

Identificação de estratégias para mobilizar aspectos teóricos e metodológicos do Modelo de Reconstrução Educacional: o design de uma sequência didática sobre cadeia alimentar

Identifying strategies to mobilize theoretical and methodological aspects of the Model of Educational Reconstruction: the design of a teaching-learning sequence about the food chain

Michelle Garcia da Silva

Laboratório de Ensino de Biologia (LEBio)
Universidade Estadual da Paraíba
michellegs@servidor.uepb.edu.br

Roberta Smania-Marques

Laboratório de Ensino de Biologia (LEBio)
Universidade Estadual da Paraíba
robertasm@servidor.uepb.edu.br

Resumo

O Modelo de Reconstrução Educacional (MRE) é considerado um aporte teórico e metodológico para o design de intervenções educacionais. O objetivo deste trabalho foi identificar estratégias que auxiliem na mobilização de aspectos teóricos e metodológicos do MRE para construir uma sequência didática sobre cadeia alimentar. Portanto, trata-se de uma Pesquisa de Desenvolvimento, de natureza qualitativa, desenvolvida em sete etapas que passaram pela clarificação do conteúdo científico, pela análise das concepções dos estudantes e pela estruturação do plano da sequência didática. Assim, foi identificado um conjunto de estratégias utilizadas para construir um sequências didáticas com base no MRE, como: a distribuição, da forma mais equilibrada possível, de momentos em que são priorizados os conhecimentos discentes e os científicos sobre o conteúdo a ser ensinado. Esse conjunto de estratégias tem o potencial de mobilizar os aspectos teóricos e metodológicos do MRE e podem ser utilizadas por outros professores e pesquisadores da área.

Palavras chave: intervenção educacional, pesquisa baseada em design, cadeia alimentar, sequência didática, modelo de reconstrução educacional.

Abstract Arial 14 alinhado à esquerda, negrito, 18pt antes 6pt depois, espaço simples

The Model of Educational Reconstruction (MER) is considered a theoretical and methodological framework for the design process of educational interventions. Thus, the objective of this work was to identify strategies that support the mobilization of theoretical and methodological aspects of MER to build a teaching-learning sequence about food chains. Therefore, this is a Developmental Research, of a qualitative nature, developed in seven steps that included the clarification of the scientific content, the analysis of the students' conceptions, and the structuring of the teaching-learning sequence plan. Thus, it was identified a set of strategies used to build a didactic sequences based on the MER, such as: the distribution, in the most balanced way possible, of moments in which the students' knowledge and scientific knowledge about the content to be taught are prioritized. This set of strategies has the potential to mobilize the theoretical and methodological aspects of the MER and can be used by other teachers and researchers.

Key words: Arial 14 alinhado à esquerda, negrito, 18pt antes 0pt depois: educational intervention, design-based research, food chain, teaching-learning sequence, model of educational reconstruction.

Introdução

O Modelo de Reconstrução Educacional (MRE) foi criado por pesquisadores alemães, dedicados principalmente às áreas de Ensino de Física e de Biologia, para apoiar o design de intervenções educacionais (DUIT *et al.*, 2012). Nesse contexto, essas intervenções são vistas como soluções viáveis para solucionar problemas educacionais identificados na prática educativa. Desse modo, trata-se de um modelo teórico e metodológico que visa, por meio de um processo gradual de pesquisa, unir teoria e prática educativa (LABUDE, 2008).

Do ponto de vista teórico, o MRE fornece ao processo de design os pressupostos que definem as características dos Ambientes de Ensino e Aprendizagem (AEA) moldados a partir dele, bem como a compreensão de aprendizagem que caracteriza esses AEA (SILVA, 2019), como veremos adiante. Do ponto de vista metodológico, esse modelo apresenta por meio de seus três componentes e das interações estabelecidas entre eles um percurso de design que permite a estruturação orientada de AEA (SILVA, 2019).

Entre as múltiplas possibilidades de utilização do MRE, nesse trabalho discutimos como esse modelo pode ser utilizado para o design de sequências didáticas. Desse modo, é importante destacar que entendemos por sequência didática um conjunto de atividades ordenadas, articuladas e estruturadas com base em um processo gradual de pesquisa, que entrelaça a perspectiva científica e a do estudante para alcançar determinados objetivos educacionais, oferecendo soluções a problemas identificados na prática educativa (SILVA; SMANIA-MARQUES; FERREIRA; 2022). A compreensão apresentada é uma articulação entre a definição de “Sequência Didática” (SD) de Zabala (1998) e a de “Teaching-Learning Sequences” (TLS) de Méheut e Psillos (2004). Essa articulação se fez necessária porque, como afirmam estes últimos autores, o MRE apresenta uma estrutura para melhorar o processo de design de SDs (MÉHEUT; PSILLOS, 2004), logo aspectos desse modelo deveriam fazer parte de uma definição mais recente e aprimorada de SD. Mas, além de uma definição atualizada, é necessária uma proposta clara de como aspectos teóricos e metodológicos do MRE podem ser mobilizados para construir sequências didáticas que envolvam conteúdos científicos e biológicos.



Emerge, com isso, o problema de pesquisa que pretendemos responder com esse artigo: que estratégias tem o potencial de auxiliar na mobilização de aspectos teóricos e metodológicos do MRE para o propósito particular de desenvolver uma sequência didática sobre cadeia alimentar? A escolha do conteúdo científico cadeia alimentar se deu em razão de diversos estudos destacarem as dificuldades apresentadas pelos estudantes referentes a esse conteúdo (COSTA; COSTA; OLIVEIROS, 2013, KRUIPEK; DEON; FROELICH, 2017, SILVA, 2020). Dentre essas dificuldades estão presentes: equívocos na compreensão dos níveis tróficos presentes na cadeia alimentar, bem como das interações existentes entre eles (KRUIPEK; DEON; FROELICH, 2017); confusões e inversões nos significados de conceitos como cadeia alimentar e pirâmide alimentar (COSTA; COSTA; OLIVEIROS, 2013); dificuldades a respeito do entendimento sobre a função exercida pelos seres vivos representados na cadeia alimentar (SILVA, 2020); entre outras possibilidades. Diante dos problemas educacionais identificados, se faz necessária a construção de intervenções educacionais que ofereçam um encontro frutífero entre o conteúdo científico de cadeia alimentar e os estudantes, de tal forma que as concepções desses últimos sejam reconstruídas e fiquem mais próximas do conhecimento de referência, nesse caso, o científico. Nesse contexto, escolhemos construir uma sequência didática sobre cadeia alimentar, para alcançar o nosso objetivo com esse estudo: identificar estratégias que tem o potencial de facilitar e garantir a mobilização de aspectos teóricos e metodológicos do MRE para construir sequências didáticas. Essa escolha se justifica porque a identificação de tais estratégias não poderia se dar à revelia de uma atividade prática de design de uma SD à luz do MRE.

Modelo de Reconstrução Educacional: pressupostos teóricos e metodológicos

Teoricamente, o Modelo de Reconstrução Educacional é influenciado por três grandes teorias: as bases construtivistas, a tradição alemã de Bildung e Didaktik e a Pesquisa Baseada em Design (do inglês, Design Based Research - DBR) (SILVA, 2019). Determinados aspectos dessas teorias de referências são elencados para dar subsídio aos aspectos teóricos desse modelo, que envolvem suas ideias-chaves, as visões sobre elementos importantes dos processos de ensino e aprendizagem e as características dos ambientes de ensino e aprendizagem (Quadro 1).

Quadro 1: Pressupostos teóricos do Modelo de Reconstrução Educacional

Ideias-chaves do Modelo de Reconstrução Educacional

1. A estrutura do conteúdo a ser ensinado não é “dada” pela estrutura do conhecimento científico, mas influenciada por ele e pelo conhecimento do estudante acerca deste conteúdo. Desse modo, o conhecimento íntimo das perspectivas dos estudantes sobre um dado conteúdo da ciência pode levar a um conhecimento sofisticado dele, do ponto de vista educacional;
2. É necessário criar um equilíbrio e uma interação entre as questões relacionadas ao conteúdo científico e aquelas de cunho educacional, quando se pretende planejar ambientes de ensino e aprendizagem;
3. O primeiro passo para o planejamento de ambientes de ensino e aprendizagem é a definição dos objetivos 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;
4. O processo de planejamento instrucional, segundo passo para o planejamento de ambiente de ensino e aprendizagem, deve ser moldado por quatro questões fundamentais: por quê – o quê – como – por qual.

Visões sobre elementos importantes dos processos de ensino e aprendizagem



Estudante: é um sujeito não apenas cognitivo, mas também afetivo e social, que constrói seu próprio conhecimento com base nas experiências com o fenômeno e na troca com o outro. Tem conhecimento sobre o que acontece ao seu redor e por isso é importante conhecer o que o ele sabe sobre um determinado conteúdo.

Professor(a): é um sujeito ativo, mediador, que tem autonomia profissional garantida, sem ser controlado por um currículo imposto. O professor é visto como um construtor do currículo de sala de aula, responsável por planejar um encontro frutífero entre os estudantes e o conteúdo científico.

Conhecimento científico: é visto como construção humana, como conhecimento histórico e patrimônio cultural. Não existe uma estrutura do conhecimento “verdadeira” para uma área específica, mas um consenso de uma comunidade científica específica. O conhecimento é provisório e intersubjetivo, sendo a ciência vista como uma das formas de representar o mundo material.

Mundo material: o contexto no qual acontece o encontro entre os sujeitos e as experiências com os fenômenos e com outros sujeitos. No contexto do MRE, é o lugar onde o conhecimento de vida vai sendo adquirido e, também, o contexto situacional da sala de aula, onde as experiências de ensino e aprendizagem planejadas são implementadas.

A aprendizagem da ciência: é vista como reconstrução de concepções pré-instrucionais considerando ideias científicas, isto no sentido de promover modificações, enriquecimentos e reestruturações nas concepções pré-instrucionais dos estudantes. Desse modo, busca-se a ampliação do repertório de compreensão dos estudantes sobre um dado fenômeno da ciência. Neste caso, as concepções pré-instrucionais dos estudantes são entendidas como ferramentas para auxiliar no processo ensino e aprendizagem.

Características dos ambientes de ensino e aprendizagem

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 de ensino consideram as três dimensões do conteúdo: conceitual, procedimental e atitudinal;
5. O professor assume papel mediador no processo de ensino 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 não apenas aspecto cognitivos, mas afetivos;
8. A avaliação deve envolver critérios cognitivos e afetivos relativos à aprendizagem dos estudantes.

Fonte: elaborados pelos autores, fundamentado em (autor 1 e autor 3).

Metodologicamente, encontramos no Modelo de Reconstrução Educacional orientações que estruturam todas as etapas do processo de design, a partir dos seus três componentes e das interações estabelecidas entre estes (SILVA; FERREIRA, 2020). O primeiro componente é a “Análise da estrutura do conteúdo”, que objetiva esclarecer tópicos específicos da ciência a partir de um ponto de vista educacional. Uma das formas de fazer isso é resgatar aspectos do conteúdo científico que foram subtraídos quando ele foi apresentado à comunidade, mas que são de fundamental importância para fins educacionais, tais como aspectos relativos à história e filosofia da ciência e a natureza da ciência (DUIT *et al.*, 2012).

O segundo componente trata das “Investigações sobre as perspectivas dos estudantes”, neste caso são investigadas as concepções dos estudantes sobre o conteúdo científico, além de suas necessidades e dificuldades de aprendizagem; e seus interesses e motivações frente a aprendizagem do conteúdo científico (DUIT *et al.*, 2012). Isso pode ser feito identificando aproximações e distanciamentos entre o conhecimento dos estudantes e o conhecimento científico de referência, de modo que, assim, ocorre a relação entre o primeiro e o segundo componentes do MRE (SILVA; FERREIRA, 2020).

Por fim, o terceiro componente do MRE é o “Design e avaliação de ambientes de ensino e aprendizagem da ciência” (DUIT *et al.*, 2012). Como o próprio nome sugere, trata-se do

momento de desenvolver a intervenção educacional e investigar aspectos sobre o seu potencial e sua efetivação para promoção da aprendizagem pretendida. Vale ressaltar que o terceiro componente do MRE é desenvolvido com base nos resultados dos dois componentes anteriores, que serão revisados e aprimorados com base nos resultados dele.

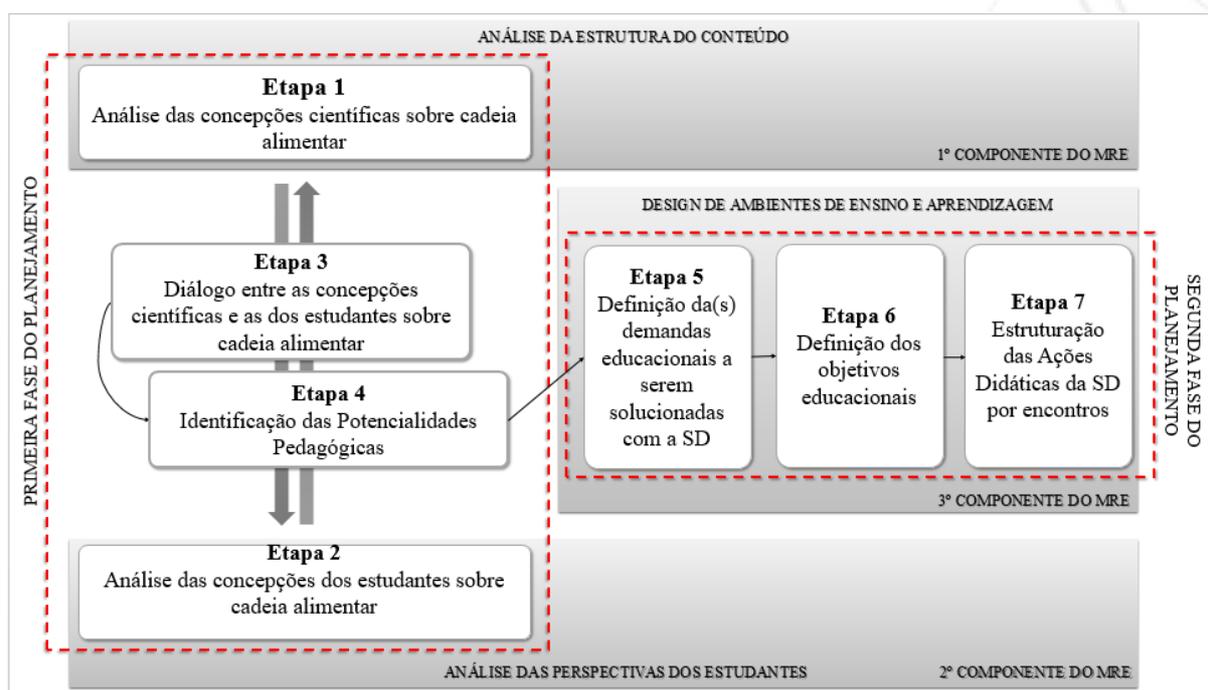
Desse modo, os três componentes do MRE interagem e se influenciam mutuamente, de modo que os resultados obtidos em cada componente influenciam o desenvolvimento dos demais. Além disso, vale destacar que esses componentes refletem a estruturação teórica do MRE, sendo a expressão metodológica de suas ideias-chaves. Sumariamente, é correto afirmar que o processo de design proposto no MRE garante o estabelecimento das relações entre seus três componentes, sendo estruturado em duas fases, uma para aprofundamento do entendimento do problema educacional a ser resolvido e outra dedicada à construção de uma proposta de solução para tal problema. Essas fases foram consideradas na definição do percurso metodológico deste estudo, que será apresentado no próximo item.

Percurso Metodológico

Esta é uma Pesquisa de Desenvolvimento, um tipo de abordagem da Pesquisa Baseada em Design, que se preocupa com o desenvolvimento de intervenções educacionais por meio de um processo gradual de pesquisa (Plomp, 2007). Nesse sentido, trata-se de pesquisa de natureza qualitativa que trabalha com a interpretação de dados descritos (MARTINS, 2010), que nos permitiram trazer respostas para o problema de pesquisa inicialmente proposto. É importante destacar que parte dos dados utilizados nesse estudo vem do trabalho de Brito (2021) desenvolvido em colaboração com as autoras desse trabalho.

A metodologia utilizada foi estruturada a partir dos três componentes do MRE e garantiu as interações estabelecidas entre eles por meio de sete etapas destinadas ao design de uma sequência didática sobre cadeia alimentar com foco no nível fundamental do ensino de biologia (Figura 1).

Figura 1: Esquematização do percurso metodológico que permitiu mobilizar os três componentes do Modelo de Reconstrução Educacional e suas interações



Fonte: elaborados pelos autores

A primeira fase de planejamento é responsável pela análise do problema educacional que se pretende resolver a partir da SD. Essa fase é dividida nas quatro primeiras etapas e possui o primeiro e o segundo componentes do modelo representados na etapa 1, 2, 3 e 4. Vejamos uma breve descrição dessas etapas:

- Etapa 1 - Análise das concepções científicas sobre cadeia alimentar: envolveu a análise das concepções científicas sobre cadeia alimentar presentes em quatro livros didáticos do ensino fundamental aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático. Escolhemos os livros didáticos por entendermos que eles muitas vezes guiam os planejamentos de ensino dos professores em suas práticas educativas. Para ajudar na análise dos livros foi utilizada uma grade de análise proposta por Autor 1.
- Etapa 2 - Análise das concepções dos estudantes sobre cadeia alimentar: envolveu a análise das concepções dos estudantes em literatura acadêmica especializada da área de Ensino de Biologia. Para tal, foram selecionados artigos que investigaram as concepções dos estudantes sobre o tema escolhido, publicados nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPECs), referentes aos seguintes anos: 2009, 2011, 2013, 2015 e 2017 e nos anais do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO), referente aos seguintes anos: 2010, 2012, 2014, 2016 e 2018. O critério para a escolha desses artigos foi a presença em seu título, resumo ou nas suas palavras-chaves do termo cadeia alimentar. Posto isso, os quatro artigos foram selecionados e foi possível identificar as concepções ou padrões explicativos dos alunos com relação ao tema. Ao final da etapa 2 emergiram quatro orientações educacionais referentes à análise da etapa 1 e da etapa 2.
- Etapa 3 - Diálogo entre as concepções dos estudantes e as científicas sobre cadeia alimentar: envolveu a identificação de aproximações e distanciamentos entre os conhecimentos científicos e os dos estudantes sobre cadeia alimentar, tomando como referência as orientações educacionais que emergiram das etapas anteriores.
- Etapa 4 - Identificação das potencialidades pedagógicas: envolveu a construção do quadro das potencialidades pedagógicas, no qual foram identificadas as necessidades e dificuldades de aprendizagem, bem como as estratégias metodológicas, com base nos resultados da etapa anterior.

A segunda fase da pesquisa foi desenvolvida a partir de três etapas, que juntas permitem o design da SD sobre cadeia alimentar. O terceiro componente do MRE predominou nesta segunda fase, mas os resultados dos demais componentes foram imprescindíveis para isso, como veremos na descrição das etapas, a seguir:

- Etapa 5 - Definição das demandas educacionais a serem solucionadas com a SD: envolveu a definição de que potencialidades pedagógicas, presentes no quadro construído na etapa anterior, foram consideradas para guiar a definição dos objetivos educacionais da SD;
- Etapa 6 - Definição dos objetivos educacionais: envolveu a definição dos objetivos educacionais propostos para serem alcançados com a SD sobre CA. Para tal foram consideradas as demandas educacionais definidas na etapa anterior. Esses objetivos levaram em consideração as dimensões: conceituais, procedimentais e atitudinais do conteúdo.
- Etapa 7 - Estruturação das ações didáticas da SD por encontro: envolveu a definição da quantidade de encontros, do tempo de cada encontro, de suas ações didáticas e das sugestões metodológicas para cada ação didática.

Resultados e discussões

O desenvolvimento da primeira etapa da pesquisa nos permitiu identificar como estratégia para mobilização da estrutura do conteúdo, a *identificação das concepções científicas sobre o conteúdo em materiais de referência*. Neste caso, utilizamos como referência o livro didático, já que é a referência mais comum para orientar a prática docente em sala de aula no nível fundamental. As concepções científicas sobre o conteúdo que identificamos podem ser observadas no quadro 2.

Quadro 2. Resultados da análise das concepções científicas sobre cadeia alimentar

<p>PRINCIPAIS TERMOS UTILIZADOS PARA ABORDAR O CONTEÚDO DE CADEIA ALIMENTAR NOS LIVROS DIDÁTICOS</p> <p>Produtores; Consumidores; Decompositores; Nível trófico; Autótrofos; Heterótrofo; Transferência de matéria; Transferência de energia; Ecossistemas.</p>
<p>CONCEPÇÕES CIENTÍFICAS DE CADEIA ALIMENTARA PRESENTES NOS LIVROS DIDÁTICOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Uma cadeia alimentar é formada por uma seqüência de interações entre diferentes organismos que servem de alimento uns aos outros em um ecossistema. 2. Os produtores são organismos autótrofos, ou seja, que produzem o seu próprio alimento. 3. A função dos produtores é ser a base das cadeias alimentares, correspondendo ao primeiro nível trófico. 4. Os consumidores são organismos heterótrofos, que se alimentam de outros seres vivos ou de partes deles. Eles podem ser subdivididos em: primários, secundário, terciário, etc. 5. Os decompositores são organismos heterótrofos, e se alimentam de partes mortas ou de resíduos de outros seres vivos. 6. Os decompositores têm a função de reciclar a matéria no ambiente, evitando o acúmulo de restos e detritos nos ecossistemas. Desse modo, transformam a matéria de todos os níveis tróficos de uma cadeia alimentar em compostos mais simples que podem ser aproveitados pelos produtores. 7. Nível trófico corresponde a cada posição assumida na cadeia alimentar. 8. Nível trófico corresponde aos organismos com o tipo semelhante de alimentação no ecossistema. 9. As setas indicam as relações alimentares entre os seres vivos e o caminho da energia percorrido entre eles, partindo de um nível trófico em direção a outro.
<p>ASPECTOS DE HISTÓRIA E/OU NATUREZA DA CIÊNCIA ENCONTRADOS NOS LIVROS DIDÁTICOS PARA ABORDAR O CONTEÚDO DE CA.</p> <p>Não foram encontrados</p>

Fonte: elaborado pelos autores

O trabalho de Brito (2021) faz uma discussão sobre essas concepções e sobre como elas dialogam, no entanto, esse não é o foco da discussão desse trabalho, mas entender que a estratégia identificada permitiu alcançar os objetivos da primeira etapa da pesquisa. Nesse contexto, por meio da análise dos livros didáticos tomamos conhecimento sobre os termos utilizados e as concepções científicas presentes sobre cadeia alimentar.

Na segunda etapa, a estratégia identificada para mobilizar o conhecimento acerca das concepções discentes foi a *identificação do repertório de concepções dos estudantes sobre o conteúdo científico catalogadas na produção científica da área de Ensino de Biologia que tivesse como foco a investigação empírica das características dos estudantes*. O repertório de concepções discentes sobre cadeia alimentar encontradas a partir dessa estratégia pode ser visto no quadro 3.

Quadro 3. Resultados da análise das concepções discentes sobre cadeia alimentar

CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES E SUAS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM SOBRE CADEIA ALIMENTAR

1. A cadeia alimentar é composta por seres vivos representados pelos animais.
2. Os componentes da cadeia alimentar são interdependentes.
3. A cadeia alimentar é uma representação gráfica de como os seres vivos se alimentam no ambiente, sendo formada dos pequenos seres vivos até os grandes.
4. A representação gráfica da cadeia alimentar deve ser em ciclo.
5. A cadeia alimentar tem os produtores à esquerda e os decompositores à direita.
6. Os decompositores trazem benefícios para as plantas e o meio ambiente.
7. Os estudantes encontram dificuldade em relacionar os níveis tróficos com os seres vivos que os representam.
8. Os estudantes não compreendem o fluxo de energia na cadeia alimentar.
9. A posição do decompositor na cadeia alimentar não é clara para os estudantes e nem a função dele

Fonte: elaborado pelos autores

Após a análise das concepções científicas e das concepções dos estudantes, como previsto no MRE, emergiram as orientações educacionais que representaram simultaneamente cada uma destas análises. A estratégia para mobilizar essas orientações foi a *elaboração de hipóteses educacionais*, que deveriam apontar a forma com o conceito de cadeia alimentar deveria ser tratado de um ponto de vista educacional (Quadro 4).

Quadro 4. Hipóteses educacionais elaboradas a partir das análises das concepções científicas e discentes sobre cadeia alimentar

1. É fundamental compreender que a cadeia alimentar representa uma sequência de interações entre diferentes organismos que servem como fonte de energia um para os outros em um ecossistema.
2. É essencial analisar as interações estabelecidas entre os componentes de uma cadeia alimentar, a partir da interdependência estabelecida entre eles.
3. É elementar compreender que os organismos com tipos semelhantes de alimentação em um ecossistema ocupam o mesmo nível trófico e desempenham determinadas funções no ambiente.
4. É importante compreender as representações gráficas de uma cadeia alimentar, a partir de critérios como interação, dependência e função.

Fonte: elaborado pelos autores

Essas hipóteses educacionais, serviram como conhecimento de referência para o estabelecimento de um diálogo entre as concepções dos estudantes e as científicas sobre cadeia alimentar, como orienta o MRE ao propor que haja interação entre seu primeiro e segundo componentes.

Na promoção de tal diálogo, duas estratégias foram identificadas a *identificação das aproximações e dos distanciamentos entre as concepções científicas e as discentes sobre o conteúdo científico* e, a partir disso, a *identificação das necessidades e das dificuldades de aprendizagem, bem como das estratégias metodológicas que poderiam servir como ferramentas para os processos de ensino e aprendizagem do conteúdo científico*. Neste contexto, entendeu-se por aproximação aquela concepção discente que pode ser confirmada pela concepção científica e por distanciamento aquela concepção discente que pode ser confrontada pelo conhecimento científico ou que não é validada por ele. Foi concebido ainda, que a partir das aproximações são identificadas necessidades de aprendizagem, que se tratam de concepções dos estudantes próximas daquelas mais aceitas na atualidade pela comunidade científica, mas que demandam aprimoramento, refinamento, complementação e ampliação;

bem como, dos distanciamentos são identificadas as dificuldades de aprendizagem que se caracterizaram como concepções que os estudantes precisam construir, pois as concepções que eles possuem sobre o fenômeno divergem das concepções científicas. A utilização dessas estratégias resultou na elaboração do quadro das potencialidades pedagógicas (Quadro 5).

Quadro 5. Quadro das potencialidades pedagógicas do diálogo entre as concepções científicas e as dos estudantes

<p>Hipótese Educacional 1: É fundamental compreender que a cadeia alimentar representa uma sequência de interações entre diferentes organismos que servem como fonte de energia um para os outros em um ecossistema.</p>
<p>Aproximações: 1. A cadeia alimentar é composta por seres vivos representados pelos animais.</p> <p>Distanciamento: 1. Os estudantes não compreendem o fluxo de energia na cadeia alimentar. 2. As interações entre os componentes de uma cadeia alimentar são determinadas pelos tamanhos dos seus organismos, seguindo o fluxo de energia do menor organismo para o maior. 3. Os seres humanos não são identificados como componentes da cadeia alimentar.</p> <p>Potencialidades pedagógicas associadas <u>Necessidades de aprendizagem</u> 1. Identificar a biodiversidade presente na composição de uma cadeia alimentar, incluindo os seres humanos. <u>Dificuldades de aprendizagem</u> 1. Explicar o fluxo de energia na cadeia alimentar. 2. Interpretar a cadeia alimentar como uma sequência de interações entre diferentes organismos que servem de fonte de energia uns para os outros em um ecossistema, seguindo o fluxo de energia do produtor em direção aos decompositores. 3. Identificar os seres humanos como componentes de uma cadeia alimentar <u>Estratégias metodológicas</u> 1. Ponto de partida: abordar os componentes da cadeia alimentar a partir das interações dos animais com suas fontes de energia.</p>

Fonte: elaborado pelos autores

Vale destacar que o quadro das potencialidades pedagógicas encerrou a primeira fase da pesquisa, nele as concepções dos estudantes foram utilizadas como ferramentas para instrumentalizar o processo de design do plano da SD, que foi a segunda fase da pesquisa.

Uma das primeiras estratégias que marcaram essa segunda fase foi a *escolha das potencialidades pedagógicas que serão abordadas na SD que se pretende planejar*. Essa escolha orientou a definição dos objetivos educacionais da SD. Vale destacar que a definição de tais objetivos precedeu, obrigatoriamente, o design das atividades que compuseram o plano da SD, como propõe a terceira ideia-chave do MRE. É importante entender ainda que é nesse momento do percurso de design que será necessário mobilizar as características dos ambientes de ensino e aprendizagem pautados no MRE para estruturar o plano da SD. Para tal, foram utilizadas um conjunto de estratégias, que podem ser vistas no quadro abaixo.

Quadro 6. Conjunto de estratégias utilizadas para mobilizar as características do Modelo de Reconstrução Educacional no plano das Sequências Didáticas

<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboração de objetivos educacionais para a SD que contemplassem as dimensões conceitual, procedimental e atitudinal do conteúdo, da maneira mais balanceada possível; 2. Elaboração de momentos que oportunizassem a expressão das concepções discentes acerca do conteúdo; 3. Elaboração de momentos que oportunizassem a expressão das concepções científicas acerca
--



- do conteúdo;
4. Distribuição, ao longo da SD, da forma mais equilibrada possível de momentos em que são priorizados os conhecimentos discentes e os científicos sobre o conteúdo a ser ensinado;
 5. Elaboração de momentos que priorizassem a autonomia discente no desenvolvimento das atividades propostas;
 6. Elaboração de momentos que viabilizassem a abordagem do conteúdo científico a partir das dimensões conceitual, procedimental e atitudinal;
 7. Elaboração de momentos em que o(a) professor(a), quando necessário, realizasse a mediação do processo de ensino, sem ser o único responsável pelo desenvolvimento de todas as atividades dos encontros;
 8. Utilização de diferentes estratégias didáticas para mediar a apresentação do conteúdo a ser ensinado, de modo que ela não seja feita unicamente por meio da fala docente;
 9. Utilização de um repertório diverso de estratégias didáticas para promover a interação do discente com o conteúdo a ser ensinado;
 10. Elaboração de momentos pautados nas necessidades e dificuldades de aprendizagem discentes;
 11. Elaboração de momentos que favoreçam a motivação discente para a aprendizagem da ciência;
 12. Proposição de atividades diversas ao longo da SD, que permitam o acompanhamento do desenvolvimento das concepções discentes, tanto considerando construções individuais, como aquelas desenvolvidas em grupo;
 13. Elaboração de propostas de avaliação com critérios que envolvam as dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais do conteúdo;
 14. Elaboração de propostas de avaliação com critérios que envolvam a observação do engajamento e da motivação discente nos processos de ensino e aprendizagem

Fonte: elaborado pelos autores

A estratégia 1 (Quadro 6) foi utilizada para garantir que os objetivos educacionais envolvessem as três dimensões do conteúdo. Dessa forma, ela permitiu a mobilização da característica 4 (Quadro 1) que versa sobre os objetivos educacionais e que também foi mobilizada a partir da estratégia 6 (Quadro 6). Todas as demais estratégias foram utilizadas para definição e elaboração das atividades propostas para compor o plano da SD. No nosso caso, a estruturação desse plano ocorreu em Encontros (E) e Ações Didáticas (AD), estas últimas acompanhadas por sugestões de metodologias (Quadro 7)¹, que consideramos ser a parte do plano da SD que pode sofrer alterações para atender às necessidades do contexto real de implementação.

Quadro 7. Estruturação da sequência didática em encontros, ações didáticas e sugestão de metodologia

Ações Didáticas Encontro 1 (2horas/aula)	Sugestão de Metodologia
AD2 Proposição de questionamentos sobre cadeia alimentar que orientam algumas reflexões em torno da problemática proposta.	Lançado o desafio, o professor explica que para começar as reflexões que auxiliarão os estudantes a buscar respostas para a pergunta proposta, eles deverão responder no caderno o seguinte conjunto de questionamentos: (a) todos os seres vivos se alimentam das mesmas coisas? (b) Existem seres vivos que produzem o próprio alimento? Se sim, cite um exemplo. (c) Existem seres vivos que só se alimentam de outros seres vivos? Se sim, cite um exemplo. (d) Existem seres vivos que se alimentam de partes mortas ou de resíduos de outros seres vivos? Se sim, cite um exemplo.

¹ A sequência didática sobre cadeia alimentar está disponível em <https://lebiouepb.wixsite.com/lebio>



<p>AD3 Apresentação das respostas dos estudantes aos questionamentos propostos da AD2 deste encontro, fazendo levantamento dos conhecimentos deles sobre cadeia alimentar e registrando tais conhecimentos, para futura avaliação.</p>	<p>Ao final da atividade anterior, o professor deverá fazer o levantamento do conhecimento dos estudantes. Para isso o professor vai pedindo para que os estudantes apresentem suas respostas e vai, junto com eles, construindo um esquema no quadro que represente as principais ideias apresentadas pelos estudantes. Para concluir esse momento, o professor deve pedir que os estudantes fotografem o esquema produzido no quadro e ele também deve fotografar.</p>
--	--

Fonte: elaborado pelos autores

Nas ações didáticas apresentadas no quadro 7 é possível observar a utilização da estratégia 3, 7 e 12. As duas primeiras permitem a mobilização das características do MRE que tratam do papel do professor e do estudante nos processos de ensino e aprendizagem. A última, estratégia 12, permite a mobilização da característica do MRE que trata sobre avaliação. Sumariamente, é importante evidenciar que todas as estratégias foram identificadas a partir do esforço de mobilizar as oito características dos ambientes de ensino e aprendizagem pautados no MRE no plano da SD. Essas estratégias vêm sendo amplamente utilizadas no Laboratório de Ensino de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba para construir sequências didáticas nos moldes do MRE, de modo que, temos trabalhos em andamento que reúnem evidências que mostram que elas apresentam, de fato, potencial para este fim.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho não representa um esforço de esgotar as estratégias que permitem a mobilização de aspectos teóricos e metodológicos do MRE na construção de sequências didáticas, mas de apontar um conjunto de estratégias, que se utilizadas, têm o potencial de promover tal mobilização. Desse modo, o conjunto de estratégias aqui identificadas pode ser utilizada por pesquisadores e professores da área de ensino de ciências que desejam construir sequências didáticas fundamentadas não em critérios arbitrários pautados em saberes puramente experienciais, mas em um referencial teórico e metodológico que guia de maneira consistente e efetiva o processo de design. Além disso, as estratégias identificadas podem ser utilizadas para compor instrumentos avaliativos que viabilizem o processo de validação das sequências didáticas construídas com base no Modelo de Reconstrução Educacional.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado pelo Laboratório de Ensino de Biologia - LEBio com os apoios: do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil e da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

Referências

BRITO, O. L. O.. mobilização dos pressupostos teóricos e metodológicos do modelo de reconstrução educacional para a construção de uma sequência didática sobre cadeia alimentar. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, 2021.



- COSTA, E. S. A.; COSTA, I. A. S.; OLIVEROS, O. B.. Percepção de alunos da educação básica sobre os conceitos de meio ambiente e cadeia alimentar. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, XI., 2013, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia: UFRJ, 2013, p. 1-8
- DUIT, R. et al.. The Modelo of Educational Reconstruction – A Framework for Improving Teaching Science. In: JORDE, D, J. (Eds).. **Science Education Research and Practice in Europe**: Restropertive and Prospective. Sense Publishers, 2012.
- LABUDDE, P.. 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. Münster/newyork/münchen/berlin: Waxmann, 2008.
- KRUPEK, R. A.; DEON, G. A.; FROELICH, A.. “Queimada da cadeia alimentar”: uma proposta interdisciplinar na área de ciências para o ensino fundamental. **Revista Educação e Linguagens**, Campo Mourão, v. 5, n. 9, p. 107-119, 2017.
- MARTINS, J.. A pesquisa qualitativa. In: FAZENDA, I. (org.). **Metodologia da pesquisa educacional**. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2010.
- MÉHEUT, M.; PSILLOS, D.. Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p. 515-535, 2004.
- PLOMP, T.. Educational design research: an introduction. In: PLOMP, T.; NIEVEEN, N. (Eds). **An introduction to educational design research**. Shanghai: Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University,p. 130, 2007.
- SILVA, M. M.. **Ensino de ecologia mediado por simulação computacional da cadeia alimentar**. 2020. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, 2020.
- SILVA, M. G.. 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. 2019. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). Programa de Pos-Graduacao em Ensino de Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2019.
- SILVA, M. G.; FERREIRA, H. S.. 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**, v. 25, n. 1, 2020.
- SILVA, M. G.; SMANIA-MARQUES, R.; FERREIRA, H. S.. Mobilização de aspectos teóricos e metodológicos do modelo de reconstrução educacional para apoiar o processo de design de uma sequência didática sobre biodiversidade. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 1, p. 173, 2022.
- ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Tradução Ernani F. F. Rosa. Porto Alegre. Artmed, 1998.