



MOBILIZAÇÃO DE ASPECTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DO MODELO DE RECONSTRUÇÃO EDUCACIONAL PARA APOIAR O PROCESSO DE DESIGN DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE BIODIVERSIDADE

Mobilizing theoretical and methodological aspects of the Model of Educational Reconstruction to guide the design process of a Teaching-Learning Sequence on biodiversity

Michelle Garcia da Silva [michellegs@servidor.uepb.edu.br]
*Departamento de Biologia
Universidade Estadual da Paraíba
Baraúnas, 351, Campina Grande, Paraíba, Brasil*

Roberta Smania-Marques [robertasm@servidor.uepb.edu.br]
*Departamento de Biologia
Universidade Estadual da Paraíba
Baraúnas, 351, Campina Grande, Paraíba, Brasil*

Helaine Sivini Ferreira [hsivini@terra.com.br]
*Departamento de Educação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Dom Manuel de Medeiros, s/n, Recife, Pernambuco, Brasil*

Resumo

O Modelo de reconstrução Educacional (MRE) é utilizado nas pesquisas da área de Ensino de Ciências para o design de ambientes de ensino e aprendizagem, em especial, de sequências didáticas (SD). A maioria destas pesquisas enfatizam, de forma geral, os aspectos metodológicos do MRE e poucas são aquelas que se debruçam sobre os aspectos teóricos ou sobre a mobilização destes aspectos. Neste trabalho nos propomos a responder a seguinte questão: Como os aspectos teóricos e metodológicos do MRE podem ser mobilizados para o propósito particular de desenvolver SDs? Neste estudo de desenvolvimento, com abordagem predominantemente qualitativa, desenvolvemos uma proposta de mobilização que foi estruturada a partir de quatro elementos: as características dos ambientes de ensino e aprendizagem; as etapas do percurso de design de uma SD a partir do MRE; o quadro das potencialidades pedagógicas; e estruturação do plano da SD. Trata-se, portanto, de uma proposta que torna efetiva a mobilização de aspectos teóricos e metodológicos do MRE para o design de SD, sem precisar fazer um estudo aprofundado das grandes teorias que o fundamentam.

Palavras-Chave: Sequência Didática; Modelo de Reconstrução Educacional; Pesquisa baseada em Design.

Abstract

The Model of Educational Reconstruction (MER) is used in research in Science Teaching for the design of teaching and learning environments, especially Teaching-Learning Sequence (TLS). Most of this research emphasize, in general, the methodological aspects of the MER and few are those that address the theoretical aspects or the mobilization of these aspects. In this paper we propose to answer the following question: How can the theoretical and methodological aspects of MER be mobilized for the particular purpose of developing TLSs? In this Developmental Study, with a predominantly qualitative approach, we present a mobilization proposal that was structured based on four elements: the characteristics of teaching and learning environments; the steps of the design path of a TLS based on the MER; the framework of pedagogical potentialities; and the structuring of the TLS plan. It is, therefore, a proposal that makes effective the mobilization of theoretical and methodological aspects of the MER for the design of TLS, without having to make an in-depth study of the major theories that underpin it.

Keywords: Teaching-Learning Sequence; Model of Educational Reconstruction; Design Research.

INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas o Modelo de Reconstrução Educacional (MRE) vem sendo utilizado no âmbito da pesquisa em Ensino de Ciências – principalmente na Alemanha, onde foi proposto – como um referencial promissor para apoiar o processo de design de ambientes de ensino e aprendizagem. Em muitas destas pesquisas são enfatizados os aspectos metodológicos do MRE, que especificam os passos necessários para o processo de design por meio de seus componentes (Kneubil & Pietrocola, 2017; Teixeira & Megid Neto, 2017; Kersting, Henriksen, Bøe, & Angell, 2018).

A apresentação do MRE por meio de seus componentes é bastante disseminada na literatura (Duit, 2006; Duit, Gropengießer, Kattmann, Komorek, & Parchmann, 2012; Kersting *et al.*, 2018; Komorek & Kattmann, 2008; Niebert & Gropengiesser, 2013; Reinfried, Aeschbacher, Kienzler, & Tempelmann, 2015; Stavrou, 2016), de modo que, muitos autores o entendem unicamente como um aporte metodológico para o design de intervenções educacionais¹ (Kneubil & Pietrocola, 2017; Teixeira & Megid Neto, 2017). Esta compreensão desconsidera o fato de que seus componentes e as interações estabelecidas entre eles são fundamentados em pressuposições teóricas, que revelam a perspectiva por meio da qual os processos de ensino e aprendizagem da ciência devem ser vistos no âmbito deste modelo (Kattmann, Duit, Gropengießer, & Komorek, 1996; Duit *et al.*, 2012). Logo, é possível perceber que: i) o entendimento do MRE como um aporte puramente metodológico para o design de intervenções educacionais é limitado; ii) a compreensão teórica do MRE não é enfatizada ou aprofundada na literatura da área de Ensino de Ciências.

A partir de percepções semelhantes a estas, Silva e Ferreira (2020) resgataram uma compreensão ampla do MRE, que evidencia seus aspectos teóricos e metodológicos (Kattmann, 2007), para apresentá-lo como um quadro (teórico) intermediário e como uma ferramenta de design. Assim, como quadro intermediário, o MRE fundamenta o processo de design de intervenções educacionais com determinados aspectos das teorias de referência que o influenciam; e como ferramenta de design, ele instrumentaliza tal processo por meio de seus componentes (Silva & Ferreira, 2020)². Esta visão ampla do MRE é a que consideramos neste trabalho. Aspectos importantes desta visão serão evidenciados, mesmo que brevemente, mais adiante.

Ainda no sentido de avançar na discussão teórica relativa ao MRE, Silva e Ferreira (2020) propõem o Quadro Intermediário Construtivista da Reconstrução Educacional (QICRE) para fundamentar teoricamente o processo de design de ambientes de ensino e aprendizagem. O QICRE torna claro quais aspectos das grandes teorias³ são considerados e como estes aspectos são modificados para a sua composição. Além disso, o aprofundamento da compreensão teórica do MRE permitiu definir quais devem ser as características dos ambientes de ensino e aprendizagem planejados a partir dele. O esforço de clarificar esse quadro intermediário permitiu um avanço não apenas nas discussões teóricas, mas também nas metodológicas, elucidando a dinâmica do processo de design descrito pelo MRE.

Todos os avanços anteriormente pontuados nos levam a corroborar a ideia de que o MRE é um modelo valioso e promissor para Pesquisas de Desenvolvimento (Labudde, 2008), que “enfatizam a natureza prática das intervenções educacionais” (Sarmiento, Muniz, Silva, Pereira, Santana, Sá, & El-Hani, 2013) com o propósito de solucionar problemas reais identificados da prática educativa (Plomp, 2007). Nesse contexto de pesquisa estão aquelas que se dedicam ao desenvolvimento de Sequências Didáticas.

Na literatura da área de Ensino de Ciências no Brasil, tradicionalmente chamamos de SDs as intervenções educacionais que se caracterizam como “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos” (Zabala, 1998, p. 18)⁴. A perspectiva internacional deste tipo de investigação utiliza, mais frequentemente, o termo “*Teaching-Learning Sequences*” (TLS) para falar de sequências de atividades que tem como característica distintiva a “inclusão em um processo evolutivo gradual baseado em pesquisa, visando entrelaçar a perspectiva científica e a do estudante” (Méheut & Psillos, 2004, p.516, tradução nossa). Como nenhum desses dois conceitos de SD contemplam suficientemente a maneira como as compreendemos neste trabalho, optamos por defini-las como: um conjunto de atividades ordenadas, articuladas e estruturadas com base em um processo gradual de pesquisa, que entrelaça a perspectiva

¹ Neste artigo os termos ambientes de ensino e aprendizagem e intervenções educacionais são utilizados como sinônimos.

² Para uma compreensão aprofundada do MRE como um quadro teórico intermediário e como uma ferramenta de design ver Silva e Ferreira (2020).

³ Para ampliar a compreensão sobre grandes teorias, quadros intermediários e ferramentas de design ver Ruthven *et al.* (2009).

⁴ Para ver mais sobre as diferentes abordagens e rótulos de sequência didática na pesquisa em Ensino de Ciências consultar Giordan, Guimarães e Massi (2011).

científica e a do estudante para alcançar determinados objetivos educacionais, oferecendo soluções a problemas identificados na prática educativa.

Vamos supor, por absurdo, que seja possível elaborar uma SD neutra, que não evidencie os referenciais teóricos e metodológicos que orientam os processos de ensino e aprendizagem propostos nela. Realmente, sem efeito, se temos em mente que as SDs são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, é válido considerar que a ordem, a estrutura e a articulação entre estas atividades são consubstanciadas por um conjunto de concepções de ensino e aprendizagem que, embora possam não ser explicitadas, orientam o planejamento docente e inevitavelmente podem ser associadas a alguma perspectiva formal que explica e interpreta os processos de ensino e aprendizagem. Logo, conclui-se que não é possível construir uma SD neutra. Uma possibilidade é que o seu processo construtivo não tenha tido escolhas claras de um referencial teórico e metodológico, o que não é plausível quando o referencial orientador é o MRE.

Desse modo, a articulação entre os conceitos de Zabala (1998) e de Mehéut e Psillos (2004) se fez importante porque, como afirmam estes últimos autores, o MRE apresenta uma estrutura para melhorar o processo de design de sequências didáticas (Méhéut & Psillos, 2004). Embora concordemos com tal afirmação, não nos parece que há na literatura da área de Ensino de Ciências uma proposta clara sobre como os aspectos teóricos e metodológicos do MRE podem ser mobilizados para este propósito. Emerge, com isso, o problema de pesquisa que pretendemos responder com esse artigo: Como os aspectos teóricos e metodológicos do MRE podem ser mobilizados para o propósito particular de desenvolver SDs?

Isto posto, o objetivo principal deste estudo é avançar nos desdobramentos do MRE depois do seu desenvolvimento, mostrando uma possibilidade, que nos parece promissora, de mobilização de seus aspectos teóricos e metodológicos para o design de SDs. Para tal, apresentamos os aspectos teóricos e metodológicos que fundamentam o processo de design descrito no MRE e como eles podem ser mobilizados na construção de uma SD, neste caso sobre a biodiversidade.

MODELO DE RECONSTRUÇÃO EDUCACIONAL: FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS

O MRE é influenciado por aspectos de três grandes teorias: as bases construtivistas, a tradição alemã de *bildung* e *didaktik* e a pesquisa baseada em design (Silva, 2019). As contribuições destes aspectos para o QICRE são classificadas em quatro tipos: i) epistemológicas - indicam a teoria geral do conhecimento que fundamenta as ideias do MRE; ii) cognitivas - sugerem explicações para como se dá a aprendizagem do conhecimento científico; iii) pedagógicas - indicam como os processos de ensino e aprendizagem são inferidos no MRE; e iv) metodológicas - elucidam o percurso de design descrito no MRE para o planejamento de processo de ensino, quer seja fruto de uma pesquisa ou não. No Quadro 1 sintetizamos as contribuições dos aspectos das grandes teorias para a proposição do QICRE.

A mobilização dos aspectos teóricos do MRE é considerada essencial e indispensável para a construção de intervenções educacionais baseadas neste modelo. Esses aspectos influenciam diretamente no design de ambientes de ensino e aprendizagem, que quando planejados com o auxílio do MRE devem ter oito características elementares: (1) Os conceitos científicos e as concepções dos estudantes devem ter o mesmo valor e peso no processo de ensino e aprendizagem; (2) O estudante participa de forma ativa nas atividades propostas no ambiente de ensino e aprendizagem; (3) O conteúdo científico deve ser entendido como uma possibilidade, dentre outras, de interpretação do mundo; (4) Os objetivos educacionais consideram as três dimensões do conteúdo: conceitual, procedimental e atitudinal; (5) O professor assume papel mediador nos processos de ensino e aprendizagem; (6) O ambiente de ensino e aprendizagem deve promover diversos contextos de tratamento do fenômeno a ser estudado, para oportunizar a ampliação do repertório de experiência dos estudantes com o fenômeno; (7) A aprendizagem dos conceitos envolve aspectos cognitivos e afetivos; (8) A avaliação deve envolver critérios cognitivos e afetivos relativos à aprendizagem dos estudantes (Silva & Ferreira, 2020). Estes ambientes de ensino e aprendizagem devem ser planejados com o auxílio da ferramenta de design do MRE, que é composta por três componentes: i) Análise da estrutura do conteúdo; ii) Investigações sobre as perspectivas dos estudantes; e iii) Design e avaliação de ambientes de ensino e aprendizagem (Duit *et al.*, 2012). Desse modo, os três componentes do MRE e as interações que estabelecem entre si sinalizam um caminho para que as orientações teóricas contidas no QICRE se tornem utilizáveis, viabilizando o processo de design de ambientes de ensino e aprendizagem.

Quadro 1 – Aspectos das grandes teorias importados e/ou reconstruídos no Quadro Intermediário da Reconstrução Educacional (QIRE).

	ASPECTOS TEÓRICOS ELENCADOS DAS GRANDES TEORIAS	ASPECTOS TEÓRICOS TRANSPOSTOS E/OU RECONSTRUÍDOS NO QUADRO INTERMEDIÁRIO DO MRE
BASES CONSTRUTIVISTAS	Epistemologia Construtivista - Defende a mistura do empírico e do conceitual, proveniente da razão, como fonte do conhecimento. - Concebe o conhecimento da ciência como intersubjetivo.	Ideias do Modelo de Reconstrução Educacional - O conhecimento necessário para desenvolver ambientes de ensino e aprendizagem da ciência advém do conhecimento conceitual da ciência e do conhecimento pré-instrucional ⁵ dos estudantes, mais que isso, das relações que podem ser estabelecidas entre estes conhecimentos. - A estrutura do conhecimento científico é fundamentalmente diferente da estrutura do conhecimento a ser ensinado, pois os objetivos para os quais cada estrutura é criada são distintos.
	Pedagogia Construtivista: abordagem clássica da Mudança Conceitual - A aprendizagem é vista como a substituição de concepções pré-instrucionais por ideias científicas. - As ideias dos estudantes são entendidas como obstáculos para a aprendizagem. - A aprendizagem é pautada em aspectos puramente racionais. - Processo de aquisição de conhecimento é visto como um processo de construção individual.	Reconstrução Conceitual - A aprendizagem é vista como a reconstrução de concepções pré-instrucionais por ideias científicas. - As concepções dos estudantes são entendidas como pontos de partida, sendo ferramentas necessárias ao processo de ensino e aprendizagem. - A aprendizagem é pautada em aspectos racionais, afetivos e situacionais. - Processo de aquisição de conhecimento é visto como um processo de construção individual, ativado dentro de um determinado ambiente social e material.
	Análise Didática - Princípio da primazia dos objetivos e intenções de ensino no processo de planejamento da instrução.	Análise da Importância Educacional - O primeiro passo para o planejamento de ambientes de ensino e aprendizagem é a definição dos objetivos de aprendizagem, pautados nas perspectivas dos estudantes e na estrutura do conteúdo científico a ser ensinado.
TRADIÇÃO ALEMÃ DE BILDUNG E DIDAKTIK	Interação fundamental das variáveis instrucionais - A importância em considerar a interação fundamental de todas as variáveis que determinam o planejamento da instrução. - A interação entre as variáveis instrucionais é influenciada significativamente pelas pré-condições intelectuais e comportamentais, bem como pelas relações socioculturais dos estudantes.	Interação fundamental entre os componentes do Modelo de Reconstrução Educacional - A necessária interação entre os três componentes do MRE: análise da estrutura do conteúdo, investigações sobre as perspectivas dos estudantes e design e avaliação de ambientes de ensino e aprendizagem. - Entendimento de que o estudante é um sujeito socialmente situado e que isso é um aspecto importante no planejamento de ambientes de ensino e aprendizagem.
TRADIÇÃO ALEMÃ DE BILDUNG E DIDAKTIK	Processo de Elementarização -As ideias elementares de um conteúdo científico precisam ser identificadas levando em consideração os objetivos de aprendizagem e as perspectivas dos estudantes	Processo de clarificação do conteúdo - A clarificação do conteúdo permite resgatar no conteúdo científico aquilo que sua abstração e redução desconsideram, tentando, com isso, definir as ideias estruturantes de um determinado conteúdo científico, a partir de uma perspectiva educacional.
PESQUISA BASEADA EM DESIGN	- Características da Pesquisa: interventiva, colaborativa, fundamentalmente responsiva, teoricamente fundamentada e iterativa.	- Características da Pesquisa: interventiva, colaborativa, fundamentalmente responsiva, teoricamente fundamentada e iterativa. - Fases da Pesquisa: pesquisa preliminar, fase de prototipagem, fase de avaliação. - Procedimento recursivo característico do processo de design descrito no Modelo de Reconstrução Educacional
	- Fases da Pesquisa: pesquisa preliminar, fase de prototipagem, fase de avaliação.	

Fonte: Autoria própria

O primeiro componente do MRE, Análise da Estrutura do Conteúdo, tem como objetivo esclarecer a estrutura do conteúdo científico a partir de um ponto de vista educacional (Duit *et al.*, 2012; Kattmann, 2007). Para tal, dois processos que estão intimamente relacionados são considerados: a clarificação do conteúdo e a Análise da Importância Educacional (AIE) (Duit *et al.*, 2012). Explicando de forma breve, a clarificação do conteúdo envolve a análise qualitativa do conteúdo da ciência presente nos principais meios de divulgação do conhecimento científico; e a AIE, como o próprio nome sugere, permite analisar o conteúdo científico numa perspectiva educacional, resgatando aspectos históricos, filosóficos e epistemológicos que foram, muitas

⁵ As concepções pré-instrucionais são aquelas que caracterizam a compreensão dos aprendizes sobre determinado conteúdo antes da instrução ou da intervenção educacional.

vezes, desconsiderados pela ciência posta nos livros e/ou nos meios onde a ciência é o conhecimento de referência (Duit *et al.*, 2012).

O segundo componente do MRE, *Investigações sobre as Perspectivas dos Estudantes*, tem o propósito de conhecer as perspectivas discentes sobre o conteúdo científico a ser estudado, que devem ser analisadas antes, durante e depois do processo instrucional (Duit *et al.*, 2012; Reinfried, Mathis & Kattmann, 2009; Stavrou, 2016). Convém lembrar que no contexto anelado, o termo “perspectiva” não se restringe às concepções pré-instrucionais dos estudantes, mas inclui o acompanhamento do desenvolvimento dessas concepções ao longo do processo instrucional; e ainda, os interesses, as motivações, as dificuldades e as necessidades de aprendizagem frente ao conteúdo científico (Duit *et al.*, 2012; Komorek & Kattmann, 2008).

A finalidade do terceiro componente do MRE, *Design e Avaliação de Ambientes de Ensino e Aprendizagem*, é planejar e avaliar ambientes de ensino e aprendizagem que podem assumir a forma de módulos de instrução, materiais didáticos, atividades de aprendizagem, sequências didáticas, jogos educacionais, histórias em quadrinho, dentre outras possibilidades de intervenções (Duit *et al.*, 2012; Komorek & Kattmann, 2008). De modo geral, tal avaliação caminha no sentido de entender se os objetivos planejados foram alcançados com a implementação da intervenção. Além disso, após alguns ciclos de avaliação e aperfeiçoamento, espera-se compreender se a intervenção é efetiva em promover experiências significativas de ensino e aprendizagem em outros contextos semelhantes àqueles para o qual foi planejada.

Discutiu-se até o momento como são estruturados os aspectos teóricos do MRE, por meio da discussão sobre o QICRE e da apresentação das características elementares dos ambientes de ensino e aprendizagem planejados com base nesse modelo. Além disso, alguns aspectos metodológicos do MRE foram apresentados por meio da discussão sobre seus três componentes. Falta, portanto, esclarecer sobre a interação fundamental estabelecida entre os três componentes do MRE, já que esta interação descreve o percurso do processo de design sugerido.

Os três componentes do MRE estão fortemente conectados entre si, de maneira que o resultado de cada componente é fundamental para o desenvolvimento dos demais. Uma consequência desta interação fundamental é que o processo de design sugerido nesse modelo deve ser desenvolvido passo a passo, a partir de um procedimento recursivo (Duit *et al.*, 2012; Komorek & Kattmann, 2008). Este procedimento garante que sejam respeitadas as relações entre os componentes do MRE e evita que este modelo se transforme em um aglomerado de resultados provenientes de três linhas de pesquisa distintas e distantes. Na prática, isso significa dizer que o percurso do processo de design descrito no MRE não corresponde, necessariamente, ao desenvolvimento sequencial do primeiro, do segundo e do terceiro componente, sendo este último o fim do processo; mas que esses componentes devem ser desenvolvidos concomitantemente, a partir de ciclos iterativos, de modo que os resultados de um influenciam no desenvolvimento dos demais (Duit *et al.*, 2012).

Nesses termos, um ciclo iterativo completo se inicia com o desenvolvimento simultâneo do primeiro e do segundo componentes, dos quais emergem orientações educacionais de cunho teórico e metodológico. Estas orientações guiam o diálogo entre as concepções científicas e as dos estudantes, sendo possível identificar aproximações e distanciamentos entre estas concepções. Desse diálogo emergem as potencialidades pedagógicas (estratégias metodológicas, dificuldades e necessidades de aprendizagem) que funcionam como ferramentas para o planejamento do ensino. Seguindo o processo de design, por meio das potencialidades pedagógicas é possível definir de forma não arbitrária, os princípios de design, os objetivos educacionais e a estrutura do ambiente de ensino e aprendizagem que se pretende desenhar. Por fim, os processos avaliativos desses ambientes permitem validar e aprimorar a intervenção educacional em si, bem como analisar a estrutura do conteúdo a ser ensinado e investigar/acompanhar as perspectivas dos estudantes sobre o conteúdo científico ao longo do desenvolvimento do processo instrucional. Por consequência, é possível revisar e aprimorar, caso seja necessário, as orientações educacionais, iniciando-se, assim, um novo ciclo iterativo.

PERCURSO METODOLÓGICO

O primeiro ponto que merece destaque dentro deste item é que a mobilização de aspectos teóricos e metodológicos do MRE para o design de uma SD, pretendida neste estudo, foi realizada desde a definição do seu percurso metodológico. Desse modo, trata-se de um estudo de desenvolvimento (Plomp, 2007; Sarmiento *et al.*, 2013) com abordagem predominantemente qualitativa, que utilizou o MRE como suporte

teórico e metodológico para a construção de uma SD sobre biodiversidade, pensada para o nível superior dos cursos de Ciências Biológicas. A escolha pelo conceito de biodiversidade se deu porque alguns estudos revelam que os processos de ensino têm enfatizado uma abordagem predominantemente biológica deste conceito, que imprime à sua aprendizagem desafios que requerem maior atenção dos professores e dos pesquisadores do Ensino de Ciências (Iglesias, Miani & Brando, 2015; Marín, 2017). Um dos desafios sinalizados por estes autores é a falta de compreensão, por parte dos estudantes, de que o conceito de biodiversidade possui diversos contextos de interpretação. Neste sentido, a SD aqui proposta tenta trazer soluções para o enfrentamento deste desafio. Este estudo foi dividido em duas fases, que integram os aspectos teóricos do Quadro 1 com os três componentes do MRE e garantem que as relações necessárias entre eles sejam estabelecidas (Figura 1).

A primeira fase envolveu o aprofundamento da compreensão sobre o problema educacional a ser enfrentado. Para tal, foram desenvolvidas quatro etapas que contemplam o primeiro e o segundo componente do MRE, bem como suas relações. A segunda fase deu conta do planejamento de uma solução para o enfrentamento do problema educacional anteriormente compreendido, que neste caso se caracteriza pelo design da SD sobre biodiversidade. Esta segunda fase foi composta por três etapas que garantiram a mobilização do terceiro componente do MRE e das relações estabelecidas entre ele e os outros componentes, já que o desenvolvimento desta segunda fase depende dos resultados obtidos na primeira. Uma vez apresentado o percurso metodológico deste estudo, dedicaremos atenção neste momento à descrição do desenvolvimento de cada etapa.

A **Etapa 1** objetivou analisar as concepções científicas sobre biodiversidade (componente 1 do MRE) encontradas em 30 documentos distribuídos de acordo com a classificação de Grusche (2017) em fontes atuais (24 artigos científicos) e históricas (5 livros acadêmicos e 1 texto da CDB - Conferência sobre Biodiversidade). A busca pelas fontes atuais foi realizada em nos portais periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e Google Acadêmico de acordo com os seguintes critérios: (i) a palavra-chave “ensino de biodiversidade”, (ii) artigos científicos, (iii) publicações entre 2007-2017. Para a seleção dos documentos foram utilizados os seguintes critérios: (i) abordagem explícita do conceito de biodiversidade e não de conceitos afins como ecossistemas, educação ambiental, taxonomia, dentre outros (Marín, 2017); (ii) trabalho em que fossem investigadas as concepções sobre o conceito de BD em algum nível de ensino, seja as concepções docentes, discentes e/ou presentes nos livros didáticos. A seleção das fontes históricas foi feita com base na seção “referências” dos artigos selecionados, sendo escolhidos aqueles documentos mais citados entre os pesquisadores que investigaram sobre o conceito de biodiversidade em uma perspectiva educacional.

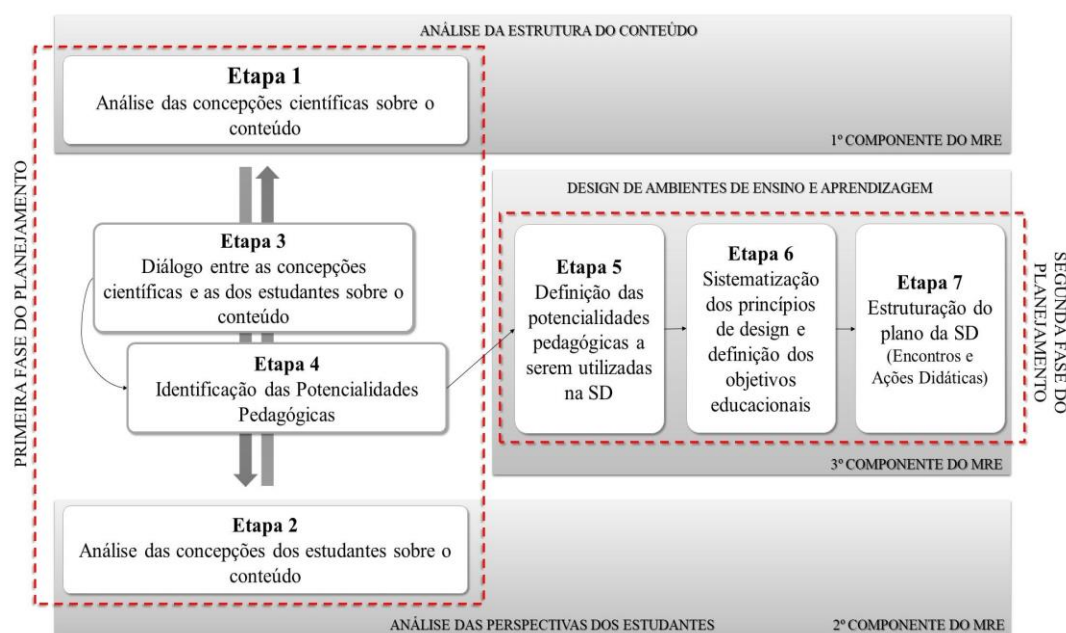


Figura 1 – Sistematização do desenho metodológico deste estudo, que se apresenta como proposta metodológica genérica para o desenvolvimento de Sequências Didáticas a partir do Modelo de Reconstrução Educacional. Fonte: Autoria própria.

Ainda sobre a Etapa 1, análise dos 30 documentos foi feita com base nas orientações e nos questionamentos decorrentes da AIE (Duit *et al.*, 2012), considerando três categorias de análise: (i) as ideias elementares sobre biodiversidade; (ii) aspectos históricos e epistemológicos do conhecimento científico; (iii) principais termos científicos associados ao conceito de biodiversidade. Nos artigos científicos essas categorias foram analisadas a partir da leitura exaustiva e completa do documento. Nos livros acadêmicos esta mesma leitura foi feita nos capítulos dedicados ao conceito em questão e no texto da CDB na parte que trata do conceito de biodiversidade. Para guiar este processo foi elaborada uma grade de análise que ajudou a direcionar metodologicamente o olhar da pesquisadora (Quadro 2). Ao final desta etapa emergiram orientações educacionais provenientes da análise das concepções científicas sobre o conteúdo.

Quadro 2 – Grade de análise para orientar o trabalho do pesquisador com as concepções científicas de um dado conteúdo a partir da Análise da Importância Educacional

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO:		
ITENS ANALISADOS	QUESTÕES ORIENTADORAS	DADOS ENCONTRADOS NO DOCUMENTO
AS IDEIAS ELEMENTARES QUE CIRCUNDAM O TEMA/CONCEITO	Quais os principais conteúdos conceituais associados ao conceito?	
	Que conteúdos procedimentais ou atitudinais podem ser associados ao conceito?	
	Quais os contextos de explicação do conceito?	
	Que questões éticas e/ou sociais estão associadas ao conceito?	
	Quais os principais campos de atuação deste conceito?	
ASPECTOS HISTÓRICOS E EPISTEMOLÓGICOS DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO	Qual o contexto de surgimento do conceito na ciência?	
	Que modificações ocorrem na interpretação científica do conceito ao longo do tempo?	
	Qual a principal forma de apresentação do conceito atualmente?	
PRINCIPAIS TERMOS CIENTÍFICOS	Que termos científicos estão sendo utilizados para apresentar o conceito?	
	Existem termos científicos que podem causar dificuldades na aprendizagem dos estudantes? Quais?	
	Existem termos científicos que podem facilitar a aprendizagem dos estudantes? Quais?	

Fonte: Adaptado de Silva (2019)

A **Etapa 2**, análise das perspectivas dos estudantes (componente 2 do MRE), teve como objetivo conhecer as concepções, necessidades, dificuldades e interesses dos estudantes frente ao conceito de biodiversidade. Nessa etapa, um novo critério foi aplicado aos artigos utilizados como fonte de dados na etapa anterior: artigos científicos que realizaram estudo empírico sobre as concepções dos estudantes sobre BD. Assim, foram selecionados para esta etapa 16 artigos científicos. Considerando o público-alvo destes artigos, verificamos que por meio de diferentes métodos de pesquisa foram investigadas as concepções de 1851 estudantes, frequentadores do ensino fundamental, médio ou superior. A análise da seção “resultados e discussão” dos 16 artigos científicos foi feita com base em duas perspectivas: Análise de Conteúdo de Bardin (2011) e a AIE de Duit *et al.* (2012). A primeira permitiu olhar para as concepções dos estudantes sobre biodiversidade. A segunda permitiu olhar para estas concepções de um ponto de vista educacional, identificando as necessidades, as dificuldades e os interesses de aprendizagem dos estudantes postos nos documentos analisados. Esta análise foi guiada por duas categorias: (i) as contradições ou correspondências entre as ideias científicas e as dos estudantes sobre biodiversidade (Que ideias dos estudantes possuem correspondência com as ideias científicas? Que ideias dos estudantes são contraditórias às ideias científicas? Que ideias dos estudantes não possuem correspondência com as ideias científicas?); (ii) as necessidades, os interesses e/ou as dificuldades dos estudantes sobre o conceito de biodiversidade (Que dificuldades/necessidades de aprendizagem relativas ao conceito são identificadas? Que interesses/motivações dos estudantes podem ser identificados com relação ao conceito em questão?). Ao final desta etapa emergiram orientações educacionais provenientes da análise das concepções dos estudantes sobre o conteúdo.

A **Etapa 3** foi o diálogo entre as concepções científicas e as dos estudantes sobre biodiversidade. Trata-se de uma etapa de sistematização, promovida pela interação entre os componentes 1 e 2 do MRE e guiada pelas orientações educacionais resultantes do desenvolvimento das duas primeiras etapas, culminando na identificação das aproximações e os distanciamentos entre as concepções científicas e as dos estudantes sobre biodiversidade.

A **Etapa 4** foi a identificação das potencialidades pedagógicas (dificuldades e as necessidades de aprendizagem, bem como as estratégias metodológicas relacionadas a cada orientação educacional) com base nas aproximações e distanciamentos identificados na etapa 3. As necessidades de aprendizagem são identificadas a partir da análise das aproximações entre as concepções dos estudantes e as científicas; já os distanciamentos entre estas concepções indicam as dificuldades de aprendizagem. As estratégias metodológicas são propostas pensadas para o enfrentamento das dificuldades e/ou das necessidades de aprendizagem em sala de aula. Os resultados das etapas 3 e 4 devem ser reunidos no Quadro das Potencialidades Pedagógicas (QPP - apresentado no próximo item deste texto), que permite uma visão ampla do problema educacional que foi investigado nesta primeira fase do processo de design.

A segunda fase da pesquisa foi iniciada com a **Etapa 5**, que tratou da definição das potencialidades pedagógicas a serem utilizadas como ferramentas de ensino na estruturação da SD. Essa escolha é necessária pois, a primeira fase deste estudo permite a identificação de um amplo leque de possibilidades, que naturalmente não caberiam em uma única SD. Esta é uma característica particular do MRE, relatada por Ruthven *et al.* (2009).

A **Etapa 6** foi a sistematização dos princípios de design e a definição dos objetivos educacionais da SD, que integram o terceiro componente do MRE. Para auxiliar na sistematização dos princípios de design, elaboramos o Quadro 3, inspirado na estrutura dos princípios de design discutida por Van den Akker (1999). Já os objetivos de aprendizagem foram elaborados com base nas necessidades e dificuldades de aprendizagem selecionadas na etapa 5 e nas três dimensões dos conteúdos: conceitual, procedimental e atitudinal.

Quadro 3 – Grade para auxiliar na sistematização dos princípios de design.

Pré-condições intelectuais e comportamentos dos alunos (exemplo: concepções pré-instrucionais, estado dos processos de pensamento geral, interesses e comportamentos)				
Pré-condições socioculturais dos alunos (exemplo: normas da sociedade, influência da sociedade e da vida)				
TÓPICOS DE INSTRUÇÃO (conteúdo)	INTENÇÕES (objetivos de ensino e/ou aprendizagem)	MÉTODOS de instrução	MÍDIA usada na instrução	RAZÃO do argumento
O quê?	Para que?	Como?	Por qual?	Por quê?
CARACTERÍSTICA (C)	FINALIDADE (F)	PROCEDIMENTOS (P)		JUSTIFICATIVA (J)

Fonte: Adaptado de Silva (2019)

O caminho metodológico trilhado até aqui permitiu a mobilização de aspectos teóricos do MRE contidos nas três primeiras ideias-chaves do modelo. A última etapa, porém, está concentrada principalmente na mobilização: da quarta ideia-chave; dos papéis atribuídos ao conhecimento científico, ao professor, aos estudantes e ao mundo material; e das características dos ambientes de ensino e aprendizagem. Sendo assim, a **Etapa 7** foi dedicada à estruturação do plano da SD, que foi organizado por Encontros (E), Ações Didáticas (AD) e sugestões metodológicas. Além disso, é importante destacar que esta etapa foi guiada diretamente pelos princípios de design que funcionaram como objetivos gerais; e pelos objetivos educacionais que funcionaram como objetivos específicos.

No item a seguir foram descritos e discutidos os resultados provenientes do desenvolvimento de cada uma das etapas apresentadas.

PROCESSO DE DESIGN DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE BIODIVERSIDADE

Etapa 1: Análise das concepções científicas sobre biodiversidade

A análise das concepções científicas sobre biodiversidade resultou na elaboração do panorama conceitual da biodiversidade e na identificação de oito orientações educacionais (Figura 2).

No panorama conceitual a biodiversidade foi apresentada por meio de dois contextos de discussão, um científico e outro sociocultural. No contexto científico a biodiversidade foi interpretada com base nos níveis de organização, componentes e atributos; nas dimensões evolutiva e ecológica. No contexto sociocultural a

biodiversidade foi interpretada por meio das dimensões social, cultural, econômica, ética e ambiental. Silva (2019) discute estas dimensões de forma detalhada, evidenciando quais os principais termos científicos que fazem parte das discussões suscitadas em cada uma delas. As autoras evidenciam ainda aspectos do processo de construção do conhecimento biológico sobre biodiversidade que devem ser levados em consideração em um contexto educacional.

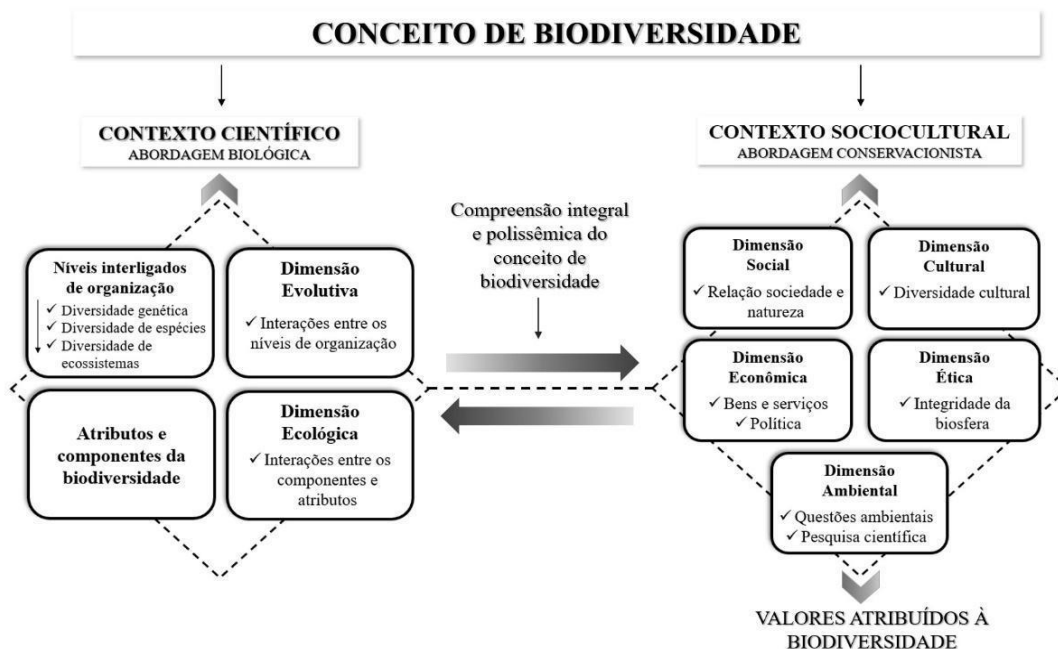


Figura 2 – Panorama conceitual da biodiversidade em uma perspectiva integral e polissêmica.

Fonte: Adaptada de Silva (2019).

Levando em consideração tais discussões, defendemos neste estudo, uma compreensão integral e polissêmica do conceito de biodiversidade reconhece que: (i) ele pode ser abordado a partir de dois contextos de discussão, sem que um contexto se sobreponha em relação ao outro, ou sem que um contexto seja negligenciado em detrimento do outro; e (ii) existem várias dimensões por meio das quais a biodiversidade pode ser interpretada (Silva, 2019). Assim, a análise das concepções científicas sobre o conceito de biodiversidade permitiu compreendê-lo de forma mais ampla, sem limitá-lo a uma interpretação puramente biológica, preconizada em muitos livros didáticos de biologia (Miani, 2013) e praticada em muitas salas de aula (Marín, 2017). Além do mais, por ter sido feita em uma perspectiva educacional, tal como a indicada pelo MRE, essa análise permitiu que oito orientações educacionais de cunho teórico fossem estruturadas (Quadro 4).

Quadro 4 – Orientações educacionais provenientes da análise das concepções científicas sobre biodiversidade.

Orientações Educacionais de cunho teórico sobre o conceito de biodiversidade

- i. É fundamental entender o significado de cada um dos níveis de organização da biodiversidade, reconhecendo que ela pode ser analisada por meio deles;
- ii. É essencial entender que existem interações entre os níveis de organização da biodiversidade, reconhecendo que por meio destas interações a biodiversidade pode ser interpretada em uma perspectiva evolutiva;
- iii. É importante entender que a biodiversidade pode ser analisada de maneira mais detalhada por meio de seus atributos e componentes; e que eles interagem entre si, conferindo uma interpretação ecológica à biodiversidade;
- iv. É essencial reconhecer que no contexto sociocultural a biodiversidade pode ser tratada a partir de diferentes dimensões, que são interdependentes e perseguem o mesmo objetivo: analisar a conservação da biodiversidade;
- v. É primordial entender que a discussão sociocultural do conceito de biodiversidade permitiu que diferentes valores e interpretações fossem agregados(as) à biodiversidade ao longo do tempo;
- vi. É fundamental construir valores ligados à biodiversidade quando se busca a formação de sujeitos comprometidos com sua preservação e conservação;
- vii. É elementar discutir o conceito de biodiversidade por meio de seus dois contextos de discussão, compreendendo que ambos os contextos assumem igual importância para o entendimento do conceito de biodiversidade, e por isso, um contexto não deve se sobrepor ao outro;
- viii. É necessário compreender a amplitude do conceito de biodiversidade em ambos os seus contextos de discussão.

Fonte: Autoria própria

Estas orientações serviram de base para guiar o processo de design da SD, tratando dos contextos científicos e socioculturais do conceito de biodiversidade, bem como apontando aspectos importantes para a sua abordagem integral.

Etapa 2: Análise das perspectivas de estudantes sobre biodiversidade

Como dito anteriormente, os resultados desta etapa foram obtidos com a análise dos 16 artigos científicos que investigaram as concepções de estudantes sobre biodiversidade em diversos contextos educacionais. Embora cada pesquisa tenha tido o seu contexto e percurso metodológico para identificar estas concepções, foi possível perceber que existe um conhecimento compartilhado sobre biodiversidade entre os estudantes que perpassa os ambientes investigados. Nesse sentido, é possível que muitas das concepções e dificuldades de aprendizagem relativas ao conceito de biodiversidade, identificadas com a análise realizada nesta etapa, sejam encontradas em contextos particulares de implementação da SD em construção.

Então, é importante destacar que a intenção da análise das concepções de estudantes não é esgotar a identificação de todas as concepções que permeiam o pensar discente sobre biodiversidade. Outrossim, conhecer um amplo repertório destas concepções, para utilizá-las como ferramenta no processo de design da SD, já que elas são tão importantes quanto o conhecimento científico no planejamento desse ambiente. Em razão disso, não houve preocupação em compreender que concepções são mais recorrentes, mas em reunir todas aquelas que de algum modo representam a compreensão de estudantes sobre biodiversidade, de maneira que, até mesmo concepções contraditórias podem ser identificadas e elencadas. Feitas essas considerações, o Quadro 5 traz a sistematização das concepções dos estudantes sobre biodiversidade.

Quadro 5 – Resultados obtidos com a análise das perspectivas de estudantes sobre biodiversidade

Perspectivas de estudantes sobre o conteúdo de biodiversidade
A) Concepções e/ou dificuldades relativas ao contexto científico do conceito de biodiversidade: <ol style="list-style-type: none">1. O termo biodiversidade é utilizado como sinônimo de diversidade de espécies2. Diversidade de espécies representada somente pela diversidade de plantas e animais3. Número como único atributo do componente espécie4. Dificuldade para definir o que é uma espécie5. Diferença morfológica como indicador de diversidade dentro da espécie6. Dificuldade de compreender a biodiversidade dentro das espécies (diversidade genética)7. Interações entre as espécies como indicador de biodiversidade8. Diversidade de ecossistemas como sinônimo de biodiversidade9. Biodiversidade associada a elementos da natureza10. Dificuldade de analisar a biodiversidade por meio do atributo função no nível ecossistêmico
B) Concepções e/ou dificuldades relativas ao contexto sociocultural do conceito de biodiversidade: <ol style="list-style-type: none">1. Os benefícios e recursos da biodiversidade são entendidos em uma perspectiva antropocêntrica2. Os benefícios e recursos da biodiversidade estão ligados a aspectos ambientais3. Reconhecimento da existência de estudos científicos ligados à biodiversidade4. Reconhecimento da perda da biodiversidade5. Reconhecimento de aspectos éticos ligados à biodiversidade

Fonte: Autoria própria

A partir do quadro 5 é possível inferir que as concepções dos/das estudantes sinalizam algum conhecimento sobre: os níveis da biodiversidade; os atributos e componentes que favorecem a sua análise; os benefícios e recursos provenientes dela; a perda da biodiversidade; e os aspectos científicos e éticos relacionados a ela. No que diz respeito às dificuldades de aprendizagem dos/das estudantes, é possível destacar aquelas relativas à compreensão da diversidade genética, do conceito de espécie e da análise da biodiversidade por meio do atributo função.

Uma concepção sobre biodiversidade que parece consolidada entre os/as estudantes é o entendimento dela a partir da diversidade de espécies, representada por plantas e animais (Grandi, Castro, Motokane, & Kato, 2014; Onório, Oliveira & Kawasaki, 2013; Hora, Fonseca & Sodré, 2015; Oliveira & Guimarães, 2016; Silva, Santos & Maciel, 2016; Martins & Oliveira, 2015; Marín, 2017; Vilches, Legarralde, Ramírez, & Darrigran, 2016). De igual modo, uma dificuldade de aprendizagem que parece ser compartilhada é aquela relativa à compreensão do nível genético da biodiversidade. Um dos documentos analisados aponta, por exemplo, que “os conceitos de biodiversidade dentro das espécies e diversidade genética não foram internalizados pelos estudantes” (Onório, Oliveira & Kawasaki, 2013).

Outra dificuldade que merece destaque é aquela relativa à definição do conceito de espécie. No âmbito da biologia, esse conceito pode ser interpretado por meio de diversas perspectivas, de modo que, suas diferentes definições estão envoltas de grandes discussões epistemológicas e filosóficas (Mayr, 2008), assim como o de biodiversidade. Corroborando com essa perspectiva, a análise realizada evidencia a dificuldade dos estudantes em compreender o conceito biológico de espécie.

A análise realizada nesta etapa também resultou na estruturação de duas orientações educacionais: (i) entender a visão socioambiental das relações entre a sociedade e a natureza pode favorecer a compreensão do contexto sociocultural da biodiversidade; (ii) é fundamental para a construção de uma compreensão integral e polissêmica do conceito de biodiversidade que ele seja discutido por meio de um amplo repertório de cenários, que forneça aos estudantes variados modos de pensar a biodiversidade.

A primeira orientação, de cunho teórico, emergiu das associações que discentes fazem entre a biodiversidade e elementos da natureza. Com a identificação dessa concepção, foi possível inferir que os estudantes possuem uma visão naturalizada do meio ambiente (Carvalho, 2012), o concebendo sem a presença do ser humano. Uma possível consequência é o entendimento de que os valores que os estudantes atribuem à biodiversidade possuem íntima relação com as compreensões deles sobre as relações estabelecidas entre a sociedade e a natureza. Desse modo, se os estudantes possuem uma visão naturalizada do meio ambiente, possivelmente darão à biodiversidade valores utilitaristas; mas se, ao contrário, possuem uma visão socioambiental do meio ambiente (Carvalho, 2012), possivelmente atribuirão valor à conservação da biodiversidade. A pesquisa de Miani (2017) apresenta algumas reflexões que caminham no sentido do que apontamos, mostrando que o entendimento sobre a conservação da biodiversidade está relacionado com o nível de compreensão do conceito de biodiversidade, principalmente no que concerne ao entendimento de como o ser humano faz parte deste contexto.

A segunda orientação, de cunho metodológico, emergiu de uma contradição entre as concepções discentes acerca da diversidade de ecossistemas. Em Vilches *et al.* (2016) esse nível de organização da biodiversidade foi elencado como o menos citado pelos/pelas estudantes juntamente com o nível genético; já Grandi, *et al.* (2014) a diversidade de ecossistemas foi apontada como o nível mais citado entre os/as estudantes. Analisando esses dois documentos foi possível perceber que no primeiro estudo os estudantes foram convidados a expressar suas compreensões sobre biodiversidade no ambiente formal da sala de aula e no segundo em uma aula de campo em contato direto com o ambiente. Isto pode sinalizar que as concepções sobre biodiversidade elencadas pelos estudantes mudaram conforme mudou o contexto no qual essas concepções foram evocadas. Essas evidências corroboram a hipótese de que as concepções sobre biodiversidade são contexto-dependentes (Oliveira, 2005; Onório, Oliveira & Kawasaki, 2013)

A quantidade de orientações educacionais que emergiu da primeira e da segunda etapa do estudo corroborou a amplitude característica da ferramenta de design associada ao MRE apontada em outros estudos (Ruthven, Laborde, Leach, & Tiberghien, 2009). Desse modo, considerando o contexto situacional da sala de aula, foi possível perceber que seria inviável a construção de uma única SD que contemplasse todas as orientações educacionais identificadas, sendo necessário portanto, escolher aquelas que seriam contempladas na SD sobre biodiversidade.

Ainda é importante destacar que os resultados apresentados neste item favorecem a mobilização da primeira característica dos ambientes de ensino e aprendizagem planejados com base no MRE, que aponta que os conceitos científicos e as concepções dos estudantes devem ter o mesmo valor e peso no processo de ensino e aprendizagem. Além disso, está em consonância com uma das principais ideias do MRE: O conhecimento íntimo das perspectivas de estudantes sobre um dado conteúdo da ciência pode influenciar substancialmente na reconstrução adequada deste conteúdo para o ensino (Duit *et al.*, 2012). Então, as análises realizadas nesta segunda etapa não evidenciaram os limites e/ou possibilidades das concepções dos/das estudantes sobre biodiversidade, isto foi promovido pelo diálogo entre as concepções científicas e as dos estudantes e pela identificação das potencialidades pedagógicas.

Etapas 3, 4 e 5: Diálogo entre as concepções científicas e as dos estudantes sobre biodiversidade, identificação e definição das potencialidades pedagógicas

Para apresentar as discussões pertinentes a este item, focalizadas na utilização das concepções dos estudantes como ferramentas para o planejamento do ensino e não como obstáculos à aprendizagem, conforme preconiza uma das ideias do MRE, tomou-se como exemplo o que chamamos de Quadro das Potencialidades Pedagógicas (QPP). Desse modo, foram identificadas não as concepções discentes certas

ou erradas, mas aquelas que eram mais próximas ou mais distantes das concepções científicas aceitas na atualidade sobre biodiversidade. Para promover tal diálogo entre estas concepções, utilizou-se como referência as orientações educacionais identificadas nas duas primeiras etapas da pesquisa. O Quadro 6 mostra como isso foi feito para o OE1 (Orientação Educacional 1), mas o mesmo procedimento foi utilizado para todas as demais⁶.

Considerando o contexto apresentado no parágrafo anterior, entendeu-se por aproximações aquelas concepções discentes que podiam ser ratificadas pelas concepções científicas, como por exemplo, a aproximação 1 que destaca que a biodiversidade pode ser representada pela diversidade de espécies. As concepções discentes mais próximas das concepções científicas serviram como fundamento para a identificação de necessidades de aprendizagem, pois se tratava de concepções que estavam alinhadas com aquelas de referência, mas que demandavam enriquecimentos, complementações, ampliações e/ou aprimoramentos. Neste caso, é possível ver no Quadro 6 que a Necessidade de Aprendizagem 1 - entender os três níveis de organização por meio dos quais a biodiversidade pode ser representada - foi estruturada com base na aproximação 1.

Ainda tomando como referência o Quadro 6, entendeu-se por distanciamentos aquelas concepções discentes que podem ser confrontadas pelas concepções científicas. A análise dos artigos permitiu identificar que faz parte das concepções dos estudantes o entendimento de que a diversidade de espécies é representada somente por animais e plantas (Quadro 5). Esta concepção foi a base para a estruturação do distanciamento 3, pois ela é discrepante com a concepção científica, que explica que a diversidade de espécie inclui toda a gama de organismos na Terra, desde bactérias e protistas até reinos multicelulares de plantas, animais e fungos (Primack & Rodrigues, 2001). Sendo assim, a partir dos distanciamentos são identificadas as dificuldades de aprendizagem, que se tratam de concepções dos estudantes que precisam de novas elaborações, (re)construções e organizações, pois as concepções que eles possuem sobre o fenômeno divergem das apresentadas pela ciência. Foi dessa forma que o distanciamento 3 foi o fundamento para a elaboração da dificuldade de aprendizagem 3.

Quadro 6 – Estruturação do quadro das Potencialidades Pedagógicas

QUADRO DAS POTENCIALIDADES PEDAGÓGICAS
Orientação educacional 1: É fundamental entender o significado de cada um dos níveis de organização da biodiversidade, reconhecendo que ela pode ser analisada por meio deles.
Aproximações: 1. Biodiversidade representada pela diversidade de espécie 2. Entendimento sobre o conceito tipológico de espécie
Distanciamentos: 1. Explicar a biodiversidade por meio da diversidade de espécie sem considerar os demais níveis de organização 2. Significado simplificado atribuído a cada um dos níveis da biodiversidade, principalmente ao nível genético 3. Diversidade de espécie representada unicamente pela diversidade de plantas e animais 4. Entendimento sobre o conceito biológico de espécie
Potencialidades pedagógicas associadas: <u>Necessidades de aprendizagem</u> 1. Entender os três níveis de organização por meio dos quais a biodiversidade pode ser representada 2. Refletir sobre as várias possibilidades de definir o conceito de espécie <u>Dificuldades de aprendizagem</u> 1. Explicar a biodiversidade considerando os seus três níveis de organização 2. Conhecimento aprofundado sobre cada nível de organização da biodiversidade 3. Entender a amplitude da diversidade taxonômica 4. Entender o conceito biológico de espécie e o conceito de organismo <u>Estratégias Metodológicas</u> 1. Ponto de partida: utilizar a compreensão sobre a diversidade de plantas e animais para refletir sobre aspectos da biodiversidade e sobre a diversidade de espécies 2. Ponto de partida: utilizar o entendimento sobre o conceito tipológico de espécie, para refletir sobre suas demais formas de conceitualização, como por exemplo o conceito biológico de espécie 3. Utilizar definições mais amplas de biodiversidade que considerem além da diversidade de animais e plantas, àquela relativa aos demais seres vivos

⁶ Consultar Silva (2019) para ver o quadro das potencialidades pedagógicas completo, considerando todas as orientações educacionais.

QUADRO DAS POTENCIALIDADES PEDAGÓGICAS
Orientação educacional 1: É fundamental entender o significado de cada um dos níveis de organização da biodiversidade, reconhecendo que ela pode ser analisada por meio deles.
4. Utilizar a história da ciência para ampliar o conhecimento sobre diversidade de espécies. Ex. impacto da descoberta do microscópio, história dos processos de descrição e organização da biodiversidade e processo de construção dos conceitos de espécie

Fonte: Autoria própria

Por fim, faz parte da identificação das potencialidades pedagógicas a estruturação das estratégias metodológicas, que indicam possibilidades de enfrentamento das necessidades e/ou dificuldades de aprendizagem. Estas estratégias indicam pontos de partida para o ensino do conteúdo científico, que são fundamentados nas concepções apresentadas pelos estudantes. Sendo assim, são mais uma forma de mobilizar o entendimento de que as concepções dos estudantes servem como ferramenta para o ensino, a ideia é fazer o planejamento considerando o que os estudantes já sabem, partindo daqueles conhecimentos que para eles são mais familiares. Neste sentido, as estratégias metodológicas 1 e 3 foram elaboradas com base no distanciamento 3 como meio de promover o enfrentamento da dificuldade de aprendizagem 3.

Ao final da Etapa 4, como era esperado, um conjunto muito diverso de potencialidades pedagógicas foi identificado. Assim, a Etapa 5 consistiu em definir o conjunto de potencialidades pedagógicas e as orientações educacionais que seriam consideradas para compor a SD sobre biodiversidade. Esta definição auxiliou na sistematização dos princípios de design e dos objetivos educacionais, que considerou todas as potencialidades pedagógicas apresentadas no Quadro 6 e mais algumas outras identificadas do mesmo modo.

Etapas 6 e 7: sistematização dos princípios de *design*, dos objetivos educacionais e estruturação do plano da sequência didática sobre biodiversidade

O desenvolvimento da Etapa 6 garantiu a mobilização de mais uma ideia-chave do MRE: O primeiro passo para o planejamento de ambientes de ensino e aprendizagem é a definição dos objetivos de aprendizagem e intenções de ensino, ambos pautados nas perspectivas dos alunos, na sua formação como sujeito integral, na estrutura do conteúdo científico e na relação estabelecida entre estes aspectos (Duit *et al.*, 2012). É por esta razão que a Etapa 6 aconteceu após um gradual processo de pesquisa que a subsidiou. Assim, nem os princípios de design e nem os objetivos educacionais foram elaborados de forma arbitrária, mas considerando a análise da estrutura do conteúdo, as perspectivas dos estudantes e as relações estabelecidas entre estes aspectos. Do mesmo modo, foi elaborado o plano da SD sobre biodiversidade (Etapa 7).

A sistematização dos princípios de design seguiu a estrutura sugerida no Quadro 3, evidenciando uma característica (C), uma finalidade (F), um procedimento (P) e justificativas (J) para cada princípio elaborado. Assim sendo, um dos princípios de design que foram propostos para a SD sobre biodiversidade foi: Com um enfoque sobre os níveis de organização da biodiversidade (C), objetivando promover condições para a construção de uma visão ampla sobre este conceito no contexto científico (F); utilizamos uma proposta de ensino inspirada no uso de questões sociocientíficas (QSC), porque estas podem auxiliar na abordagem integral e polissêmica do conceito de biodiversidade em sala de aula (P). Escolhemos a abordagem integral e polissêmica do conceito de biodiversidade porque muitos estudos apontam que uma compreensão adequada deste conceito, que favoreça o entendimento da sua amplitude conceitual, reconhece que ele pode ser explicado de diferentes perspectivas (Fioravante, Mora, Motokane, & Kato, 2014; Grandi, 2016; Grandi *et al.*, 2014; Hora, Fonseca & Sodré, 2015; Marín, 2017; Onório, Oliveira & Kawasaki, 2013) (J).

O princípio de design apresentado possui forte rela o com as potencialidades pedagógicas apresentadas no Quadro 6. Como outras potencialidades foram consideradas para o design da SD, foi necessário elaborar um segundo princípio de design, que tomou como característica a abordagem conservacionista deste conceito. Este segundo princípio foi elaborado da mesma forma que o primeiro e ambos funcionam como objetivos gerais, sendo os objetivos específicos representados por aqueles educacionais, de cunho conceitual, procedimental e atitudinal (Quadro 7). Com isso, esses objetivos orientaram os pormenores da SD.

Quadro 7 – Exemplos de objetivos educacionais da sequência didática sobre biodiversidade

Objetivos educacionais da sequência didática sobre biodiversidade
Conceituais (o que se deve saber?): Reconhecer e compreender cada nível de organização da biodiversidade: diversidade genética, diversidade de espécies (mostrando que este nível de biodiversidade não se restringe à diversidade de plantas e animais) e diversidade de ecossistemas.
Procedimentais (o que se deve saber fazer?): Levantar material bibliográfico sobre o conceito de biodiversidade, analisando que componentes da biodiversidade são destacados em cada material; e construindo uma síntese das definições encontradas que melhor caracterize a biodiversidade;
Atitudinais (o que se deve saber ser?): Refletir criticamente sobre as principais consequências do desastre de Mariana, levando em consideração aspectos ambientais, socioeconômicos, culturais, éticos e estéticos relativos à biodiversidade;

Fonte: Autoria própria

Após a definição dos objetivos educacionais a próxima etapa do processo de design consistiu na estruturação propriamente dita do plano da SD, o que favoreceu a mobilização da seguinte ideia-chave do MRE: o segundo passo para o planejamento de ambientes de ensino e aprendizagem deve ser moldado por quatro questões fundamentais: por quê – o quê – como – por qual; estas que para serem respondidas devem levar em consideração as pré-condições intelectuais, comportamentais e socioculturais dos estudantes. Estas pré-condições vêm sendo consideradas desde as primeiras etapas desta pesquisa. Sendo assim, a Etapa 7 envolveu a estruturação do plano da SD em Encontros (E), Ações Didáticas (AD) e sugestões metodológicas, conforme pode ser observado no Quadro 8.

A estruturação da SD sobre biodiversidade dessa forma foi pensada para que pudéssemos propor partes que eram passíveis de flexibilização e partes que deveriam ser mantidas, independentemente do contexto de implementação, principalmente se a SD for utilizada como objeto de pesquisa para fins de Pesquisa de Desenvolvimento ou Efetividade na área de ensino⁷. Neste sentido, as ADs que estruturaram a SD, suas ordens e as articulações entre elas não podem ser alteradas, pois isso alteraria a SD em si. Já as sugestões metodológicas são flexíveis, podendo ser adaptadas aos diversos contextos educacionais existentes, garantindo a autonomia do professor no processo de ensino. Considerando o exemplo do Quadro 8, a depender do contexto educacional, o/a professor(a) poderia sugerir que o registro individual fosse feito em ambiente virtual, por meio de tecnologias digitais da informação e comunicação. O que não pode deixar de ser feito, independentemente da forma, é o registro individual em si, pois ele faz parte da AD1 do Encontro 1.

Quadro 8 – Exemplo 1 de estruturação do plano da sequência didática

Estruturação da Sequência Didática sobre biodiversidade
ENCONTRO 1 (2horas/aula):
AD1-1. Apresentação da metodologia de ensino necessária para uso de questões sociocientíficas e solicitação de material para registro de atividades individuais
<u>Sugestões Metodológicas</u> Explicação de como será o papel do/da professor(a), dos/das estudantes e da avaliação ao longo dos encontros realizados. Neste momento o/a professor(a) poderá solicitar aos/às estudantes que adquiram um caderno, no qual deverão ser reservados dois espaços: um para registro das resoluções das questões norteadoras que compõem a QSC (que serão apresentadas pelo professor ao longo da SD) e outro para registros das diversas anotações necessárias para o desenvolvimento das atividades que compõem a SD. Este caderno, e os registros pertinentes a ele, deve ser individual, portanto, pode ser chamado de Caderno de Registro Individual (CRI). O importante é que por meio do CRI seja possível visualizar o percurso utilizado por os/as estudantes para fazerem suas construções ao longo da SD. Assim, ao final dela, este CRI deve ser utilizado como um instrumento de avaliação do percurso de aprendizagem individual de cada estudante.

Fonte: Autoria própria

Vale destacar ainda que, neste processo de estruturação do plano da SD, as sugestões metodológicas são partes flexíveis, mas não dispensáveis do plano, não podendo, portanto, ficar à margem dele. Além do mais, elas são muitas vezes elaboradas tomando como referência as estratégias metodológicas identificadas como potencialidades pedagógicas na Etapa 4. O Quadro 9 apresenta um outro exemplo, no qual a estratégia metodológica 4 (Quadro 6) fundamentou a sugestão metodológica da AD.

⁷ Para saber mais sobre Pesquisa de Desenvolvimento ou Efetividade consultar Plomp (2007).

Quadro 9 – Exemplo 2 de estruturação do plano da sequência didática

Estruturação da Sequência Didática sobre biodiversidade
<p>ENCONTRO 3 (2horas/aula):</p> <p>AD1-3. Revisão dos pontos principais do encontro anterior com a participação dos/das estudantes, utilizando aspectos da história da ciência para focar no conceito de biodiversidade e nos seus níveis de organização. Sugestões Metodológicas</p> <p><u>Sugestões Metodológicas</u> Neste momento, o professor poderá propor uma reflexão sobre aspectos da história da ciência relativa ao conceito de biodiversidade. Para conduzir esta reflexão o professor poderá disponibilizar aos estudantes informações sobre alguns marcos científicos históricos relacionados ao conceito em questão, solicitando a eles explicações sobre como cada marco contribuiu para a construção e organização do conhecimento acerca da biodiversidade. Alguns destes marcos podem ser: a descoberta do microscópio, dos fósseis, os estudos de taxonomia e sistemática, os trabalhos de Lineu, de Darwin e de Mendel, dentre outros. O importante é que os estudantes compreendam que o conhecimento sobre a biodiversidade da forma como é hoje apresentado é resultado de uma construção humana e histórica.</p>

Fonte: Autoria própria

Ainda sobre as ADs, é importante destacar que elas tiveram o objetivo de estruturar a prática de ensino por meio do fornecimento de ações potenciais para o alcance dos objetivos educacionais. Isto posto, as ADs e as sugestões metodológicas visaram responder a três, das quatro questões fundamentais do planejamento de ensino sugerida na parte teórica do MRE: “O quê?”, “Como?” e “Por qual?”. O outro questionamento, “Por que?”, foi respondido com a definição dos objetivos educacionais. A partir do que foi pontuado, o plano da SD sobre biodiversidade foi composto por 36 ADs distribuídas em 7 encontros⁸.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho o MRE é apresentado como um referencial teórico e metodológico viável para orientar o processo de design de SDs. Nesse sentido, se fez necessário encontrar algumas formas de mobilização deste referencial para facilitar o desenvolvimento de tal processo. As características dos ambientes de ensino e aprendizagem pautados no MRE, as etapas que compõem o percurso metodológico, a estruturação do Quadro das Potencialidades Pedagógicas e do plano da SD em encontros, ações didáticas e sugestões metodológicas foram as principais propostas de mobilização elucidadas neste trabalho. A partir delas é possível mobilizar aspectos teóricos e metodológicos deste modelo no planejamento de SDs, sem precisar fazer um estudo aprofundado das grandes teorias que o fundamentam. Isso possibilita que o MRE se torne viável para ser utilizado por professores sobrecarregados em suas atividades docentes e que não tenham como se debruçar sobre referenciais teóricos de alta complexidade.

No entanto, vale destacar que, as características expressas em uma intervenção educacional tão logo ela seja desenhada, embora sob orientação de um referencial teórico e metodológico, estão ali presentes apenas como potencialidades, necessitando ser (re)construída à medida que a intervenção vai sendo implementada em situações reais de ensino e aprendizagem. Sendo assim, defender que os estudantes assumem o papel de sujeitos ativos nos ambientes de ensino e aprendizagem projetados por meio do MRE é considerar que como tais, eles (re)constróem os ambientes desenhados, os modificando ao passo que os experienciam. Sumariamente, os ambientes de ensino e aprendizagem desenhados não podem ser vistos como modelos absolutos e verdadeiros para o processo de ensino e aprendizagem da ciência, mas sim como um caminho potencial para a efetivação deste processo. As SDs planejadas com base no MRE têm o objetivo em comum de promover ambiente favorável para tal efetivação.

REFERÊNCIAS

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo, SP: Edições 70.

Carvalho, I. C. M. (2012). *Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico*. São Paulo, SP: Cortez.

⁸ Para acessar a SD sobre biodiversidade completa ver Silva (2019).

- Duit, Reinders. (2006a). La investigación sobre enseñanza de las ciencias. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11, 741–770. Recuperado de <http://www.comie.org.mx/documentos/rmie/v11/n030/pdf/rmiev11n30scB03n01es.pdf>
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a Framework for Improving Teaching and Learning Science. In Jorde, D., & Dillon, J. (Ed) *Science Education Research and Practice in Europe. Cultural Perspectives in Science Education*, vol 5., Rotterdam: Sense Publishers https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_2
- Fioravante, D. L. C., Mora, J.A., Motokane M. T., & Kato, D.S. (2014). Concepções sobre biodiversidade dos alunos do 6º ano do ensino fundamental. *Revista da SBEEnBio*, (7), 1613–1620.
- Giordan, M., Guimarães, Y. A. F. (2011). Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências do ensino de ciências. In Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, Santa Catarina, SC. Recuperado de http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0875-3.pdf
- Grandi, L. A. (2016). *Indicadores de alfabetização científica: abordando a biodiversidade em uma sequência didática investigativa*. (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo, SP. Recuperado de <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59139/tde-07122016-124620/publico/TeseSISTEMA.pdf>.
- Grandi, L. A., de Castro, R. G., Motokane, M. T., & Kato, D. S. (2014). Concepções de monitores e alunos sobre o conceito de biodiversidade em uma atividade de trabalho de campo. *Cadernos Cimeac*, 4(1), 5-21. <https://doi.org/10.18554/cimeac.v4i1.1459>
- Hora, N. N., da Conceição Ferreira, M. D. J., & dos Remédios Sodré, M. D. N. (2015). Biodiversidade e Conservação: um olhar sobre a formação dos licenciandos em Biologia. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, 10(1), 56-74. <https://doi.org/10.34024/revbea.2015.v10.1866>
- Iglesias, G. C. S., Miani, C. S., & da Rocha Brando, F. (2015). Representações de estudantes do ensino fundamental sobre a conservação da biodiversidade: uma análise semiótica. In Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindoia, São Paulo, SP. Recuperado de <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1123-1.PDF>
- Kattmann, U. (2007). Didaktische Rekonstruktion – eine praktische Theorie. In *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*. (pp. 93–104). Berlin: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68166-3_9
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., & Komorek, M. (1996). Educational Reconstruction – Bringing Together Issues of Scientific Clarification and Students’ Conceptions. In *Annual Meeting of the National Association of Research in Science Teaching*. St. Louis.
- Kneubil, F. B., & Pietrocola, M. (2017). A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 22(2), 1. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n2p01>
- Kersting, M., Henriksen, E. K., Bøe, M. V., & Angell, C. (2018). General relativity in upper secondary school: design and evaluation of an online learning environment using the model of educational reconstruction. *Physical Review Physics Education Research*, 14(1), 010130. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010130>
- Komorek, M., & Kattmann, U. (2008) The model of educational reconstruction. In Mikelskis-seifert, S., Ute, R., Brückmann, M. (Ed.). *Four decades of research in science education: from curriculum development to quality improvement* (pp. 171-188). Münster, Germany: Waxmann.
- Labudde, P. (2008) The role of constructivism in science education: yesterday, today and tomorrow. In Mikelskis-seifert, S., Ute, R., Brückmann, M. (Ed.). *Four decades of research in science education: from curriculum development to quality improvement* (139-156). Münster, Germany: Waxmann.
- Marín, Y. A. O. (2017). O ensino da biodiversidade: tendências e desafios nas experiências pedagógicas. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Ens Aprend Cienc*, 12(2),

173-185. <http://dx.doi.org/10.14483/23464712.11599>

- Martins, C., & de Oliveira, H. T. (2015). Biodiversidade no contexto escolar: concepções e práticas em uma perspectiva de educação ambiental crítica. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, 10(1), 127-145. <https://doi.org/10.34024/revbea.2015.v10.1912>
- Mayr, E. (2008). *Isto é Biologia: A ciência do mundo vivo*. São Paulo, SP: Companhia das letras.
- Méheut, M., & Psillos, D (2004). Teaching-learning sequences: Aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515–535 <https://doi.org/10.1080/09500690310001614762>
- Miani, C. S. (2013). Ensino de biodiversidade: análise do conceito em manuais didáticos e proposição de jogo digital educativo. (Dissertação de mestrado). Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP. Recuperado de https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/99814/miani_cs_me_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Miani, C. S. (2017). Um estudo sobre a conservação da biodiversidade com futuros professores de biologia. (Tese de doutorado). Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP. Recuperado de <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/151551>
- Niebert, K., & Gropengieser, H. (2013). The model of educational reconstruction: A framework for the design of theorybased content specific interventions. The example of climate change. In T. Plomp, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research – Part B: Illustrative cases* (pp. 511-531). Enschede, the Netherlands: SLO.
- Oliveira, L. B. (2005). *As Concepções de Biodiversidade: do professor-formador ao professor de Biologia em serviço*. (Tese de doutorado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Oliveira, C., & Guimarães, C. R. P. (2016). O que sabem os alunos de escolas estaduais em Aracaju/SE a respeito dos conceitos de preservação e biodiversidade?. *Scientia Plena*, 12(11). <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2016.112706>
- Onório, H. A., Oliveira, L., & Kawasaki, C. S. (2013). A sequência didática como instrumento de ensino e de pesquisa na investigação das concepções de biodiversidade em alunos do Ensino Fundamental II. In *Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindoia, São Paulo, SP. Recuperado de http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0614-1.pdf
- Plomp, T. (2007). Educational design research: an introduction. In T. Plomp & N. Nieveen (Ed.), *An introduction to educational design research* (p. 130). Shanghai: Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University. Recuperado de: <https://slo.nl/publish/pages/2904/educational-design-research-part-a.pdf>
- Primack, R. B., & Rodrigues, E. (2001). *Biologia da conservação*. Londrina, PR: Editora planta.
- Reinfried, S., Aeschbacher, U., Kienzler, P. M., & Tempelmann, S. (2015). The model of educational reconstruction - a powerful strategy to teach for conceptual development in physical geography: the case of water springs. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 24(3), 237–257. <https://doi.org/10.1080/10382046.2015.1034459>
- Reinfried, S., Mathis, C., & Kattmann, U. (2009). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Eine innovative Methode zur fachdidaktischen Erforschung und Entwicklung von Unterricht. *Beiträge Zur Lehrerinnen- Und Lehrerbildung*, 3(27), 404–414. Recuperado de https://www.pedocs.de/volltexte/2017/13710/pdf/BZL_2009_3_404_414.pdf
- Ruthven, K., Laborde, C., Leach, J., & Tiberghien, A. (2009). Design tools in didactical research: instrumenting the epistemological and cognitive aspects of the design of teaching sequences. *Educational Researcher*, 38(5), 329–342. <https://doi.org/10.3102/0013189X09338513>
- Sarmento, A. C. H., Muniz, C. R. R., Silva, N. R., Pereira, V. A., Santana, M. A. S., Sá, T. S., & El-Hani, C. N. (2013). Investigando princípios de Design de uma sequência didática sobre metabolismo energético.

Ciência & Educação, 19(3), 573–598. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132013000300006>

- Silva, L. D. G. S., Santos, V. J. B., & Maciel, M. S. (2016). Usos e apropriações de multimídias na educação para a biodiversidade em escolas de Belém, PA. *Educação, Cultura e Comunicação*, 7(14). Recuperado de <http://unifatea.com.br/seer3/index.php/ECCOM/article/view/492/442>
- Silva, M.G. (2019) O modelo de reconstrução educacional como aporte teórico e metodológico para o design de uma sequência didática sobre o conceito de biodiversidade em uma perspectiva integral e polissêmica. (Tese de doutorado). Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE. Recuperado de <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/bitstream/tede2/8343/2/Michelle%20Garcia%20da%20Silva.pdf>
- Silva, M.G.; Ferreira, H.S. (2020) Modelo de Reconstrução Educacional como um Aporte Teórico e Metodológico para o Design de Ambientes de Ensino e Aprendizagem da Ciência. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(1), 262-281. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p262>
- Stavrou, D. (2016). Educational reconstruction of nonlinear systems: transforming the science content into a content for instruction. In J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto & K. Hahl (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2015 Conference. Science education research: Engaging learners for a sustainable future, Part [part/strand number] (co-ed. [Editors of the strand chapter])*, (pp. [page numbers]). Helsinki, Finland: University of Helsinki. ISBN 978-951-51-1541-6 Recuperado de <https://www.esera.org/publications/esera-conference-proceedings/esera-2015>
- Teixeira, P. M. M., & Neto, J. M. (2017). A produção acadêmica em Ensino de Biologia no Brasil—40 anos (1972–2011): base institucional e tendências temáticas e metodológicas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(2), 521-549. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017172521>
- Van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. In Van den Akker, J., Branch, R. M., Gustafson, K., Nieveen, N., & Plomp, T (Ed). *Design Approaches and Tools in Education and Training* (pp. 1-14). Dordrecht: Springer Netherlands <https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7>
- Vilches, A. M., Legarralde, T. I., Ramírez, S., & Darrigran, G. A. (2016). Conocimiento y valoración de la biodiversidad en estudiantes del último año de profesorado de biología y geografía de Argentina. *Investigación y desarrollo*, 18(2), 46-58. Recuperado de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/54759>
- Zabala, A. (1998). *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre, RS: Artmed.

Recebido em: 08.08.2021

Aceito em: 12.02.2022