover momentos para se expressarem acerca do estudo de Biologia no qual se utiliza de conceitos matemáticos e, ainda, acerca das suas ideias de como percebem o seu processo de aprender. Nesse prisma, partindo-se das unidades de registro do questionário respondido inicialmente pelos estudantes, que correspondem aos segmentos de conteúdos definidos e contados freqüentemente para categorização e análise na perspectiva de Bardin (2016), obteve-se o que se chamou de categorias iniciais apresentadas no Gráfico 1 a seguir:

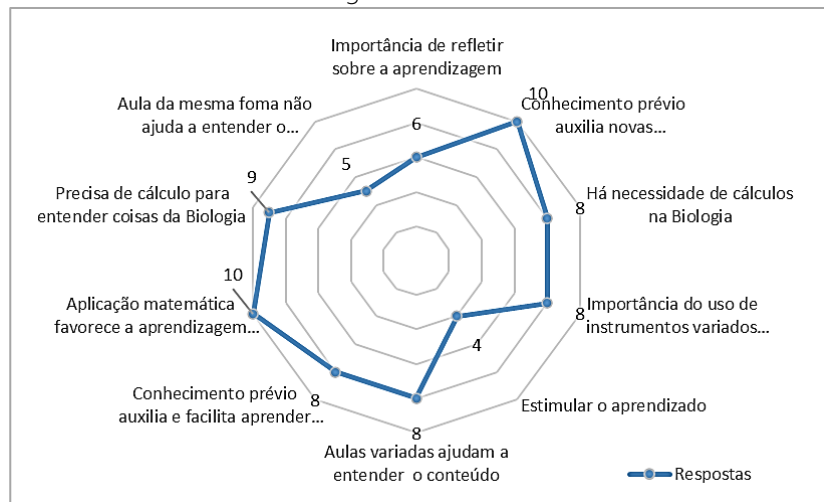
Gráfico 1 -Percepções dos estudantes do Ensino Médio, em relação à aplicação de conceitos matemáticos no estudo de conteúdos de Biologia



Fonte: Do autor (2022)

Em conformidade com os segmentos de conteúdos apontados no Gráfico 1, categorizou-se frases significantes, contendo núcleos de sentidos das expressões dos estudantes. Tais categorias foram denominadas de intermediárias. No Gráfico 2, descreve-se tais frases com a frequência dos seus respectivos núcleos.

Gráfico 2- Percepções dos estudantes participantes da pesquisa organizadas em frases significantes



Fonte: Do autor (2022)

Para a categorização apresentada no Gráfico 2, buscou-se extrair os sentidos das expressões, em outras palavras, buscou-se analisar o conteúdo e, a análise se constituiu um instrumento de indução (BARDIN, 2016), que levou a pensar nas causas que geraram os efeitos observados nas percepções apresentadas nas respostas dos estudantes, frente às questões que lhes foram disponibilizadas no questionário. A partir das categorias intermediárias firmou-se, então, outras duas categorias como finais: "Atividades diferenciadas e reflexivas, valorizando o conhecimento prévio dos estudantes auxiliam aprender cálculos para compreender Biologia"; "Cálculos da aplicação matemática quando utilizados de modo reflexivo favorecem a aprendizagem de Biologia".

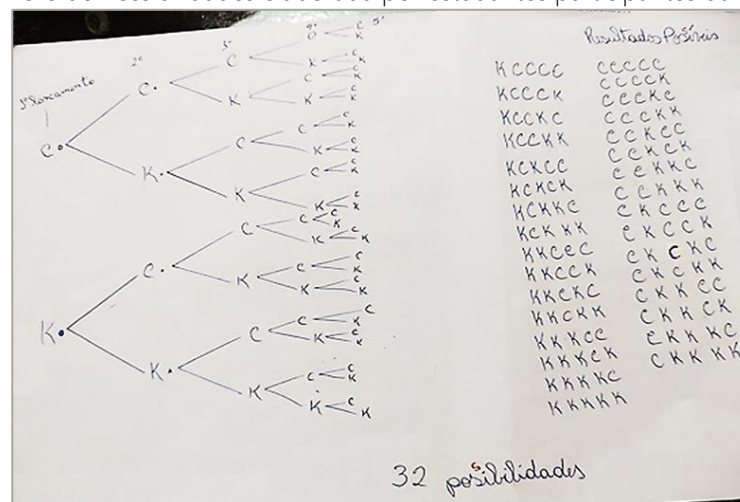
Com efeito, tomando-se indutivamente os sentidos das categorias apontadas, destaca-se que o pensamento reflexivo dos estudantes foi interpretado como sendo de caráter metacognitivo, pois percebeu-se que pensaram no seu processo de aprender. De acordo com Rosa et al. (2017, p. 1), "um dos caminhos para incentivar a compreensão sobre como se aprende e o que devemos fazer para aprender é [...] o uso do pensamento metacognitivo".

Quanto à Aula 1, identificada como Word Cloud: Consubstanciando Ideias, esta ocorreu inicialmente com um vídeo curto que foi mostrado aos estudantes e com questionamentos reflexivos, de maneira a promover uma discussão acerca da aplicação matemática na Genética. Desse modo, a partir da ativação do conhecimento, das concepções e expectativas dos estudantes relacionadas à aplicação matemática na Biologia e de um questionamento acerca do que pensavam do estudo de Biologia com aplicação matemática, foi gerada de modo interativo uma nuvem de palavras. A nuvem foi gerada fazendo-se uso de ferramenta tecnológica digital. Toda a discussão acerca dos termos apresentados na nuvem de palavras ocorreu, buscando-se que os estudantes refletissem cada uma das expressões, visando promoção de significados.

Frente a isto, a interpretação realizada direcionou para uma compreensão de que os estudantes entenderam que a aplicação de conceitos matemáticos na Biologia se caracteriza como uma novidade interessante. Também entenderam que se trata de algo diferente e desafiador que pode até ser complicado e difícil, mas importante para a aprendizagem, relacionada à ciência, e que é uma nova experiência na aula de Biologia.

Na Aula 2, com o título Decodificando o Recôndito: Probabilidade Genética, se utilizou de QR Codes, para dinamizar e apresentar conceitos de probabilidade aos estudantes, destacando-se as regras do E e do OU. Em continuidade, foi desenvolvida com os estudantes a atividade de lançamento de uma moeda para que pudessem relacionar a obtenção de “cara ou coroa” com a segregação dos alelos de um gene de um indivíduo diploide. Por conseguinte, os estudantes elaboraram uma Árvore de Possibilidades, visando auxiliar na compreensão acerca da relação da Genética com a Probabilidade. Os estudantes realizaram lançamentos da moeda e foram esquematizando a árvore com os resultados observados, conforme mostrado no exemplo da Figura 1.

Figura 1 - Árvore de Possibilidades elaborada por estudantes participantes da pesquisa



Fonte: Do autor (2022)

Pelo exemplo apontado na Figura 1, os estudantes conseguiram registrar as possibilidades dos cinco lançamentos da moeda. Então, para favorecer o enriquecimento do conhecimento das regras do E e do OU, os estudantes buscaram informações, sintetizaram-nas e geraram QR Codes que foram apresentados e discutidos em sala. A partir das observações, pode-se dizer que a forma como o conteúdo foi apresentado, por meio de QR Codes, somada à parte prática de geração de outros códigos, com a explicação simplificada das regras do E e do OU (probabilidade), despertou interesse nos estudantes. Assim, interpretando-se o conteúdo das suas expressões ao desenvolverem a atividade, foi possível organizar as seguintes ideias: “Estudos utilizando novos recursos auxiliam entender o que é ensinado e a aprender”; “Explicações dinâmicas trazem possibilidade de entendimento para o conteúdo e para a aprendizagem”.

Para os estudantes, esta forma de estudar levou-os a pensar e questionar se havia possibilidade de eles sintetizarem as regras e conseguirem gerar um QR Code. Todavia, ressaltaram que ao organizarem os pontos principais dos conceitos de cada regra, perceberam que já conheciam alguma coisa, mas que só naquele momento perceberam que compreendiam as regras. Entendeu-se assim, que planejaram o que foi solicitado na tarefa e praticaram uma monitoração do conhecimento. Portanto, acredita-se que houve reflexão do ato de aprender. Além disso, as discussões acerca das possibilidades de ocorrência de eventos com associação às possibilidades genéticas, direcionaram os estudantes a pensar em porcentagem e diversidade de combinações dos alelos, o que traz à tona a relação Biologia/Matemática.

Desse modo, as discussões ocorreram a partir de informações com capacidade de serem agregadas ao conhecimento que demonstraram já ter. Para Locatelli (2017), investir em estratégias de ensino e de aprendizagem considerando o desenvolvimento de habilidades metacognitivas têm relevância no aprendizado. Logo, é importante que ao elaborar aulas se tenha objetivo da promoção dessas habilidades, levando-se em conta aquilo que os estudantes já sabem. Para Brabo (2018), é importante que os estudantes monitorarem as novas informações que lhes são apresentadas, para compará-las com o que eles já sabem de sua aprendizagem anterior.

Notou-se que os estudantes compreenderam a proposta da atividade da Aula 2. Na análise, buscou-se interpretar os resultados do desenvolvimento da atividade, a partir de uma escala do tipo Likert, com valores de 1 a 5 correlacionados com as interpretações verbalizadas pelos estudantes (Quadro 1). Salienta-se que não há uma identificação específica para aluno, mas sim, para os grupos: G1, G2, G3, G4 e G5.

Quadro 1 - Correlação do desempenho e interpretações das verbalizações

Grupo	Escala	Descrição do desempenho	Interpretações das verbalizações
G2	5	Muito alto	Os estudantes se mostraram altamente capazes e prontos para participarem ativamente da atividade e associaram a árvore de possibilidade com as diversas combinações dos alelos
G3	4	Alto	Os estudantes se mostraram capazes e prontos para participarem ativamente da atividade, associando com as combinações a lélicas
G1	3	Moderado	Os estudantes demonstraram capacidade de participar ativamente da atividade associando com as combinações dos alelos
G4	2	Baixo	Os alunos demonstraram pouca capacidade e prontidão para participar ativamente da atividade
G5	1	Muito baixo	Os alunos não foram capazes e nem se mostraram prontos para participar ativamente da atividade

Fonte: Do autor (2022)

Frente ao observado, interpretado e ressaltado no Quadro 1, pode ser dito que os estudantes, principalmente do G1 e G2, agiram fazendo uso do pensamento metacognitivo, uma vez que discutiram a tarefa e a estratégia para a sua realização, ou seja, houve reflexão da tarefa. Entendeu-se ainda, que realizaram uma planificação para apresentarem o resultado da atividade. No que se refere aos demais grupos, compreendeu-se que não se engajaram o suficiente para planificar, pensar em estratégias para concluir a tarefa conforme foi proposta. Entende-se que é relevante a inserção de momentos de ativação do pensamento metacognitivo nas ações didáticas. Entretanto, vale lembrar que recorrer a pensamentos, é algo que se processa internamente no sujeito e, talvez por isso, difíceis de serem percebidos externamente (ROSA, 2017).

No tocante à Aula 3, identificada como MultEiplicação? Ou SOUma?, foi realizada uma mediação de maneira que os estudantes pudessem evocar o conhecimento prévio acerca da Regra do E e do OU. Foi apresentada a eles uma dica: Para a Regra do "E" usa-se a

Multiplicação e para a Regra do “OU” usa-se a Soma, para auxiliar no desenvolvimento da tarefa. Ressalta-se que com isso foi possível que os estudantes reavivassem ideias dos fundamentos da Probabilidade. Assim, tiveram oportunidade de buscar solução para a questão: A probabilidade de um casal ter um filho do sexo masculino é 0,25. Determine a probabilidade de o casal ter dois filhos de sexos diferentes. A atividade necessitou da aplicação do conceito matemático de uma das referidas regras de probabilidade e 100% dos grupos conseguiram concluir a tarefa, com solução dentro do esperado para a atividade.

Quando solicitados a relatar como pensaram para chegar ao resultado e quais foram os caminhos utilizados pelo grupo para chegar a uma conclusão, os estudantes ressaltaram ideias (Quadro 2) que foram relacionadas aos elementos metacognitivos: planificação, monitoramento e avaliação, que segundo Rosa et al. (2018, p. 145), “tais elementos operam em conjunto e possibilitam ao sujeito controlar e autorregular a sua ação”.

Quadro 2 - Elementos metacognitivos relacionados ao pensamento dos estudantes da pesquisa

Elementos metacognitivos	Argumentos dos estudantes
Planificação	<p><i>Vamos usar a regra da probabilidade. Aquela do E, porque para saber os filhos diferentes tem que considerar masculino e feminino e vice-versa (G1).</i></p> <p><i>[...] pensamos a probabilidade considerando a ideia “masculino e feminino”, a regra do E e multiplicamos $25\% \cdot 75\% = 0,1875$[...] (G1)</i></p> <p><i>Pensamos que se a chance de ter filho do sexo masculino é de 0,25 (25%), então a chance de ter filho do sexo feminino poderia ser obtida diminuindo de 100% os 25% que dá 75%.</i></p> <p><i>Já no caso de ter filhos diferentes, pensamos a probabilidade considerando a ideia “masculino e feminino”, a regra do E e multiplicamos $25\% \cdot 75\% = 0,1875$ e como tem também a chance contrária, nós multiplicamos por 2 o valor de 0,1875 que deu 0,375. Daí o professor disse que teria que ser em porcentagem, nós multiplicamos por 100 e encontramos 37,5% (G4).</i></p>
Monitoramento	<p><i>Para sabermos a chance dos filhos diferentes fizemos a multiplicação de $2 \cdot 0,1875$ que resultou em 37,5%. Mas daí, ficamos pensando que se estava certo...(G2)</i></p> <p><i>Será que estamos fazendo certo? Vamos ver direito... Acho que está certo. Nós empregamos a regrinha...(G3)</i></p>
Avaliação	<p><i>Conversamos e juntamos o que cada um sabia para resolver a questão e conseguimos encontrar a solução (G2).</i></p> <p><i>Não foi muito difícil...(G2)</i></p>

Fonte: Do autor (2022)

Os excertos do Quadro 2 foram relacionados aos elementos metacognitivos considerando-se o significado do conteúdo das expressões, já que se entendeu que refletiram a tarefa de calcular e buscaram estratégias para o cálculo. Além disso, compreendeu-se que os estudantes elaboraram plano quando pensaram no que sabiam e que poderia ser utilizado na tarefa. Ainda foram capazes de monitorar como estavam seguindo para a resolução e tomando decisão, para usar o método que fosse melhor para resolver a tarefa. Na perspectiva de Rosa (2014) quando o estudante se questiona sobre o que sabe, permite observação do grau de inteligibilidade do conhecimento adquirido. Nessa visão, segundo a autora, o estudante segue promovendo perguntas referentes ao seu

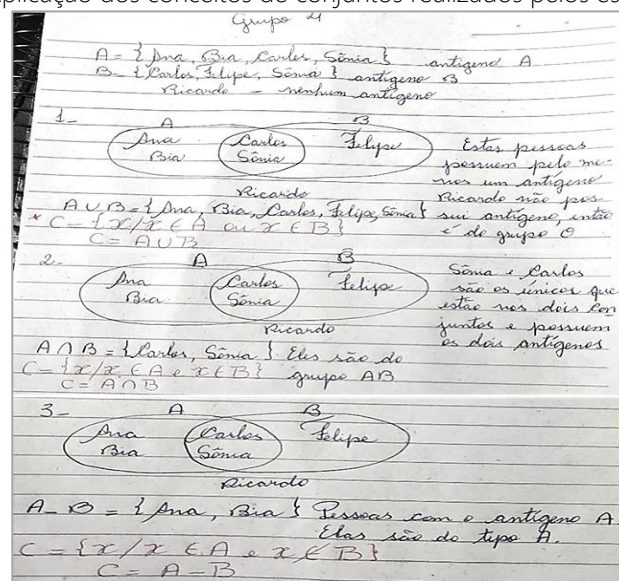
convencimento acerca daquilo que tem conhecimento. Em síntese, a partir das expressões dos estudantes apontadas no Quadro 2, realizando-se uma interpretação do conteúdo, percebeu-se que, pensando nas regras da probabilidade, interagindo no grupo, se questionando e refletindo o que já sabiam eles conseguiram resolver questões e encontraram respostas.

É importante salientar que, para a resolução da tarefa realizou-se uma mediação com possibilidade de auxiliar os estudantes a ativar o pensamento e obter êxito com a utilização desse pensamento. Pelas ideias concebidas por Gewehr; Strohschoen e Schuck (2020), quando o professor segue na linha de proporcionar que os estudantes ativem o pensamento metacognitivo, está promovendo um resgate da memória do que foi estudado, de maneira a refletir compreensões, incompreensões e monitoramento do próprio pensamento.

Na Aula 4, denominada Combo-Agrupando Ideias, de maneira a instigar os estudantes, foram realizados questionamentos tais como: Vocês sabiam que operações com conjuntos são realizadas com elementos que formam uma coleção: união, intersecção e diferença? Será que podemos relacionar os grupos sanguíneos com a ideia de conjuntos? As respostas dos estudantes apontaram que a maioria ainda não tinha pensado nos grupos sanguíneos relacionados a conjuntos, apesar de serem identificados como grupos. Compreendeu-se que talvez, não conseguiram estabelecer relação com operações matemáticas.

Para a aplicação matemática, sugeriu-se que os estudantes respondessem a questão: Considere que Ana, Bia, Carlos, Felipe, Ricardo e Sônia realizaram um exame de tipagem, e que os resultados foram organizados nos seguintes conjuntos: $A = \{Ana, Bia, Carlos, Sônia\}$ - Pessoas que possuem o antígeno A; $B = \{Carlos, Felipe, Sônia\}$ - Pessoas que possuem o antígeno B. Quais dessas pessoas possuem pelo menos um dos antígenos? Quais delas possuem os dois antígenos? Quais delas possuem apenas o antígeno A? Em conformidade com a mediação realizada, conseguiram pensar em união e intersecção. Observou-se que foi a partir das indagações para instigar, que os cinco grupos conseguiram realizar a questão. Houve grupo que se mostrou pouco produtivo nesta tarefa. A Figura 2 mostra uma das formas que buscaram para responder aos questionamentos da questão que foram identificaram pelo número 1, 2 e 3, respectivamente.

Figura 2 - Aplicação dos conceitos de conjuntos realizados pelos estudantes



Fonte: Do autor (2022)

Resolvida a questão, foi mostrado aos estudantes que quando se realiza operações com conjunto se faz necessário mostrar a notação completa do conjunto resultante, o que foi acrescentado em cada situação. Em seguida, promoveu-se discussão de maneira que os estudantes pudessem pensar em probabilidade genética na formação dos tipos sanguíneos. Indagou-se deles: Vocês já pensaram nos grupos sanguíneos associados a conjuntos? Já pensaram nas probabilidades genéticas da formação de cada um tipo de sangue? Em resposta a tais questionamentos, expressaram as suas ideias, que foram transcritas a exemplo dos excertos de estudantes que salientaram:

Agora pensamos, porque já tinha sido falado... Eu acho... quero dizer, nós achamos que há muitas possibilidades. Dependendo dos tipos (genótipos) que cada pessoa tem, há várias chances de tipo de sangue (G2).

Tem coisa que a gente até sabe, mas se não tem uma explicação primeiro, a gente não consegue pensar direito...(G4)

Pelo exposto, parece ficar claro que, para que os estudantes aprendam de modo efetivo é importante que o professor possibilite que se coloquem reflexivos. Na ideia de Nora, Broietti e Corrêa (2021, p. 199), "quando o aluno aprende, por meio da reflexão sobre o processo de aprendizagem, ele desenvolve um olhar crítico e consciente sobre o que e como faz as coisas", ou seja, um processo metacognitivo.

Na sequência, foi disponibilizada aos estudantes outra situação relacionada aos grupos sanguíneos para que realizassem a aplicação matemática e encontrassem a solução para a questão. Assim, a primeira situação apresentada foi: Um estudo de grupos sanguíneos realizado com 1200 homens e 800 mulheres, revelou 1080 que tinham o antígeno A, 900 o antígeno B e 500 nenhum dos dois antígenos. Se o resultado da pesquisa é proporcional ao número de homens e mulheres, a quantidade de mulheres que possui os antígenos A e B. Para esta questão foi realizada a mediação de maneira que os estudantes buscassem trazer à mente os fundamentos básicos da teoria dos conjuntos que já tinham trabalhado em uma atividade anterior. Orientou-se para pensar sempre na ideia de união e também de intersecção. Os estudantes apresentaram certa dificuldade, porém conseguiram concluir a tarefa, que se elucida com o exemplo da Figura 3. Na sequência, ressalta-se detalhes observados relacionados à resolução desta questão.

Figura 3 – Resolução de questão com grupos sanguíneos e teoria dos conjuntos.

Handwritten solution showing the resolution of a problem involving blood groups and set theory. The student uses a Venn diagram and algebraic equations to find the number of women with both antigens A and B.

Initial data:
 Homens = 1200
 Mulheres = 800
 Homens + mulheres = 2000

Venn diagram showing:
 Set A: 1080 - x
 Set B: 900 - x
 Intersection: x
 Outside both: 500

Equation 1:
 $1080 - x + x + 900 - x + 500 = 2000$
 $-x + 2480 = 2000$
 $x = 2480 - 2000$
 $x = 480$

Equation 2 (using proportionality):
 $\frac{2000}{800} = \frac{480}{x}$
 $2000x = 480 \cdot 800$
 $x = \frac{480 \cdot 800}{2000}$
 $x = \frac{384000}{2000}$
 $x = 192$

Final result: A quantidade de mulheres com o antígeno A e B é 192.

Fonte: Do autor (2022)

Ao concluírem a tarefa, solicitou-se aos estudantes que descrevessem baseados em quais conhecimentos responderam à questão e, quais foram as estratégias que cada grupo utilizou no desenvolvimento da questão. Também foi solicitado a eles que apontassem se as estratégias usadas poderiam ser utilizadas em outras situações. Uma das descrições apresentadas pelos grupos foi transcrita A gente pensou nos conjuntos. Então, desenhamos o conjunto de homens (1200) e outro de mulheres (800) e somamos os dois (2000). Depois, nós fizemos outros conjuntos colocando as pessoas com o antígeno A, as pessoas com o antígeno B e as pessoas sem antígeno (G3). Mas ficamos sem entender quando tinha que o resultado da pesquisa era proporcional ao número de homens e mulheres. Aí... quando falou para pensar no que estava sendo pedido para ser calculado, fizemos outro desenho e colocamos o número de mulheres como X, porque o professor falou que era o número de mulheres que tinha que procurar. Quando foi falado para a gente pensar no que estava comum nos dois conjuntos para diminuir, entendemos que era as mulheres, que colocamos X. Aí... pegamos a ideia... lembramos da intersecção e refizemos o desenho (G3). O professor ajudou e conseguimos calcular e o valor que encontramos (480), ele disse que era a proporcionalidade (G3). Para calcular o número de mulheres com antígeno A e B foi difícil! Ficamos sem saber como fazer (G3). Quando o professor falou para a gente pensar nas operações da matemática que é muito usada nos problemas, a gente lembrou da regra de três e era a operação certa e nós conseguimos 192 mulheres com o antígeno A e B (G3). Talvez, da forma que a gente fez pode ser usada em outras situações, mas foi preciso a ajuda do professor para a gente conseguir... (G3)

De maneira a deixar compreensível os argumentos dos estudantes, faz-se a demonstração das representações que os estudantes utilizaram como estratégia (Figura 4).

Figura 4 – Desenho representativo da estratégia utilizada pelos estudantes do G3

The image shows handwritten mathematical work on lined paper, titled "Grupo 3". The work is organized into four horizontal sections:

- Section 1:** "homens" (1200) + "mulheres" (800) = "Pessoa" (2000). The numbers 1200, 800, and 2000 are circled.
- Section 2:** "antígeno A" (3080) + "antígeno B" (800) + "Sem antígeno" (500). The numbers 3080, 800, and 500 are circled.
- Section 3:** "A" (3080 - X) + "B" (800 - X) + "nenhum" (500). The numbers 3080 - X, 800 - X, and 500 are circled.
- Section 4:** "A" (3080 - X) + "B" (800 - X) + "nenhum" (500). The numbers 3080 - X, 800 - X, and 500 are circled.

Fonte: Do arquivo do autor (2022)

Tentando-se encontrar significação para o conteúdo das expressões dos estudantes, buscou-se unidades de sentido que foram agrupadas e interpretadas como expressões de evocação do pensamento metacognitivo, uma vez que refletiram a tarefa, buscaram estratégias para resolver, planejaram, monitoraram e autorregularam para conclusão da atividade. De acordo com Rosa (2014), na perspectiva piagetiana a autorregulação diz respeito ao processo de reflexão para a construção do conhecimento, o que se entende ser um processo metacognitivo. Nesta visão, as unidades de sentido foram relacionadas e interpretadas como ativação do pensamento metacognitivo da seguinte forma: "Pensaram nos conjuntos; desenharam conjuntos; ficaram sem entender; fizeram outro desenho;

representaram número pela letra X; pegaram a ideia; lembraram da intersecção; calcularam a expressão; ficaram sem saber como fazer; lembraram da regra de 3; precisaram de ajuda; conseguiram concluir”.

Isto posto, ressalta-se que a interpretação foi de que os estudantes conseguiram pensar em coisas que já sabiam para planejar ações, enquanto a mediação oportunizou reflexões na construção do conhecimento. Tem-se assim que, se faz necessário que o professor pode se utilizar da oralidade para oferecer possibilidades de os estudantes pensarem em estratégias para auxiliar na aprendizagem. Como reportam Pérez e González Galli (2020, p. 237), “el docente debe modelar las estrategias metacognitivas, esto es verbalizarlas haciendo visible su pensamiento en la clase, ofreciendo la oportunidad a los estudiantes de oír y aprender sobre cómo utilizar las estrategia”. Para os autores, (tradução nossa), o professor deve modelar as estratégias metacognitivas, ou seja, verbalizá-las tornando seu pensamento visível na sala de aula, oferecendo a oportunidade para os alunos ouvirem e aprenderem sobre como usar as estratégias. Ainda para auxiliar na compreensão dos estudantes quanto à aplicação da matemática na Biologia, também foi disponibilizada outra tarefa com foco nos grupos sanguíneos centrada na teoria dos conjuntos, com o seguinte enunciado: Uma pesquisa sobre os grupos sanguíneos ABO, na qual foram testadas 6000 pessoas de uma mesma raça, revelou que 2527 têm o antígeno A, 2234 o antígeno B e 1846 não têm nenhum antígeno. Nessas condições, qual é a probabilidade de que uma dessas pessoa, escolhidas aleatoriamente, tenha os dois antígenos?

Para auxiliar no desenvolvimento do cálculo, a mediação foi por meio de questionamentos e dicas que possibilitaram aos estudantes pensarem em como resolver a situação que lhes foi apresentada. Sugeriu-se que poderiam tomar por base a tarefa que desenvolveram anteriormente com conjuntos, de modo que pudessem pensar em estratégia e em como fizeram para concluir o cálculo naquela situação. Os estudantes discutiram em grupo e trocaram informações com os demais grupos, o que favoreceu concluírem a atividade, como exemplificada na Figura 5. Geralmente, segundo Rosa e Rosa (2016), o desenvolvimento da atividade e a forma como ela é desenvolvida, possibilita pensar sobre o realizado, de maneira a identificar como se efetivou a tarefa, se havia outra forma de proceder e, se os objetivos propostos foram atingidos.

Figura 5 – Resolução de cálculo com a teoria de conjuntos e probabilidade

The figure shows a handwritten solution on lined paper. On the left, a Venn diagram with two overlapping circles labeled A and B. Circle A contains the expression $2527 - x$ and circle B contains 2234 . The intersection of the two circles is labeled with x . To the right of the diagram, the following algebraic steps are written:

$$2527 - x + x + 2234 - x + 1846 = 6000$$

$$- 2x + x + 6607 = 6000$$

$$- x = 6000 - 6607$$

$$- x = -607 \quad (-3)$$

$$x = 607$$

Below the algebra, the probability is calculated:

$$P = \frac{607}{6000} = 0,1012 = 10,12\%$$

At the bottom, the final conclusion is written: "A probabilidade é de 10,12%".

Fonte: Do arquivo do autor (2022)

Ao final da conclusão das tarefas indagou-se dos estudantes, se perceberam a aplicação da Matemática relacionada com os grupos sanguíneos e se perceberam que a Matemática se mostra em diversas situações biológicas. Ainda solicitou para que reportassem se a estratégia que foi utilizada favoreceu para os cálculos. Nessa situação, os estudantes foram unânimes em dizer que a partir das atividades que estavam sendo desenvolvidas conseguiram

compreender a utilização da Matemática. Afirmaram que a forma como pensaram baseando no que já tinham resolvido, foi possível seguir a mesma estratégia, que favoreceu encontrar o resultado da questão. Percebeu-se assim que, é relevante a conscientização dos estudantes sobre suas próprias formas de pensar e explicitar os regulamentos que realizam ao resolver uma tarefa (PÉREZ; GONZÁLEZ GALLI, 2020). Vale destacar que as generalizações que aqui estão sendo apresentadas vão no sentido de ampliar ideias que podem ser associadas à teoria metacognitiva. Nesse sentido, o que se buscou foi analisar as expressões verbalizadas pelos estudantes quando realizaram as tarefas. Assim, as interpretações seguiram descrevendo o conteúdo que entendeu-se trazer compreensão de significados analíticos que podem validar esse bloco de atividades descritas, que compõem uma SD, para o ensino de Biologia.

Considerações Finais

Entendendo-se que o intuito deste artigo é apresentar a exploração da possibilidade de atividades de Biologia com utilização de conceitos matemáticos, de maneira a observar a reflexão dos estudantes relacionada ao seu processo de aprendizagem, argumenta-se que as informações que se obteve puderam ser interpretadas como atividades que oportunizam evocação do pensamento metacognitivo. Além disso, o desenvolvimento das atividades de Biologia com os estudantes do Ensino Médio, trouxeram conceitos matemáticos por meio dos quais foi possível que eles percebessem a relação Biologia e Matemática e refletissem sobre o processo de aprender.

Salienta-se que com a realização das atividades ficou a ideia de que é relevante professores pensarem em metodologias que trazem possibilidade de evocação do pensamento metacognitivo, principalmente, no Ensino Médio que é um nível de ensino onde se requer atenção, para favorecimento das aprendizagens. No que tange à Matemática, considerando-se que no ensino de Biologia se recorre ao uso de conceitos matemáticos para explicação de determinadas situações biológicas, notou-se que os estudantes conseguiram expor as suas percepções que reportam uma compreensão da utilização desse conhecimento para a construção da aprendizagem.

Referências

BARDIN, Laurence. *Análise de Conteúdo*. Tradução de Luiz Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos*. Tradução do original *Qualitative Research for Education*, 1991, por Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Coleção Ciências da Educação. Portugal: Porto Editora LDA, 1994.

BRABO, Jesus Cardoso. Metacognição, ensino-aprendizagem e formação de professores de ciências. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, Belém, v. 14, n. 29, p. 1-9, jul. 2018. Disponível em:

<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/5898/4764>. Acesso em: 20 jul. 2023. doi: <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v14.i29.5898>.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica; Conselho Nacional de Educação. Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base. Ensino Médio. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file> . Acesso em: 28 mar. 2021.

COUTINHO, Renato Mendes. Equações diferenciais com retardo em biologia de populações. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade Estadual Paulista. Instituto de Física Teórica, 2010.

GEWEHR, Diógenes; STROHSCHOEN; Andreia Aparecida Guimarães; SCHUCK, Rogério José. Projetos de pesquisa e a relação com a metacognição: percepções de alunos pesquisadores sobre a própria aprendizagem. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, n. 22, 19937, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172020210144> . Acesso em: 13 set. 2021.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

KNEUBIL, Fabiana Botelho, PIETROCOLA, Maurício. A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o ensino de ciências. IENCI - Investigações em Ensino de Ciências, v. 22, n. 2, pp. 01-16, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n2p01> . Acesso em: 13 dez. 2022.

LOCATELLI, Solange Wagner. A metacognição e o ensino de Ciências: um breve panorama. In: FALEIRO, Wender; ASSIS, Maria Paulina de (Orgs.). Ciências da Natureza e Formação de Professores: entre desafios e perspectivas apresentados no CECIFOP 2017. Jundiaí, SP: Paco Editorial, 2017.

NORA, Paulo dos Santos; BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias; CORRÊA, Nancy Nazareth Gatzke. A Autoavaliação como Processo de Metacognição na Aprendizagem de Química. Revista Debates em Ensino de Química, v. 7, n.3, p. 196–213, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.53003/redequim.v7i3.3347> . Acesso em: jun. 2022.

PASSOS, Marinez Meneghello; CORRÊA, Nancy Nazareth Gatzke; ARRUDA, Sergio de Mello. Perfil Metacognitivo (Parte I): Uma Proposta de Instrumento de Análise. Investigações em Ensino de Ciências, v. 22, n. 3, pp. 176-191, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n3p176> . Acesso em: 12 jul. 2022.

PÉREZ, Gaston Mariano; GONZÁLEZ GALLI, Leonardo. Actividades para fomentar la metacognición en las clases de biología. Tecné, Episteme y Didaxis - TED, [S. l.], n. 47, 2020. Disponível em: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/7970> . Acesso em: 13 jun. 2022.

ROSA, Cleci T. Werner da; SANTOS, Ana Cláudia dos; RIBEIRO, Cássia. Pensamento Metacognitivo em Estudantes do Ensino Médio: Elaboração, Validação e Aplicação de um Instrumento. IV CIECITEC - IV Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnologia. Anais... IV CIETEC, Santo Ângelo/RS, Brasil, 2017. Disponível em:

<https://san.uri.br/sites/anais/ciecitec/2017/resumos/comunicacao/trabalho2742.pdf> . Acesso em: 13 jul. 2022.

ROSA, Cleci T. Werner da. Instrumento para avaliação do uso de estratégias metacognitivas nas atividades experimentais de Física. *Revista Thema*, v. 14, n.2, 2017, p. 182–193. Disponível em: <https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.182-193.490> . Acesso em: 12 jul. 2022.

ROSA, Cleci T. Werner da. *Metacognição e o ensino de Física: da concepção à aplicação*. Passo Fundo: Edi. Universidade de Passo Fundo, 2014

ROSA, Cleci T. Werner da. ROSA, Álvaro Becker da. Ensino de física: A interação social como favorecedora da evocação do pensamento metacognitivo. *Revista Espacios*, v. 37, n. 24, p. E-2, 2016. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a16v37n24/163724e2.html> . Acesso em: 28 jul. 2021.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da; RIBEIRO, Cassia de Andrade Gomes; ROSA, Álvaro Becker da. Habilidades metacognitivas envolvidas na resolução de problemas em Física: investigando estudantes com expertise. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, Belém, v. 14, n. 29, p. 143-160, jul. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/5372> . Acesso em: 04 jun. 2022.

SANTOS, Daiana Nunes dos; SOARES, Maria Arlita da Silveira. *Relação entre a matemática e outras áreas do conhecimento: análise de uma coleção de livros didáticos de matemática do ensino médio*. Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul. Curso, 2018. Disponível em: <http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/cienciasexatas/files/2018/08/daiananunes-santos-tcc.pdf> . Acesso em: 01 jun. 2021.

SILVA, Suzana Ferreira da; GOMES, Hugo Gustavo de Lira. *Matemática interligada a biologia: o estudo da função exponencial no ensino médio com o auxílio do Geogebra*. V CONEDU- Congresso Nacional de educação. 2018. Anais... V CONEDU, Olinda - PE de 17 a 20 de outubro, 2018. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/46025> . Acesso em: 9 jul. 2021.

SILVA Jr., G. B. *Biologia e matemática: diálogos possíveis no ensino médio*. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: http://www2.rc.unesp.br/eventos/matematica/ebiapem2008/upload/281-1-A-gt2_silva%20j%C3%BAniortc.pdf . Acesso em: 20 fev. 2021.