



Conceitos matemáticos relacionados ao pensamento metacognitivo no ensino de biologia: percepções e vivências de professores

Mathematical concepts related to metacognitive thinking in the teaching of biology: perceptions and experiences of teachers

 **Erisnaldo Francisco Reis**

Doutor em Ensino de Ciências Exatas
Universidade do Vale do Taquari - Univates
Lajeado, RS - Brasil.
erisnaldoreis1@gmail.com

 **Andreia Aparecida Guimaraes Strohschoen**

Doutora em Ciências
Universidade do Vale do Taquari - Univates
Lajeado, RS - Brasil.
aaguim@univates.br

Resumo: O objetivo deste artigo é descrever as percepções e vivências de professores do Ensino Médio (EM) relacionadas à aplicação de conceitos matemáticos no ensino de conteúdos de Biologia, buscando estabelecer conexão com evocação do pensamento metacognitivo. Constitui em um recorte de uma pesquisa qualitativa de doutoramento, nos princípios da Design-Based Research, por meio da qual se estudou aplicações de conceitos matemáticos para o ensino de Biologia no EM. Os resultados apontam que quando o professor reflete o processo de aprender, cria-se possibilidade de fazer uma mediação, de maneira que os estudantes percebam a finalidade da ciência e ampliem o saber. Apontam ainda que, da forma como a Matemática está apresentada no estudo da Biologia em questão, leva o estudante a gerar novos significados para a sua aprendizagem, de modo a conseguir perceber a aplicação de conceitos matemáticos em outra área do conhecimento e a pensar nos processos da sua aprendizagem.

Palavras chave: protótipo; conceitos matemáticos; estudantes; professores; ensino.

Abstract: The aim of this article is to describe the perceptions and experiences of high school teachers (HST) related to the application of mathematical concepts in the teaching of biology contents, seeking to establish connection with the evocation of metacognitive thinking. This article is an clipping of a qualitative doctoral research, in the principles of Design-Based Research, through which he studied applications of mathematical concepts for the teaching of Biology in high school. The theoretical foundation is based on the thought of the authors who are part of the list of references that was used as theoretical support of the research in its entirety. The results indicate that when the teacher reflects the learning process, the possibility of mediation is created, so that students perceive the purpose of science and expand knowledge.

Keywords: prototype; mathematical concepts; students; teachers; teaching.

Cite como

(ABNT NBR 6023:2018)

REIS, Erisnaldo Francisco; STROHSCHOEN, Andreia Aparecida Guimaraes. Conceitos matemáticos relacionados ao pensamento metacognitivo no ensino de biologia: percepções e vivências de professores. *Dialogia*, São Paulo, n. 45, p. 1-22, e23608, maio/ago. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/45.2023.23608>.

American Psychological Association (APA)

Reis, E. F., & Strohschoen, A. A. G. (2023, maio/ago). Conceitos matemáticos relacionados ao pensamento metacognitivo no ensino de biologia: percepções e vivências de professores. *Dialogia*, São Paulo, 45, p. 1-22, e23608. <https://doi.org/10.5585/45.2023.23608>

Introdução

Existem aplicações da Matemática que são utilizadas em estudos biológicos na Educação Básica. Segundo Coutinho (2010), o uso de ferramentas matemáticas para estudar fenômenos biológicos tem tido crescente relevância dentro da Biologia como um todo. Partindo-se desse pressuposto, de que a Biologia se apoia na Matemática tanto nas questões mais específicas do campo científico quanto em âmbito escolar, é que problematiza-se a aplicação da Matemática na Biologia que ocorre no Ensino Médio, com evocação do pensamento metacognitivo.

A aplicação de conceitos matemáticos na Biologia com evocação do pensamento metacognitivo foi tema de pesquisa de tese de doutorado em Ensino de Ciências Exatas (PPGECE - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas de uma universidade do RS/BR), do primeiro autor deste artigo. O referido programa, exige dos alunos do mestrado e doutorado profissional a elaboração de um Produto Educacional (PE). Conforme o Documento da Área de Ensino da CAPES o PE é um processo ou produto educativo aplicado em condições reais de sala de aula ou outros espaços de ensino, em formato artesanal ou em protótipo. Esse produto pode ser, por exemplo, uma sequência didática, um aplicativo computacional, um jogo, um vídeo, um conjunto de vídeo-aulas, um equipamento, uma exposição, entre outros.

Nessa linha, desenvolvemos um protótipo do Produto Educacional para ser testado e analisado na tese de doutoramento em Ensino de Ciências Exatas, sendo este protótipo desenvolvido com professores de Biologia da Educação Básica. Nossa questão norteadora foi a seguinte: ‘As percepções e vivências de professores do Ensino Médio relacionadas à aplicação de conceitos matemáticos no ensino de conteúdos de Biologia, podem estabelecer conexão com evocação do pensamento metacognitivo?’ Tivemos como objetivo de pesquisa: descrever as percepções e vivências de professores do Ensino Médio relacionadas à aplicação de conceitos matemáticos no ensino de conteúdos de Biologia, buscando estabelecer conexão com a evocação do pensamento metacognitivo.

Fundamentos teóricos

A Biologia é uma ciência que se apresenta com uma heterogeneidade de objetos de estudos, uma divergência de interesses, além de uma multiplicidade de métodos e técnicas de investigação (LIMA *et al.*, 2019). Além disso, a Biologia faz conexão com outras ciências, na busca por encontrar respostas para as situações que estão diretamente relacionadas com o viver humano.

Segundo Silva e Gomes (2018, p. 1) “são várias as aplicações da Matemática na Biologia”. A Matemática auxilia em 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. Pode-se notar que o uso de ferramentas matemáticas para estudar fenômenos biológicos tem tido crescente relevância dentro da Biologia como um todo, e particularmente, em aplicações ecológicas (COUTINHO, 2010).

De acordo com Sampaio e Silva (2012, p. 4), “cada vez mais os métodos matemáticos vêm sendo utilizados para resolver problemas biológicos”, o que torna, também, a Biologia cada vez mais teórica e matematizada. Nesse sentido, segundo Soares (2013), quando estudantes interpretam informações relativas a um fenômeno biológico que estabelecem relação entre a Matemática e a Biologia, a Matemática passa a ter outro *status*. Assim, o contexto biológico passa a contribuir para o entendimento dos conceitos matemáticos e vice-versa. Nesse caso, quando os conceitos matemáticos relacionam diretamente com uma situação biológica, possibilita a interpretação das informações dadas pela Matemática em termos da Biologia (SOARES, 2013). Nessa ideia, quando os estudantes estabelecem relação entre estas duas ciências, isto contribui para a compreensão dos conceitos matemáticos, dando a eles sentido e, pode até auxiliar na mudança de atitude com relação à Matemática.

Entendendo-se que matemáticos criam conceitos e ferramentas importantes para o desenvolvimento da Biologia, nota-se então, a importância de se fazer a intersecção dessas duas disciplinas desde o ensino básico, para que além de saber onde usar os conceitos matemáticos em Biologia os estudantes saibam o porquê e tenham conhecimento crítico das aplicações Matemáticas (SAMPAIO; SILVA, 2012).

Nesse viés, é importante promover situações com possibilidades de os estudantes pensarem na sua aprendizagem. De acordo com Pozo e Crespo (2009, p. 20), “aprender e ensinar, longe de serem meros processos de repetição e acumulação de conhecimentos, implicam transformar a mente de quem aprende, que deve reconstruir em nível pessoal os produtos e processos culturais com o fim de se apropriar deles”. Concorda-se plenamente com os autores que ensinar é encaminhar para a transformação do pensamento de quem aprende. Todavia, tomando-se como foco o ensino de Biologia, segundo Moraes e Grigoli (2006), nesse caso, conceitualmente se utiliza um modelo que se baseia na concepção da transmissibilidade de conceitos. Os autores, salientam que, quer seja por meio de aulas expositivas, de experiências demonstrativas, quer seja por meio da leitura de textos informativos, esta transmissibilidade não tem apresentado resultados satisfatórios, uma vez que há reclamações de professores e dificuldades dos estudantes em assimilar os diversos conceitos biológicos. De acordo ainda, com Moraes e Grigoli (2006, p. 132), as

aquisições conceituais não devem ser baseadas na ideia simplista de que a aprendizagem se dá pelo acréscimo de conceitos à estrutura cognitiva do aluno. Para Rosa (2014, p. 46), “a aprendizagem é um processo de interação entre o conhecimento novo e o já existente na estrutura cognitiva do sujeito, bem como na interação entre o sujeito e o meio que o circunda”. Nessa perspectiva, há que ser refletido o processo de ensinar, pois “aprender implica mudar os conhecimentos e comportamentos anteriores” (POZO, 2002, p. 60).

Disso, depreende-se que, para realizar uma prática há que se pensar em como ela ocorrerá no sentido de os aprendizes compreenderem as suas aprendizagens. Nesse viés, a BNCC aponta para “[...] o desenvolvimento de competências para aprender a aprender; [...] aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões [...]” (BRASIL, 2018, p. 14). Isso sugere fomentar o pensamento metacognitivo do estudante no seu processo de aprender.

Como salienta Freire (1998, p. 29), “faz parte da tarefa docente não apenas ensinar conteúdos, mas também ensinar a pensar certo”. Nesse aspecto, Pozo (2002) sublinha que, na complexa sociedade da aprendizagem se faz necessário habilidades e conhecimentos que podem ser transferidos para outros contextos e, portanto, ao aprendiz deve ser ensinado a pensar certo para agir certo. Assim, tem relevância promover que o aprendiz pense no seu conhecimento metacognitivo.

Para Rosa *et al.* (2020), mencionando Flavell (1979), o conhecimento metacognitivo diz respeito aos conhecimentos de mundo que a criança ou o adulto armazenam e que fazem com que as pessoas sejam criaturas cognitivas, com suas diversas tarefas, objetivos, ações e experiências. Para estes autores, “se a metacognição representa um modo de pensamento, há múltiplas possibilidades de sua associação a diferentes situações presentes no contexto da aprendizagem” (ROSA *et al.*, 2020, p. 705). Dessa maneira, 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).

Em consonância, Nora, Broietti e Corrêa (2021), para um trabalho na direção da metacognição o professor necessita mediar e promover autorregulação, possibilitando que os estudantes planejem individualmente, auxiliando e preparando e monitorando suas próprias atividades. Nota-se que, quando os estudantes evocam os seus pensamentos, trazem à memória o que foi estudado, identificando as próprias compreensões e incompreensões e, possivelmente, lacunas e aprendizagens (GEWEHER, STROSHCHOEN; SCHUCK, 2020; ROSA, 2014). Nessa perspectiva, de maneira a favorecer que os estudantes obtenham êxito, os professores podem instigar os estudantes a identificar seus conhecimentos, bem como controlar suas ações relacionadas a uma determinada tarefa (GEWEHER, STROSHCHOEN; SCHUCK, 2020).

Segundo Rosa e Rosa (2016), o pensamento metacognitivo se caracteriza como mecanismo ativador da memória e do autoconhecimento. Dessa forma, o papel do professor passa a ser de criar situações e de estabelecer estratégias para facilitar a evocação desse pensamento.

Caminho metodológico

O presente texto aborda o desenvolvimento de um protótipo de PE na forma de Sequência Didática (SD), vinculado à tese de doutoramento do primeiro autor, conforme relatado anteriormente. Salienta-se que na pesquisa em que o protótipo foi elaborado e testado, fez-se uso da metodologia da DBR – *Design-Based Research*, que consiste numa espécie de gerenciamento de controle do processo de produção e implementação de uma inovação educacional em contextos escolares reais (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017). Assim, a DBR foi considerada como uma espécie de teoria sobre a metodologia que possibilitou organizar de maneira coerente o processo de levar à sala de aula inovação pedagógica. Desse modo, foram consideradas diferentes opiniões e iterações, para melhorar o *design* na prática e instituir as mudanças necessárias para consolidar o PE final.

Como a pesquisa fez uso de SD na perspectiva da DBR, esta se caracterizou como intervenção e ao mesmo tempo como um produto (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017), que incluiu atividades de ensino e de aprendizagem a serem desenvolvidas, empiricamente adaptadas ao raciocínio dos estudantes e a um contexto real de sala de aula.

De acordo com Kneubil e Pietrocola (2017), a metodologia DBR é abrangente e pode ser usada em muitas áreas do conhecimento com o objetivo de implementação de algum produto ou inovação. Na área de educação, ela pode ser empregada em estudos que investigam estratégias mais adequadas no uso de recursos educacionais, estudos relacionados a inovações curriculares ou que versam sobre a ação docente, entre outros

Nessa perspectiva, o protótipo do PE foi elaborado em conformidade com o princípio colaborativo da DBR, o que possibilitou a existência de diversos participantes. A proposta do protótipo do PE, intitulada “Pensamento Metacognitivo e Matemática em Conceitos de Biologia – Genética” foi desenvolvida no ano 2021/B com quatro professores de Biologia de uma escola do município de Rubim, Estado de Minas Gerais.

Antes de ser testada com os professores participantes da pesquisa, a proposta do protótipo passou por análise dos professores do componente curricular Prática Profissional Docente: Produto Educacional, vinculado ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas, constituindo-se uma primeira iteração. Também passou por análise de doutorandos do referido Programa, numa outra iteração. Para a testagem, a iteração com os professores, utilizou-se do

protótipo em arquivo PDF e impresso. Inicialmente, foram explanados os seus objetivos e assinados, pelos professores, o TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para participação na pesquisa. Para favorecer a visualização das atividades e demonstração dos *links* que se faziam presentes no protótipo, utilizou-se de um projetor multimídia.

Os conceitos matemáticos foram apresentados na SD por meio de exemplos práticos, considerando-se as orientações da Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (BNCC). O desenvolvimento das versões do protótipo com professores seguiu-se de maneira a verificar aspectos limitantes da proposta, que poderiam remeter a ajustes ou reformulações antes do estudo final, com estudantes.

Desse modo, o protótipo de PE foi organizado com atividades para aplicação de conceitos matemáticos no Ensino de Biologia, utilizando-se diferentes recursos pedagógicos e reflexivos, para favorecer o ensino de Biologia, com evocação do pensamento metacognitivo, no Ensino Médio. Segundo Rosa e Rosa (2016), o pensamento metacognitivo se traduz como mecanismo ativador da memória e do autoconhecimento. Dessa forma, o papel do professor passa a ser de criar situações e de estabelecer estratégias para facilitar a evocação desse pensamento, de maneira a contribuir para que os estudantes se coloquem independentes na busca pelo conhecimento e aprendam a aprender.

A proposta de protótipo foi projetada para ser desenvolvida em 10 aulas duplas de 100 minutos cada uma, ou seja, dois períodos de aulas de 50 minutos. Apesar de ser organizado com tal estrutura, o desenvolvimento com os professores se deu em três momentos, que foram organizados de modo a contemplar as Unidades de Estudo, que constituíram o PE protótipo. Para as aulas, o conteúdo foi organizado com o conteúdo estruturante sendo a Genética. Já o conteúdo básico, a Genética de Populações e o conteúdo específico, os conceitos de Genética: genótipo; fenótipo, probabilidades, frequência genotípica, frequência gênica e, grupos sanguíneos.

As atividades foram organizadas considerando as habilidades e competências de duas áreas de estudo: Área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio – Biologia: (EM13CNT205) - Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências e; Área da Matemática e suas Tecnologias – Matemática: (EM13MAT311) - Resolver e elaborar problemas que envolvam o cálculo da probabilidade de eventos aleatórios, identificando e descrevendo o espaço amostral e realizando contagem das possibilidades.

No desenvolvimento da SD foram disponibilizados questionários antes e após o desenvolvimento das atividades, para que os professores participantes apresentassem as suas percepções e vivências relacionadas com a aplicação de conceitos matemáticos no ensino de

Biologia, com evocação do pensamento metacognitivo. Além disso, buscou-se registrar as observações que os professores apresentaram acerca das atividades e do PE protótipo, como um todo, em uma ficha de avaliação, específica, elaborada com base na proposta de Ficha de Avaliação de Produto Educacional apresentada por Rizzatti *et al.* (2020)¹.

Como a pesquisa ocorreu na abordagem qualitativa nos princípios da DBR, fez-se uso de combinação de métodos. Seguiu-se também em conformidade com Gil (2008). A coleta de dados ocorreu a partir dos questionários e da ficha citada, além das observações registradas no diário de bordo do pesquisador. Desse modo, traz-se neste texto, um recorte da pesquisa, onde se analisou a aplicação de conceitos matemáticos na Biologia, com evocação do pensamento metacognitivo em situações de ensino no EM, na perspectiva da visão de professores.

Testando o Protótipo de Produto Educacional - Percepções e vivências de professores de Biologia

Na Genética alguns conceitos, processos e aplicações podem ser assuntos que causam dificuldades de compreensão dos estudantes por se distanciarem de suas experiências cotidianas e, talvez, por serem abordados de forma sem elementos motivadores de aprendizagem. Por vezes, o modo de ministrar os conteúdos de Genética nem sempre permitem que estudantes compreendam os conceitos científicos devido serem abordados de forma abstrata, tornando-os difíceis de assimilação (PEREIRA *et al.*, 2020). Sendo assim, faz-se necessário que haja o uso de diversas estratégias didático-pedagógicas, sobretudo, aulas com possibilidade de colocar o estudante reflexivo do seu processo de aprender. Foi nessa perspectiva que as atividades do protótipo do PE foram estruturadas.

Para o início do desenvolvimento das atividades do protótipo com os professores, utilizou-se o recurso tecnológico *Mentimeter*, buscando perceber a expectativa dos professores participantes da pesquisa acerca da aplicação de conceitos matemáticos no ensino de Biologia. No recurso digital utilizado, foi gerada uma nuvem de palavras (Figura 1) que corresponde às respostas apresentadas por eles.

¹ RIZZATTI, Ivanise Maria [*et. al.*]. Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. **ACTIO: Docência em Ciência**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-17, mai./ago., 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>

Figura 1 – Nuvem de palavras com respostas dos professores que participaram do desenvolvimento do Protótipo

Qual é sua expectativa relacionada ao estudo de Biologia com aplicação da Matemática? Responda usando 3 palavras, separadamente.



Fonte: Dos autores (2021).

A nuvem de palavras gerada aponta que os professores pensaram na conexão dos componentes curriculares, em aprofundamento teórico, metodologia inovadora, ciência e nos aspectos relativos à aprendizagem. Cabe ressaltar que o uso do recurso da nuvem de palavras não foi meramente para ilustrar, mas para buscar alcançar sentidos, uma vez que oferece oportunidades para identificar, descrever e analisar. De acordo com Vasconcellos-Silva e Araujo-Jorge (2019, p. 43), “as nuvens de palavras acrescentam clareza e transparência na comunicação de ideias, revelando padrões interessantes para análises posteriores”, sendo consideradas uma opção para análise de textos e disseminação de resultados de pesquisas de abordagem qualitativa.

No desenvolvimento do protótipo, inicialmente, foi notada uma estranheza por parte dos professores, talvez pelo formato diferenciado daquilo que tradicionalmente trabalham em sala de aula. Ressalta-se que no decorrer das atividades, perceberam que há maneiras de levar o estudante a pensar no seu processo de aprendizagem. Eles entenderam e expressaram que em qualquer situação de sala de aula, há que ser considerado o conhecimento prévio dos estudantes e o pensar em como eles aprendem. Isto leva a entender portanto, que quando conhecemos determinadas coisas podemos conhecer outras, uma vez que o conhecimento se entrelaça em diversas áreas do conhecimento.

Também foi expresso pelos participantes que quando o professor reflete o processo de aprender, cria-se possibilidade de fazer uma mediação, de maneira que os estudantes percebam a

finalidade da ciência e ampliem o saber. Entende-se que isso remete a pensar no aprender, a pensar no estudo reflexivo, na organização do saber, e seu desenvolvimento (OLIVEIRA, 2020).

Para aqueles professores, as atividades trazem pontos reflexivos que favorecem aos estudantes pensar nas estratégias que estão desenvolvendo nas tarefas, a pensar nas dificuldades encontradas e como está ocorrendo o aprendizado, além de possibilitar autonomia e autorregulação para construir o conhecimento. Nesse viés, percebe-se que apontaram para o caráter do sentido metacognitivo das atividades. Como ressalta Rosa (2014), as atividades devem possibilitar ao estudante a aprender a regular e a monitorar a busca pelo conhecimento, de modo autônomo e gerenciando sua aprendizagem. Para Rosa (2014), deve ser criada possibilidade do sujeito se questionar acerca do que precisa ser feito e quais os caminhos a serem seguidos na tomada de consciência dos mecanismos favorecedores da sua aprendizagem.

Na ideia daqueles professores que participaram das atividades, a SD traz potencial para o ensino de Genética com aplicação de conceitos matemáticos no 3º ano do Ensino Médio, todavia entenderam que se deve considerar os contextos de cada escola e de cada turma, o que requer adaptações. Concorde-se com pensamento deles, pois os contextos influenciam os processos de ensino e de aprendizagem. Nesse sentido, entendeu-se ser relevante que ocorresse o desenvolvimento do trabalho com a SD para estudantes, no intento de se realizar uma análise sob a visão discente quanto à aplicação dos conceitos matemáticos para estudo de Biologia e dos aspectos metacognitivos relacionados.

Os professores ainda expressaram que entenderam ser necessário enfatizar o estudo da fenilcetonúria que é abordado nas atividades de cálculo de probabilidade e frequência fenotípica. Sugeriram o acréscimo deste tema. Além disso, foi sugerido também atividade para a aplicação da teoria dos conjuntos relacionada à probabilidade genética. Notou-se assim que as vivências de sala de aula daqueles professores podem ter favorecido a visão da importância de ocorrer uma ênfase no estudo da fenilcetonúria e da teoria dos conjuntos como temas para melhoria do PE.

Para a situação do estudo da fenilcetonúria, sugerido pelos professores, foi elaborada uma atividade no modelo de aula invertida², visando colocar os estudantes autônomos, reflexivos da importância da ciência e protagonistas de suas aprendizagens. De modo geral, os professores entenderam que não haveria necessidade de outras adaptações, todavia, fazendo uma análise mais aprofundada percebeu-se que outros ajustes fossem necessários para tornar claro o desenvolvimento das atividades em outro contexto.

² Na abordagem da sala de aula invertida, antes da aula o aluno estuda e a aula deve se tornar um lugar de aprendizagem ativa, onde há perguntas, discussões e atividades práticas.

VALENTE, José Armando. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.38645>.

Na análise das percepções que os professores expressaram, buscou-se relacionar com os elementos metacognitivos³. Para elucidar e ratificar apresenta-se excertos com os argumentos dos mesmos que foram identificados pela letra P - a inicial da palavra professor, seguida da numeração de 1 a 4 (Quadro 1) e que remetem a elementos.

Quadro 1 – Excertos dos argumentos apresentados pelos professores participantes da pesquisa, associados a elementos metacognitivos

Elementos metacognitivos	Argumentos dos professores
Pessoa	<i>Muito dinâmico. Coloca o aluno a pensar na sua aprendizagem (P1). Penso que deixar o aluno mais autônomo e direcionar para pensar na aprendizagem e ajuda a aprender (P3). Eu pensei na metodologia das atividades, mas me coloquei como aluno e refleti sobre os questionamentos que leva a pensar no processo de aprender (P1).</i>
Tarefa	<i>Os questionamentos em cada tarefa levam o aluno a pensar no que foi exigido para cumprir a tarefa e em como decidir por uma estratégia para concluir e chegar a uma resolução (P4).</i>
Estratégia	<i>Estas atividades do modo que estão elaboradas possibilitam aos alunos a pensarem no aprendizado deles, nas estratégias para aplicar a Matemática na Genética, principalmente que há questionamentos que levam a refletir a maneira como eles aprendem (P1). É importante considerar o que o aluno já sabe, eles podem já ter uma base. Assim, a gente vai orientar para refletirem a aplicação da Matemática na Biologia, para buscarem a pensar em estratégias para aprender (P3).</i>
Planificação	<i>É uma sequência didática que segue na linha daquilo que se observa atualmente: um novo aluno, uma nova sala de aula. Acredito que se adequa ao novo contexto de ensino e pode ser adaptada (P1). Não é só ensinar Genética, mas também mediar para fazer pensar na construção e no fazer da Ciência (P2).</i>
Monitoramento	<i>Nessas atividades há possibilidade de o aluno pensar e compreender a utilização da Matemática... que ela é uma Ciência que serve de apoio para outras ciências, para nos mostrar resultados das situações vistas como problemas (P4).</i>
Avaliação	<i>Eu gostei bastante da utilização do mapa conceitual e vou utilizar nas minhas aulas quando possível. É uma oportunidade para o aluno mostrar o que assimilou (P2). O Vê eu não conhecia, mas é uma possibilidade de avaliação diferente. Claro que precisa ser adaptado para ser trabalhado na Educação Básica. Penso que vale a pena utilizar este instrumento (P3).</i>

Fonte: Dos autores (2021).

Ressalta-se que, de modo holístico os elementos metacognitivos apontados por Rosa (2014), por Rosa e Meneses Villagrà (2020) são usados para ações didáticas, contudo entendeu-se que tais elementos, nessa análise, pudessem ser associados às expressões dos professores relativas ao desenvolvimento do protótipo do PE. Assim, pelo que foi apontado no Quadro 1, buscou-se demonstrar o estabelecimento da relação das ideias dos professores com os referidos elementos.

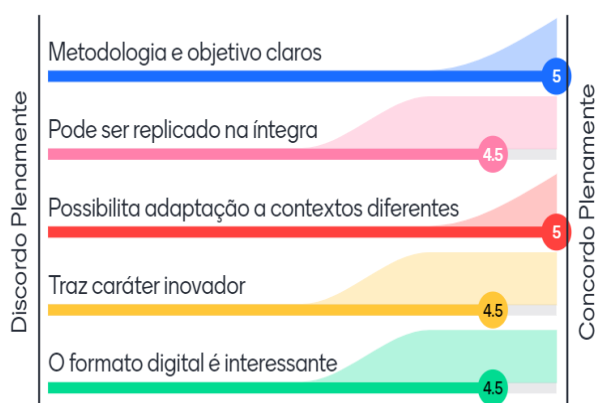
³ Os elementos metacognitivos propostos por Rosa (2014) foram considerados para análise dos argumentos dos professores relacionados à validação do protótipo do PE.

Talvez, outras ideias fossem mais claras, todavia, as pessoas não expressam oralmente ou por escrito tudo aquilo que pensam. De acordo com Rosa (2014), quando se trata do conhecimento metacognitivo, este se estabelece por meio da tomada de consciência das próprias variáveis mencionadas, e também pela forma de como estas interagem e influenciam no alcance do objetivo cognitivo.

Quanto aos questionamentos metacognitivos e as ferramentas didáticas que foram apresentadas no desenvolvimento das atividades do protótipo, acredita-se que se constituem instrumentos que os professores podem utilizar, e agregar às suas ações didáticas. Isto foi mencionado pelos professores participantes, e esta ideia é corroborada por Rosa (2014). Entende-se que ao oportunizar a ativação de mecanismos cognitivos potencializadores da aprendizagem, isto pode contribuir para a autonomia intelectual, a formação de um pensamento crítico e a capacidade de continuar aprendendo (MOTA; ROSA, 2018). Os professores ainda demonstraram, as suas percepções acerca da aplicação do protótipo, conforme mostrado na Figura 2, numa escala do tipo Likert⁴, do recurso tecnológico *Mentimeter*.

Figura 2 – Percepções dos professores participantes desta pesquisa acerca do protótipo aplicado a eles para análise

Considerando a aplicação do PE e a possibilidade de replicação, aponte sua opinião.



Fonte: Dos Autores (2021).

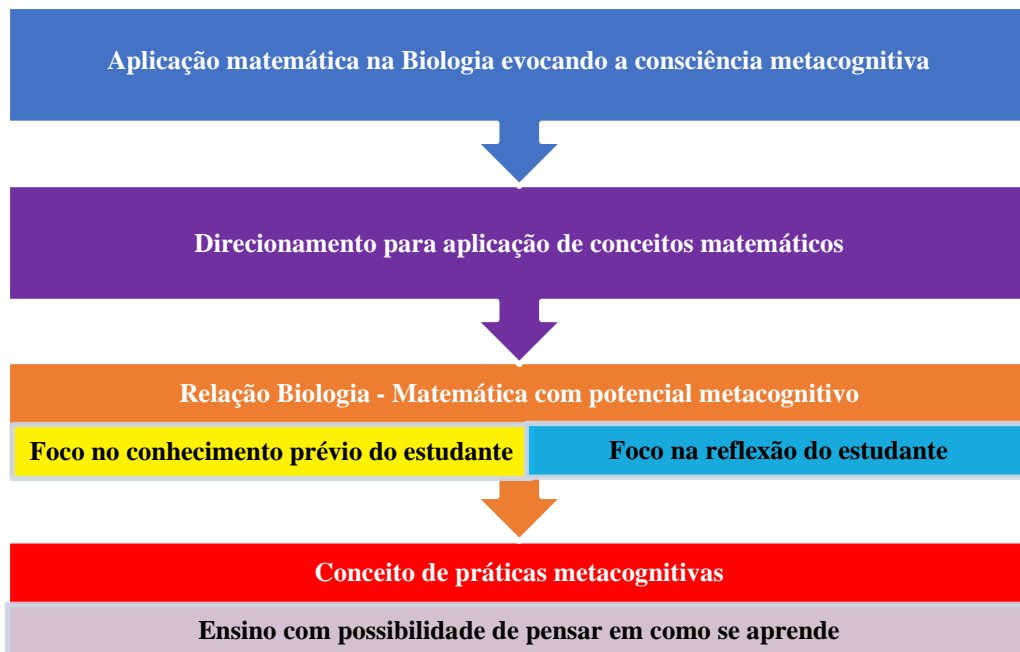
Em conformidade com o que demonstraram, apresentado na Figura 2, os professores aprovaram o protótipo, que posteriormente foi ajustado e desenvolvido com estudantes do Ensino Médio. Ademais, nesse viés, parece haver a compreensão por parte deles, de que há necessidade de

⁴ ANTONIALLI, Fábio; ANTONIALLI, Luiz Marcelo; ANTONIALLI, Renan. Usos E Abusos da Escala Likert: Estudo Bibliométrico nos Anais do Enanpad de 2010 a 2015. Congresso de Administração, Sociedade e Inovação - CASI, 2016. Anais... CASI, 2016. Juiz de fora/MG, 2016.

se estabelecer a conexão dos componentes curriculares apresentando aos estudantes às possibilidades de ensino e de aprendizagem de maneira inovadora. Isto está imbricado no pensamento de Rosa (2014), que afirma que se faz necessário que seja ultrapassada a fragmentação dos conteúdos e as técnicas para memorizar os conhecimentos presentes no ensino tradicional e conservador da escola.

Quanto à análise dos questionários disponibilizados aos professores, e respondido por eles antes e após o desenvolvimento do protótipo do PE, seguiu-se na perspectiva da análise qualitativa apregoada por Gil⁵ (2008) que se constitui de três etapas. Considerando-se isto, na primeira etapa denominada por Gil (2008) de redução, os questionários foram transformados em sumários gerando as categorias apontadas na Figura 3, a seguir e que são comentadas mais à frente no texto.

Figura 3 – Categorização dos questionários respondidos pelos professores que participaram da aplicação do Protótipo 2021/B



Fonte: Dos autores (2021).

Seguindo-se com a interpretação, na segunda etapa que é a exibição, foram consideradas as semelhanças e inter-relações das expressões dos professores que estão relacionadas com as indagações constantes do questionário inicial e exibidas nos Quadros 2, 3 e 4. Para o questionamento 1: “O que você pensa de atividades com aplicação matemática na Biologia evocando a consciência metacognitiva nos estudantes? Será que atividades assim podem trazer contribuições importantes para o ensino de Biologia?” foram sintetizadas a seguintes ideias:

⁵ Os pressupostos analíticos qualitativos apresentados por Gil (2008) seguem três etapas: redução, exibição e conclusão/verificação. Estas etapas convergem para a análise apregoada por Bardin (2016) descrita no item 4.6 deste texto.

Quadro 2 – Interpretações da fala dos professores participantes do estudo, quando questionados acerca da construção do conhecimento por parte do aluno

Participante	Semelhanças e inter-relações
P1	Salienta que as atividades vão de encontro com a capacidade humana de entender e aprender as coisas; argumenta que o conhecimento do estudante é construído a partir das vivências, conhecimento prévio e das reflexões. Pensa que sim, já que Biologia é o estudo da vida.
P2	Argumenta que com tais atividades o estudante tem diversos meios para construir o conhecimento, mas que depende do interesse. Acredita que pode mostrar significados para a Matemática.
P3	Argumenta que o estudante constrói o conhecimento considerando que já sabe para aprender aquilo que ainda não aprendeu, mas que precisa refletir o seu aprendizado de modo geral. Relata que as atividades com tal caráter possibilita aprender Biologia de modo mais reflexivo.
P4	Aponta que o estudante já possui uma base de conhecimento a partir das vivências do cotidiano, entretanto menciona que se houver possibilidades de o estudante pensar na sua aprendizagem pode ser positivo. Salienta que pode contribuir para o ensino de Biologia quebrando as ideias negativas quanto a Matemática.

Fonte: Dos autores (2021).

Analizando-se as ideias dos professores (Quadro 2), é de se entender que a escola deva promover uma educação científica por meio da qual o conhecimento construído passe a fazer parte da cultura pessoal dos estudantes. De acordo com Demo (2002, p. 349), “no que concerne à formação, saber construir conhecimento como qualidade formal e política redonda em aprimoramento visível da autonomia, um dos horizontes mais importantes do conhecimento da história humana”. Desse modo, segundo o autor, para se construir conhecimento com qualidade, é imprescindível que se preocupe com a sua cientificidade, no sentido da capacidade de questionar, mas principalmente de se autoquestionar.

A partir da indagação 2: “Como você apresenta o pensamento matemático na ação de conhecer o mundo biológico? Você direciona para que o estudante pense na aplicabilidade da Matemática na Biologia?”, constatou-se as expressões que estão apontadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Expressões obtidas da fala dos professores participantes do estudo, quando responderam questões relacionadas à aplicação matemática na Biologia

Participante	Semelhanças e inter-relações
P1	<i>[...] por meio de questões do cotidiano. Utilizo a interdisciplinaridade que é muito importante; que favorece saber interpretar problemas matemáticos associados à Biologia e que estão presentes no cotidiano.</i>
P2	<i>Costumo dizer [...] principalmente para os terceiros anos que muitos conteúdos da Biologia estão associados à Matemática [...]</i>
P3	<i>Mostro que a Matemática faz parte do nosso cotidiano e que está presente na Natureza e no mundo vivo. Procuro mostrar que existem situações em que a Biologia se apoia na Matemática para nos dar respostas.</i>
P4	<i>Enfatizando a importância de se conhecer a interligação entre as duas ciências, que uma complementa a outra nas resoluções e soluções de situações do cotidiano. O aluno é instigado a desenvolver uma linha de raciocínio baseada na relação dos conteúdos das duas ciências.</i>

Fonte: Dos autores (2021).

Considerando-se os argumentos dos professores apontado no Quadro 3, compreende-se que o conhecimento científico que se aborda nas aprendizagens escolares necessita seguir na direção de buscar eliminar barreiras construídas entre os componentes curriculares. Assim, as conexões entre Biologia e Matemática podem ser analisadas em suas possibilidades, visando oportunizar que professores e alunos relacionem, articulem e integrem conhecimentos anteriormente organizados de forma especializada (SILVA Jr.; GAZIRE, 2011).

No tocante ao questionamento 3: “Quando você expõe um conteúdo de Biologia que se aplica o conhecimento matemático, considera aquilo que o estudante já sabe e reflete acerca da construção do novo aprendizado?”, apresentaram as expressões descritas no Quadro 4, que destacam relevância do conhecimento prévio dos estudantes.

Quadro 4 – Expressões obtidas da fala dos professores participantes do estudo, quando responderam questões relacionadas ao conhecimento prévio do estudante

Participante	Semelhanças e inter-relações
P1	<i>[...] os alunos já possuem um conhecimento prévio [...] que possibilita estabelecer uma conexão com o que será ensinado e o professor deve considerar isso.</i>
P2	<i>Sempre deve ser considerado o conhecimento prévio do aluno para iniciar um novo conteúdo. Muitas vezes os alunos já têm uma base, precisamos orientá-los e mostrar meios para ampliar a construção do conhecimento.</i>
P3	<i>Em qualquer situação de sala de aula eu acredito que devemos considerar o conhecimento prévio. Entendo que é necessário pensar no aprendizado do aluno.</i>
P4	<i>No desafio do ensino e do aprendizado é considerada toda a “bagagem”, todo conhecimento para cada tema a ser abordado. A partir do que se sabe sobre o conhecimento do aluno é que vai ser traçada uma linha de estudo e a forma na qual o conteúdo será aplicado.</i>

Fonte: Dos autores (2021).

Pelos argumentos dos professores (Quadro 4), parece que houve o entendimento de que, os conhecimentos que os estudantes já possuem torna possível a aquisição de outras ideias que podem ser utilizadas em novas situações, servindo de base e descoberta de novos conhecimentos. Para Pozo (1998), os conhecimentos prévios dos estudantes podem estar em concepções espontâneas, com base em informações obtidas por meio das interações com o mundo natural, podem estar em concepções induzidas, aquelas que são partilhadas pelo grupo social a que pertencem e; em concepções analógicas que estão relacionadas à comparação entres os diversos domínios do saber.

Em conformidade com os excertos apresentados nos Quadros 2, 3 e 4, percebeu-se que além de semelhança no pensamento dos professores, as suas ideias interrelacionam e trazem à tona o fundamento do pensamento metacognitivo, que implica em uma tomada de consciência dos mecanismos favorecedores da aprendizagem (ROSA, 2014). Entendeu-se que tais ideias seguem

na direção de que há necessidade de ativação do pensamento dos estudantes no sentido de reconhecerem a aplicabilidade da Matemática e de se utilizarem dela para execução de estratégias para aprender Biologia.

Sob o mesmo ponto de vista, na análise realizada, entendeu-se que as ideias e expressões dos professores que foram destacadas, demonstrando compreensão que remete ao pensamento metacognitivo trazem possibilidade de serem relacionadas com o conhecimento metacognitivo declarativo⁶ e procedimental (FRANCISCO; SILVA; WARTHA, 2022), ou seja, fazem alusão, ao saber o que é, saber como utilizar e por que usar.

No que se refere às ideias relativas ao pensamento dos participantes após o desenvolvimento da prototipagem, eles responderam a duas indagações. Para a indagação 1: “*Após a realização desta SD, na qual ocorreu aplicação da Matemática na Biologia, utilizando de diferentes instrumentos com potencial metacognitivo, você compreende que é importante evocar o pensamento metacognitivo dos estudantes? Comente:*”, apontaram ideias que foram sintetizadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Ideias dos professores participantes do estudo obtidas nos questionários, associadas ao pensamento metacognitivo

Participante	Semelhanças e inter-relações
P1	<i>[...] muito importante, pois leva o estudante a refletir a Biologia e seus processos, incluindo a aplicação da matemática; possibilita compreender uma finalidade para o seu estudo.</i>
P2	<i>Sabemos que as atividades de caráter metacognitivo podem proporcionar maior potencialidade de nossas práticas.</i>
P3	<i>Sim, uma vez que facilita a compreensão mais efetiva daquilo que o estudante está aprendendo, além de dar condição de organização e monitoramento da construção da sua aprendizagem.</i>
P4	<i>Muitos conteúdos estão conectados e temos que levar o aluno a refletir para perceber essa conexão e, para facilitar a compreensão do que está aprendendo e como está aprendendo.</i>

Fonte: Dos autores (2021).

Com relação à questão da evocação do pensamento metacognitivo dos estudantes, os professores ressaltaram a importância de levá-los a se tornarem reflexivos de si. Todavia, ressaltou-se que, quando houver a intenção de que os estudantes evoquem o seu pensamento metacognitivo, se faz necessário que este pensamento seja ativado (ROSA, 2014), o que aponta para a relevância do desenvolvimento de alternativas didáticas com possibilidade de subsidiar a ação docente.

Para o questionamento 2 “*Com a atividade desenvolvida, você percebe que os alunos têm oportunidade e possibilidade de pensarem no modo como aprendem?*”, apresentaram os seguintes argumentos (Quadro 6).

⁶ Conhecimento declarativo na concepção de Francisco, Silva e Wartha (2022) diz respeito ao conhecimento de uma pessoa sobre o que se sabe ou não se sabe ou sobre os fatores que se relacionam com algum desempenho e o conhecimento procedimental, corresponde a utilização de estratégias para se alcançar um objetivo.

Quadro 6 – Associação da SD com o pensamento metacognitivo de estudantes estabelecida pelos professores participantes da pesquisa

Participante	Semelhanças e inter-relações
P1	<i>As atividades possuem pontos reflexivos que direciona o aluno a pensar em como está desenvolvendo as tarefas e em como está aprendendo.</i>
P2	<i>Essa proposta possibilita o aluno construir conhecimentos e a realizar mudanças conceituais, partindo das produções e abordagens da aplicação da Matemática na Biologia.</i>
P3	<i>Quando o aluno é instigado a participar, juntamente com o professor, expondo experiências já vivenciadas, o aprendizado será exitoso. É papel do professor despertar no aluno o gosto pelo saber.</i>
P4	<i>É dada a oportunidade e possibilidade para os alunos, porém nesse tempo de Pandemia eles têm mostrado desinteresse.</i>

Fonte: Dos autores (2021).

De acordo com o que está demonstrado nos Quadros 5, 6 e 7, que apontam as semelhanças e inter-relações das expressões dos professores, pode ser notado que seguem uma mesma linha de pensamento, que remete a colocar o estudante a pensar na construção do seu conhecimento e na execução das tarefas num processo de interação entre o conhecimento já existente e o novo (ROSA, 2014). Avigorando, Francisco, Silva e Wartha (2022, p. 38) fazem a ressalva de que “estudantes aprendem à medida que buscam informações, propõem e tomam decisões”.

Por fim na terceira etapa da análise apregoada por Gil (2008), que diz respeito à conclusão/verificação, buscou-se apontar os significados, padrões e explicações a partir das concepções dos professores reduzidas a categorias como sugere Gil (2008) na primeira etapa da análise, que é a redução, e que estão descritas, a seguir, de modo sintetizado.

1 Aplicação matemática na Biologia evocando a consciência metacognitiva

Os professores participantes das atividades do protótipo do PE, salientaram que a forma como a Matemática foi apresentada no estudo da Biologia, leva o estudante a gerar novos significados para a sua aprendizagem, de modo a conseguir perceber a aplicação de conceitos matemáticos em outra área do conhecimento e a pensar nos processos da sua aprendizagem. Esta ideia vai de encontro com o pensamento de Rosa e Schmitz (2020, p. 3), quando argumentam acerca da metacognição, afirmando que esta “se refere ao modo como os sujeitos elaboram e identificam seus conhecimentos sobre seu próprio processo cognitivo ou sobre como percebem que aprendem e recordam as informações”.

2 Direcionamento para aplicação de conceitos matemáticos

Para os professores, os conteúdos organizados na proposta de protótipo se mostraram de maneira que o estudante parte de um conceito biológico e é direcionado para uma aplicação

matemática, o que pode favorecer uma visão diferente da Matemática. Nas expressões, deixam perceptível que é relevante que o estudante perceba a conexão da Biologia com Matemática. Que é importante que perceba e pratique a aplicabilidade da Matemática.

3 Relação Biologia - Matemática com potencial metacognitivo

Nas suas expressões, os professores trouxeram a ideia de que enquanto ciência, a Biologia pode mesmo se apoiar na Matemática, para apresentar respostas a determinadas situações que são especificamente biológicas e que, por vezes, não podem ser explicadas sem a aplicação de um conceito matemático. Salientaram que foi percebido que a relação Biologia e Matemática traz em si um potencial reflexivo, que pode favorecer pensar em como aprender um conteúdo com suporte de uma outra área do saber.

a) Foco no conhecimento prévio do estudante

Notou-se que as concepções do conceito de conhecimento estão associadas às vivências cotidianas, compreensões, entendimentos, que pensam favorecer o aprendizado. Ao analisar os excertos apresentados, percebeu-se que os professores expressaram de modo reflexivo acerca do conhecimento e salientaram que o estudante aprende a partir daquilo que já conhece.

b) Foco na reflexão do estudante

Os professores trouxeram o argumento de que as atividades apresentadas possibilitam que os estudantes pensem em como desenvolvem as tarefas e em como estão aprendendo.

4 - Conceito de práticas metacognitivas

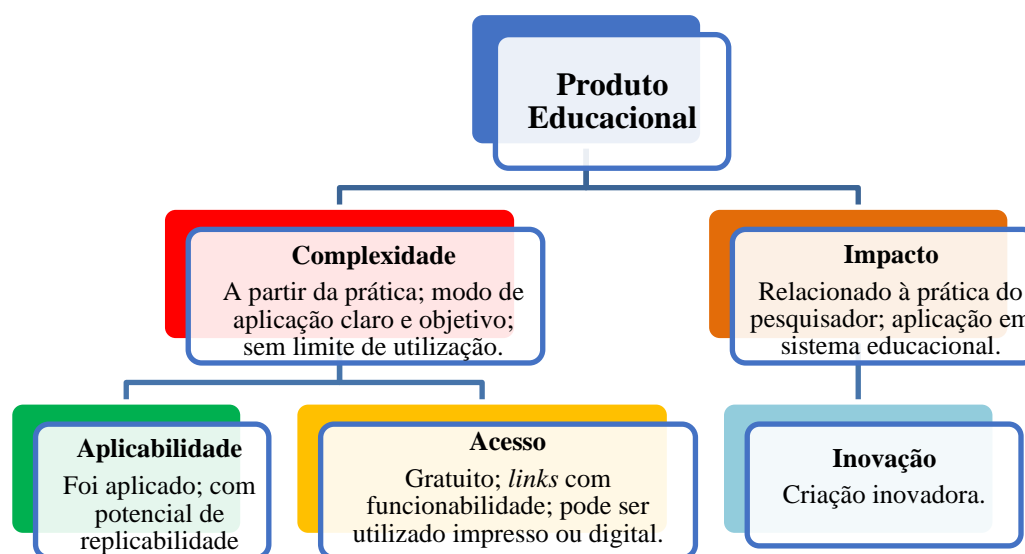
Os participantes expressaram que quando há possibilidade de o aluno refletir a construção do seu conhecimento, poderá perceber no diálogo, que a mediação instiga para aprender, o que remete ao conceito de prática metacognitiva. Isso aponta que, é fundamental que práticas em sala de aula tragam possibilidade para que os estudantes ativem os seus pensamentos e os conhecimentos, que são necessários para o desenvolvimento da atividade proposta, com suporte de mediação eficaz.

5 - Ensino com possibilidade de pensar em como se aprende

Nos argumentos dos professores, pode ser notado um alinhamento dos seus pensamentos, o que leva a inferir-se que, quando há possibilidade de se colocarem reflexivos acerca da ciência, também há possibilidade de refletirem a sua prática de ensino, ou seja, pensar em um ensino com possibilidade de pensar em como se aprende. Nessa linha, considerando-se a ideia de elaboração e aplicação de um produto educacional, Rizzatti *et al.* (2020), salientam que o professor que reflete a sua prática sustentado na teoria deixa de ser apenas um reproduzidor, atuando também como um agente de reflexão e produção de materiais educacionais.

Finalmente, ao analisar a ficha de avaliação, elaborada especificamente para uma possível validação da proposta do protótipo desenvolvida, tomando por base a proposta de Ficha de Avaliação de Produto Educacional apresentada por Rizzatti *et al.* (2020), foi verificado que os professores validaram a SD protótipo. Em conformidade com os registros observacionais, aponta-se na Figura 4 uma síntese esquemática das suas argumentações.

Figura 4 – Síntese das argumentações dos professores participantes do estudo para validação da proposta do protótipo



Fonte: Dos autores (2021).

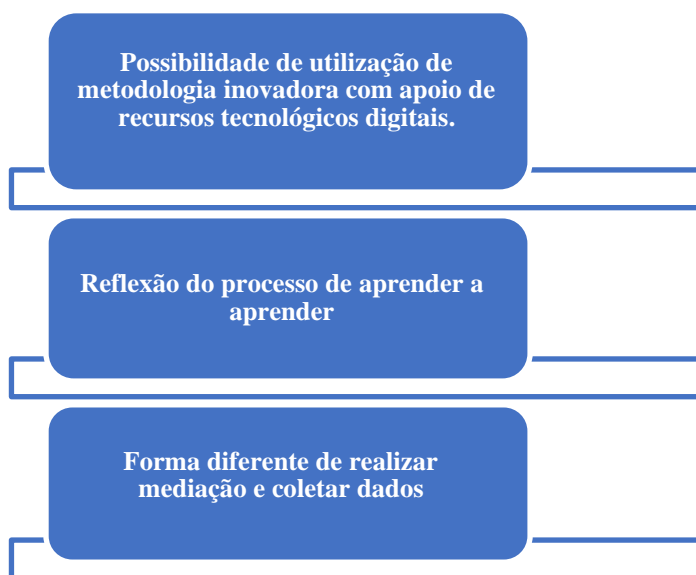
Tomando por base a ideia de abrangência e replicabilidade do Protótipo de PE, os participantes mencionaram que pode ser desenvolvido em qualquer turma do 3º ano do Ensino Médio, todavia chamaram atenção para que sejam considerados os contextos de escola e, principalmente, das turmas. Afirmaram que há de fato, potencialidade de replicação para estudantes, podendo ser utilizado na íntegra ou adaptado. Apontaram ainda, que traz uma dinâmica



criativa e inovadora que vai de encontro com a realidade de sala de aula na contemporaneidade. De acordo com Rizzatti *et al.* (2020, p. 11) a “inovação não deriva apenas do PE em si, mas da sua metodologia de desenvolvimento, do emprego de técnicas e recursos para torná-lo mais acessível, de utilizá-lo em contexto social, dentre outros”.

De modo a deixar claros os aspectos contributivos da proposta de protótipo, apresenta-se na Figura 5, esquematicamente, uma síntese das principais contribuições que emergiram do desenvolvimento da SD com os quatro professores.

Figura 5 – Contribuições percebidas a partir da aplicação do protótipo aos professores participantes da pesquisa



Fonte: Dos autores (2021).

Nesse viés, as sugestões apresentadas pelos professores foram acatadas e considerando-se isto, entendeu-se ser necessário uma reorganização estrutural em toda a prototipagem do PE, pensando no desenvolvimento com estudantes, o que gerou nova SD. Desse modo, foram realizados reajustes nas atividades e na estética. Apesar da necessidade de reestruturação, cabe dizer que foi positiva a aplicação da 1ª prototipagem do PE para os professores.

Considerações finais

Sendo o objetivo deste artigo descrever as percepções e vivências de professores do Ensino Médio relacionadas à aplicação de conceitos matemáticos no estudo de conteúdos de Biologia, buscando estabelecer conexão com evocação do pensamento metacognitivo, pensa-se que foi

possível apontar aspectos das expressões que reportaram as suas ideias acerca do PE e ainda, acerca da aplicação de conceitos matemático na Biologia.

A partir da testagem do 1º protótipo do PE, foi possível perceber que no desenvolvimento da atividade pedagógica, os participantes se colocaram reflexivos, tomando por base a ação do professor frente à aplicação de conceitos matemáticos na Biologia, ao protagonismo e desempenho dos estudantes. Ressalta-se que considerando-se aquilo que os resultados apontaram, foram pensadas ideias e ações de melhorias para o PE que foi desenvolvido *a posteriori*, com os estudantes do Ensino Médio, com problematização dos temas de modo a ocorrer aplicação de conceitos matemáticos reflexivamente, considerando que o papel do professor não é apenas apresentar informações aos estudantes, mas desafiá-los a transformar conteúdo em conhecimento.

Referências

BRASIL. CAPES. *Documento da Área de Ensino – ano 2019*. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/ENSINO.pdf>. Acesso em: 10 out. 2021.

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.

DEMO, Pedro, Cuidado Metodológico: signo crucial da qualidade. *Sociedade e Estado*, v. 17, n. 2, p. 349-373, jul./dez. Brasília, 2002.

FRANCISCO, Welington; SILVA, Erivanildo Lopes; WARTHA, Edson José. Dos Conhecimentos à Regulação Metacognitiva: Diálogos entre Casos Investigativos e Formação Continuada de Professores de Química. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 15, n.1, p. 37-61, Florianópolis, 2022.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1998.

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, Belo Horizonte*, nº 22, e19937, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172020210144>. Acesso em: jul. 2022

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.

LIMA, Murilo Del Bianco; CORAZZA, Maria Júlia; DELLA JUSTINA, Lourdes Aparecida Della Justina. Concepções acerca da história e epistemologia da biologia apresentadas em uma comunidade de prática. *Revista Contexto & Educação*, v. 34, n° 107, Editora Unijuí, jan./abr. 2019, pp. 88-103, ISSN 2179-1309. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/8155>. Acesso em: 20 ago. 2021.

MORAES, Ronny Machado de; GRIGOLI, Josefa A. G. Aprendizagem significativa de conteúdos de Biologia no Ensino Médio mediante o uso de mapas conceituais, com apoio de um software específico aliado ao uso de organizadores prévios. *Série-Estudos - Periódico do Mestrado em Educação da UCDB*, n. 21, p.131-143, Campo Grande-MS, jan./jun. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.20435/serie-estudos.v0i21.299>. Acesso em: 20 set.2021.

MOTA, Ana Rita; ROSA, Cleci Teresinha Werner da. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. *Revista Espaço Pedagógico*, Passo Fundo, RS, v. 25, n. 2, p. 261-276, 2018. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/8161>. Acesso em: 23 set. 2021.

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: 10 jun. 2022.

OLIVEIRA, Jobson de Queiroz. Por que a Matemática interessa à Biologia? *Revista Helius*, v. 3, n. 2, fasc. 1, pp. 113-137. Sobral, 2020. Disponível em: <https://helius.uvanet.br/index.php/helius/article/view/170/163>. Acesso em 02 jul. 2022.

PEREIRA, S. S.; CUNHA, J. S. da; LIMA, E. M. Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de Genética. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 25, n° 1, p. 41-59, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p41>. Acesso em: 11 jul.2022.

PÉREZ, Gaston Mariano; GONZÁLEZ GALLI, Leonardo. Actividades para fomentar la metacognición en las clases de biología. *Tecné, Epísteme y Didaxis: TED, [S. l.]*, n. 47, 2020. DOI: 10.17227/ted.num47-7970. Disponível em: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/7970>. Acesso em: 13 jun. 2022.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

POZO, Juan Ignacio. *Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

RIZZATTI, Ivanise Maria [et al.]. Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. *ACTIO: Docência em Ciências*, V. 5, n.2, Curitiba-PR, 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/issue/view/589>. Acesso em: 15 mai. 2021.

ROSA Cleci Teresinha Werner da; MENESES VILLAGRÁ, Jesus Ángel. Questionamento metacognitivo associado à abordagem didática por indagação: análise de uma atividade de ciências no ensino fundamental. *IENCI- Investigações em Ensino de Ciências*, v. 25, n. 1, pp. 60-76, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p60>. Acesso em: 25 mai. 2021.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da [et al.]. Metacognição e seus 50 anos: uma breve história da evolução do conceito. *Revista Educar Mais*, v. 4, N° 3, pp. 703 a 721, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15536/reducarmais.4.2020.2063>. Acesso em: 12 set. 2021

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

ROSA, Cleci Teresinha 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; SCHMITZ, Kymberly de Oliveira. A metacognição nas pesquisas em educação: uma revisão a partir das teses e dissertações brasileiras. *ACTIO: Docência em Ciências*, V. 5, n. 2, pp. 1-22, Curitiba-PR, 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/issue/view/589>. Acesso em: 10 mai. 2021.

SAMPAIO, Cassia Ferreira; SILVA, Amanda Gomes da. *Uma introdução à biomatemática: a importância da Transdisciplinaridade entre biologia e matemática*. VI Colóquio: Educação e Contemporaneidade. São Cristóvão-SE, Brasil, 2012. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10179/26/26.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2021.

SILVA Jr., G. B.; GAZIRE, Eliane Scheid. Ensino de Biologia e Matemática: possibilidades de influências mútuas. XIII CIAEM-IACME, Recife, Brasil, 2011. *Anais... Recife, PE*, 2011. Disponível em: <http://www.lematec.no-ip.org/CDS/XIIICIAEM/artigos/701.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2021.

SILVA, Suzana Ferreira da; GOMES, Hugo Gustavo de Lira. A 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: 20 maio. 2021.

SOARES, D.S. Matemática e Biologia: relacionando duas áreas por meio da análise de modelos matemáticos. 2013. In: CNMEM: Modelagem Matemática: Pesquisa, Prática e Implicações para a Educação Matemática, n. 8, 2013, Santa Maria-RS. *Anais...* Santa Maria-RS, 2013. p.1-10.

VASCONCELLOS-SILVA, Paulo; ARAUJO-JORGE, Tania. Análise de conteúdo por meio de nuvem de palavras de postagens em comunidades virtuais: novas perspectivas e resultados preliminares. VIII Congresso Ibero-Americano de Investigação Qualitativa – CIAIQ 2019, Lisboa/Portugal, 2019. *Atas - Investigação Qualitativa em Saúde/Investigación Cualitativa en Salud*, v. 2, 2019, Lisboa/Portugal, 2019. Disponível em: <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/CIAIQ2019/article/view/2002>. Acesso em: 09 jul. 2022.