



Experimento “céu azul” como possibilitador de uma aprendizagem significativa das noções de ondas eletromagnéticas

Diogo Pereira de Freitas^a, Josefina Diosdada Barrera Kalhil^b

^adpdf.mca24@uea.edu.br

^bjbkalhil@uea.edu.br

ARTICLE INFO

Recebido: 5 de enero de 2024

Aceito: 11 de marzo de 2024

Disponível on-line: 30 de mayo de 2024

Palavras chave: Aprendizagem Significativa. Experimento. Eletromagnetismo.

E-mail: ^adpdf.mca24@uea.edu.br
^bjbkalhil@uea.edu.br

ISSN 2007-9842

© 2024 All rights reserved

ABSTRACT

This is a qualitative descriptive work, developed in the Postgraduate course in Education and Science Teaching in the Amazon in the subject of Investigative trends in science teaching, in which we present and describe the use of an experiment as an enabler of the process of teaching and learning notions of electromagnetism. Our overall aim is to present a proposal using the Blue Sky experiment, enabling meaningful learning based on prior knowledge. During the activity, the practical activity generated discussions, questions, pertinent to their previous knowledge of the content taught and the involvement of the class was remarkable.

Este relato de experiência, desenvolvido no Mestrado Acadêmico em Educação em Ciências na Amazônia, na disciplina: “Tendências investigativas no ensino de ciências”, na qual apresentamos a utilização de um experimento como viabilizador do processo de ensino de aprendizagem das noções de eletromagnetismo. Temos como objetivo geral: Apresentar uma proposta utilizando o experimento chamado “Céu Azul”, possibilitando uma aprendizagem significativa a partir de um conhecimento prévio. Durante a realização da atividade, por meio da atividade prática, gerou-se discussões, questionamentos, pertinentes aos seus conhecimentos prévios com os conteúdos ensinados e o envolvimento da turma foi notável.

I. INTRODUÇÃO

O presente resumo expandido é um relato de experiência inspirado por uma proposta didática que utiliza o experimento "Céu Azul". Essa ideia surgiu no decorrer das aulas do Mestrado Acadêmico em Educação em Ciências da Universidade do Estado do Amazonas, do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências - PPGEEC.

Em uma determinada aula, os acadêmicos ficaram surpresos ao desconstruir a ideia de que o sol não era “amarelo”, então buscou-se entender os conceitos que explicam o porquê de o céu ser azul e os princípios teóricos metodológicos que discutem aprendizagem significativa. Por isso, pensou-se em uma pesquisa com objetivo de apresentar uma proposta que utilizasse o experimento “Céu Azul”, possibilitando uma aprendizagem significativa, a partir de um conhecimento prévio. Neste contexto, o trabalho foi embasado na Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel (2003), que postula que o cerne do processo de aprendizagem reside na capacidade do estudante de associar novos conhecimentos a estruturas cognitivas pré-existentes.

Segundo D'Ambrosio (2012), o processo de aquisição de conhecimento é uma relação dialética entre saber e fazer, impulsionada pela consciência e realizada em várias dimensões. Nesse contexto, o uso de atividades práticas, como

o experimento "Céu Azul", não apenas facilita a assimilação dos conceitos científicos, mas também envolve múltiplas dimensões do aprendizado, indo além do cognitivo para abranger aspectos socioemocionais e naturais. Essa abordagem promove uma aprendizagem significativa ao conectar o novo conhecimento à experiência concreta e ao que o estudante já sabe.

O relato de experiência está dividido da seguinte forma: desencadear reflexões e perguntas dos alunos, as inferências do pesquisador, cujo experimento realizado com os alunos teve o intuito de evidenciar o que realmente ocorre, do ponto de vista científico, com a atmosfera terrestre e conscientizar que a grande produção de gases poluentes pode mudar a observação da atmosfera.

Em outras palavras, tal fenômeno, quando é levado para o concreto, permite que os alunos assumam um papel ativo nas percepções e na abstração dos conceitos, propiciando o seu desenvolvimento em várias dimensões que não seja apenas a cognitiva, mas também socioemocional e natural. Como resultado, isto favorece para a aprendizagem significativa dos conceitos pelos alunos. Para isso, utilizou-se do experimento para facilitar a visualização e a compreensão do fenômeno.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

No processo que ocorre entre os sujeitos do ensino e aprendizagem (alunos e professores) e os elementos socioculturais, afetivos, emocionais que envolvem o ato de aprender, não se pode perder a visão holística (do todo) de formação do aluno, em detrimento dos detalhes particulares das disciplinas escolares (D'Ambrosio, 2022). É preciso considerar o ciclo indivíduo ↔ outro/sociedade ↔ natureza, denominado por D'Ambrosio como triângulo da vida, a qual a interrupção de qualquer uma dessas conexões interrompe a vida. (D'Ambrosio, 2022)

Até pensamos na conexão com a sociedade, mas, na maioria das vezes, esquecemos da natureza, do indivíduo, do mundo em que vivemos, como também o ambiente, o cotidiano, pois são neles que mais aprendemos. Em suma, ao considerar essas relações, devemos buscar e identificar o que os alunos já conhecem, para, a partir desse procedimento, desenvolver uma aula, pois se parte de uma ideia prévia para a assimilação de um novo assunto.

Desse modo, percebemos que existem muitas aproximações entre a ciência que anseia por outra ciência possível. No entanto, para que esse sonho se concretize, é necessário o conhecimento. Esse conhecimento não se restringe apenas aos conteúdos científicos, mas envolve também o saber sobre quem somos e onde estamos, considerando nossa cultura enquanto amazônidas. A partir desse conhecimento, será possível adquirir autonomia para fazer as escolhas que nos permitam sonhar com uma Amazônia que valorize, finalmente, o conhecimento de seu povo.

Deve-se considerar que os novos conhecimentos devem ser organizados a partir daqueles que são prévios, os quais podem ser chamados de "concepções alternativas". Segundo Piaget e Ausubel, cada pessoa possui sua própria estrutura cognitiva, formada a partir das vivências e experiências pelas quais passou, e que será utilizada para tentar explicar o mundo. Nesse sentido, a mudança conceitual é proposta como uma solução para que ocorra a aprendizagem por meio das concepções alternativas do aluno. Nesse processo, o professor instiga o aluno, provocando uma inquietação ao colocar em conflito os conhecimentos científicos com suas concepções prévias (Oliveira, 2005).

Nesse processo de questionamento, desafiar o estudante significa conduzi-lo para novas direções de pensamento, confrontando as perspectivas já estabelecidas. Como afirmam Alro & Skovsmose (2023), "desafiar significa tentar levar as coisas para uma outra direção ou questionar conhecimentos ou perspectivas já estabelecidas". Esse ato de desafiar é fundamental para estimular o aprendizado crítico e a mudança conceitual, pois permite que o aluno reexamine suas concepções alternativas à luz de novos conhecimentos científicos.

Ressaltando que esse é um processo longo, que se dá durante toda a vida, apreende-se que requer tempo, em que cada aluno tem sua maneira e seu tempo de aprender. Segundo Freire:

[...] é preciso considerar que os alunos aprendem diferentemente porque têm histórias de vida diferentes, são sujeitos históricos, e isso condiciona sua relação com o mundo e influencia sua forma de aprender (Freire, 1996, p. 65).

A esse respeito, Edgar Morin nos fala sobre a inteligência cega, que é adquirida a partir do pensamento simplificador:

A inteligência cega destrói os conjuntos e as totalidades, isola os seus objetos do seu meio ambiente. Ela não pode conceber o elo inseparável entre o observador e a coisa observada. As realidades-chave são desintegradas. Elas passam por entre as fendas que separam as disciplinas (Morin, 2011, p. 12).

Nós, como mediadores desse processo, não podemos usar as disciplinas de formas isoladas, anulando a diversidade, esquecendo do meio, do ser, da identidade, da diferença, de que o povo só é formado por cada uma das pessoas presentes nele. Além disso, supor também que o ser humano é um ser perfeito.

III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente relato foi realizado com oito discentes do Mestrado Acadêmico em Educação em Ciências do PPGEEC, em que a coleta de dados se deu por meio das notas de campo e fotografias.

Para a realização do experimento foi preciso alguns materiais de baixo custo: 1 (uma) Lanterna, 1 (uma) Bacia de vidro transparente, 10 mililitros de Leite líquido e um pedaço pequeno de Papelão. A partir disso, entende-se que foi utilizada uma abordagem qualitativa, pois:

[...] objetiva aprofundar-se na compreensão dos fenômenos que estuda – ações dos indivíduos, grupos ou organizações em seu ambiente ou contexto social –, interpretando-os segundo a perspectiva dos próprios sujeitos que participam da situação, sem se preocupar com representatividade numérica, generalizações estatísticas e relações lineares de causa e efeito. (Guerra, 2014, p. 11).

Tivemos a interação entre o objeto de estudo e pesquisador com a elaboração e aplicação de uma proposta didática, na qual o registro de dados ou informações coletadas a partir das notas de campo e fotografias ocorreram.

A pesquisa, feita por meio da análise e do levantamento das ações e perspectivas do pesquisador, deu-se a partir das atividades que foram desenvolvidas com os alunos. Nesse sentido, este estudo se caracteriza como descritivo, porque tem como objetivos “descrever as características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relação entre variáveis” (Gil, 2008, p. 42). No caso da pesquisa, as características a serem observadas referem-se a comportamentos e comentários.

A natureza descritiva deste trabalho se deu pela coleta sistemática dos dados, registrando, descrevendo as conversas desenvolvidas na sala de aula, analisando e interpretando os fenômenos observados na perspectiva do pesquisador.

Após observarem o céu, os alunos realizaram um desenho sobre o mesmo. A maioria representou o céu com a cor azul. Em seguida, foi utilizada uma apresentação em PowerPoint para que os estudantes visualizassem imagens das diversas colorações do céu em diferentes horários do dia. O objetivo dessa atividade foi promover a integração dos alunos e gerar discussões acerca da verdadeira cor do céu.

Ao iniciar o experimento destinado a explicar as razões pelas quais o céu apresenta diferentes cores, o pesquisador fez inferências baseadas em Correia (2022), esclarecendo a variedade de tonalidades presentes na atmosfera terrestre, como azul, rosa, vermelho, preto e cinza. O experimento foi dividido em seis etapas:

1ª etapa: Encher de água a bacia de vidro transparente, posicionar em cima da mesa e desligar a luz do ambiente;

2ª etapa: Atrás da bacia posicionar a 40 centímetros um pedaço de papelão;

3ª etapa: Ligar a lanterna e posicionar a luz dela transversalmente ao papelão, passando por dentro da água na bacia;

4ª etapa: Desligar a lanterna;

5ª etapa: Adicionar gotas de leite à água e misturá-las;

6ª etapa: Ligar a lanterna.

Ao concluir a **6ª etapa** a água presente na bacia ficou com a coloração azul. Em seguida, ao observarem a cor da luz na caixa de papelão, visualizaram que a luz branca ficou amarela, que é a cor que enxergamos do sol.

IV. CONTEXTO

No primeiro dia de aula, a professora realizou uma atividade prática, que consistia em pegar uma vela, colocá-la sobre a mesa e acendê-la (tomando todas as precauções necessárias). Em seguida, ela deu tempo para que todos os participantes da disciplina pesquisassem e anotassem observações sobre a vela acesa, com o intuito de demonstrar que, ao pesquisar, além de mergulhar no tema e desenvolvê-lo, é preciso utilizar todos os sentidos. Nenhum aluno se aproximou da chama para sentir seu calor, cheirá-la ou tocá-la. Com isso, a professora nos mostrou que, por diversos motivos, nem sempre utilizamos todos os nossos sentidos ao realizar uma pesquisa.

Em outra aula, a professora solicitou leituras de artigos sobre as tendências investigativas e, novamente, propôs uma atividade prática. Primeiro, ela pediu que desenhássemos o sol; todos o fizeram e o coloriram de amarelo ou laranja. Então, ela perguntou de que cor realmente é o sol. A maioria dos alunos respondeu: "O sol é amarelo". A professora, então, explicou que, na verdade, o sol é branco, e que a cor amarelada percebida é resultado da atmosfera terrestre. (Nesse momento, surge na mente do pesquisador a pergunta: "Por que o céu é azul?", lembrando-se de como, no ensino fundamental, se explicava que o céu refletia o azul do mar).

O segundo passo da atividade foi nos levar para fora da sala de aula, onde havia grande incidência solar. A professora informou que deveríamos identificar qual tendência investigativa estava sendo utilizada na atividade. Ela colocou um radiômetro (medidor de radiação da luz solar) sobre uma mesa, sem mencionar uma palavra sequer, para que os alunos observassem. Os estudantes, então, começaram a fazer perguntas, formular hipóteses e gerar discussões sobre o motivo pelo qual as palhetas dentro do radiômetro estavam girando. Após diversos erros e alguns acertos, a professora explicou sobre a radiação solar e o fenômeno de absorção e reflexão da luz pelas palhetas do radiômetro (Imagem 1).



Imagem 1. Radiômetro

Fonte: Autoria Nossa (2024).

Ao final da mesma aula, foram sorteados os grupos e atribuída a cada um deles uma tendência investigativa. Os grupos deveriam apresentar uma proposta didática, ministrando uma aula sobre a tendência sorteada. A questão abordada, como 'Por que o céu é azul?', foi levada como proposta didática para a turma, juntamente com o experimento 'Céu Azul', no qual se pode observar uma simulação da parte da luz azul que é refletida pela atmosfera terrestre.

V. DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

A equipe era formada por 1 pesquisador, 1 professor e a atividade foi aplicada com 8 mestrandos do PPGEEC. Ao chegar em sala de aula pedimos para que os mestrandos (colegas de classe) saíssem da sala e fossem para o corredor e observassem o céu. Estava nublado e o tempo era chuvoso, após alguns minutos de observação pedimos para que eles entrassem para a sala e orientamos para que fizessem um desenho do céu e o pintassem. Quase todos pintaram o céu azul.

O pesquisador perguntou: “Qual é a cor do céu e por que é dessa cor?” A maioria dos mestrandos responderam: “é azul, porque reflete a cor do mar”. Segundo Leão e Khalil (2015), essas declarações dos mestrandos revelam suas concepções alternativas, que são as ideias que eles têm sobre os fenômenos naturais. Muitas vezes, essas concepções não estão alinhadas aos conceitos científicos, teorias e leis que descrevem o mundo.

Exibindo um slide com uma foto do céu azul sobre o deserto de cor marrom, o professor 1 questionou: “Por que a cor do céu no deserto permanece azul, se o deserto é marrom?” (Imagem 2)

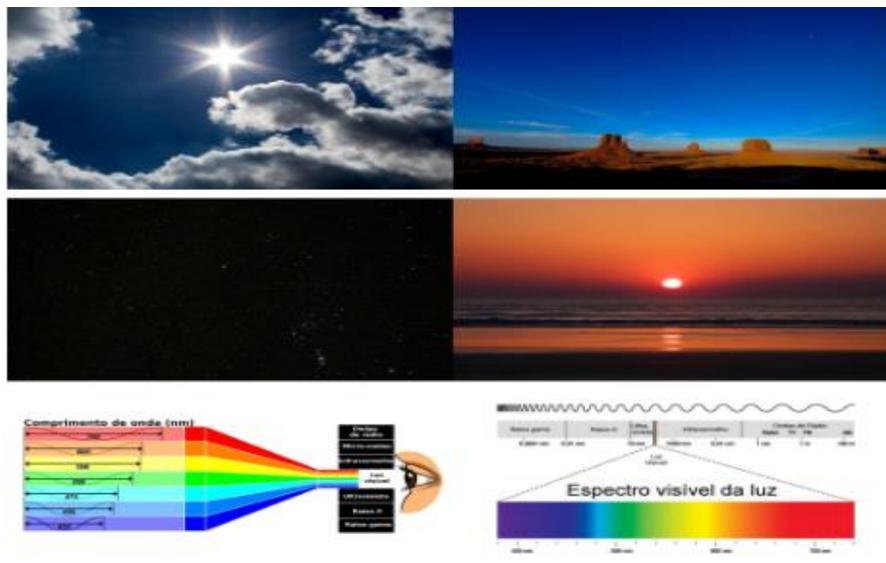


Imagem 2. Slides apresentados aos alunos

Fonte: Aatoria Nossa (2024).

Os mestrandos, reflexivos, indagaram: “E quando o céu fica rosa, tendendo ao laranja, até chegar ao tom de vermelho?”, “e quando é noite e o céu escurece?”, “o céu se torna preto?”, “afinal, de que cor o céu realmente é?”

De acordo com Bachelard, “[...] todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído” (1996, p. 18).

A participação ativa dos alunos em sala de aula, por meio de perguntas constantes, enriquece o processo de aprendizagem e cria um ambiente de troca de conhecimentos, em que a curiosidade e o questionamento são valorizados (Freire, 1996).

Após o início do experimento, ao chegar à 6ª etapa, a água presente na bacia adquiriu coloração azul. Ao observarem a luz dentro da caixa de papelão, os alunos notaram a luz branca se transformar em amarela, a cor que enxergamos do sol. Observou-se que os alunos reagiram com expressões de surpresa durante a atividade; eles sorriram e demonstraram satisfação. Tal reação reforça a importância de uma abordagem lúdica no ensino:

É perceptível que a abordagem lúdica seja integradora dos aspectos motores, cognitivos, afetivos e sociais, partindo do pressuposto de que é brincando e jogando que a criança aprende e ordena o mundo a sua volta, assimilando experiências e informações e, sobretudo, incorporando conceitos, atitudes e valores (Modesto; Rubio, 2014, p. 14).

Alguns mestrandos mencionam a frase "então, tem leite no céu". Em seguida, o pesquisador explica o espectro visível da luz solar aos olhos humanos, detalhando como ocorre a mudança de tonalidades na atmosfera terrestre (representada pela bacia com água). Isso se deve ao movimento de rotação da Terra e à presença de moléculas suspensas na atmosfera (simbolizadas pelo "leite"). Essas moléculas absorvem e refletem a radiação violeta, que possui o menor comprimento de onda e maior frequência no espectro visível.

No entanto, como a radiação violeta não é perceptível aos olhos humanos, a cor azul, que apresenta características de ondas semelhantes e é visível, dispersa-se na atmosfera durante o dia. À noite, como não há luz solar para emitir radiação, o que enxergamos é a escuridão do espaço. O céu adquire tonalidades rosadas ao pôr do sol devido ao fato de que, nesse momento, a radiação da luz solar precisa atravessar um número maior de moléculas (como gases poluentes, poeira, entre outros), que estão concentradas nas camadas mais próximas à superfície terrestre (Correia, 2022) (Imagem 3)



Imagem 3. Experimento
Fonte: Aatoria Nossa (2024).

Um mestrando comentou o seguinte: “Se tivéssemos aulas de física dessa forma na época da escola, teríamos amado as aulas de física no ensino médio”. Esse comentário destaca a importância de abordagens de ensino que conectam os novos conteúdos ao que os alunos já conhecem e compreendem. Isso se alinha ao princípio de que a aprendizagem depende da estrutura cognitiva prévia dos alunos — os conhecimentos e conceitos que eles já possuem, organizados de forma hierárquica.

Em outras palavras, quando as aulas são projetadas para construir sobre esses fundamentos existentes, utilizando exemplos, contextos e métodos que ressoam com as experiências anteriores dos alunos, a aprendizagem se torna mais envolvente e eficaz, facilitando a assimilação de novos conceitos de forma significativa. A respeito desse aspecto, Moreira comenta:

Resumindo, o aluno aprende a partir do que já sabe. É a estrutura cognitiva prévia, ou seja, conhecimentos prévios (conceitos, proposições, idéias, esquemas, modelos, construtos, ...) hierarquicamente organizados, a principal variável a influenciar a aprendizagem significativa de novos conhecimentos (Moreira, 2012, p.18).

Um aluno em particular, após a aula, perguntou: “Por que o sol ou as estrelas não iluminam o espaço?” O

pesquisador respondeu: “Lembra do conceito de absorção e reflexão, no espaço à apenas o vácuo, não tem molécula nenhuma que absorva ou reflita a luz solar” e o aluno fala “deu até vontade de fazer faculdade de física”.

V. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Utilizamos o experimento como representação de um fenômeno natural, estabelecendo uma ligação entre conhecimentos prévios e novos. Todos nós fazemos parte da natureza e observamos o céu diariamente. Sabemos que ele é azul, porém a maioria dos alunos não conhecia o motivo real de o céu ser dessa cor. Ainda que muitas vezes tentemos nos distanciar da natureza ao realizar transformações de acordo com nossos interesses, ela nos possibilita trabalhar de forma interdisciplinar, utilizando diferentes ferramentas, condições, experimentos etc.

Em vista disso, os mestrandos começaram a desenvolver e a identificar atitudes investigativas e afetivas, tais como: autoconfiança, interação, protagonismo e atribuição de sentido aos conceitos físicos.

Essas atitudes foram analisadas por meio da observação participante. Os fatores que facilitaram esse desenvolvimento foram as aulas práticas e teóricas da disciplina em que a pesquisa foi realizada. Entre os fatores dificultadores, destaca-se a falta de experiência com o conteúdo de eletromagnetismo, em virtude do contato inicial com os autores que fundamentam as tendências investigativas, a mudança conceitual e as concepções alternativas.

A partir desta pesquisa, é possível desenvolver projetos que tratem da mesma temática, com potencial para gerar aprendizagem significativa em outros níveis de ensino, considerando outros conteúdos, disciplinas e até mesmo experimentos.

Esperamos que este trabalho motive e inspire professores de todos os níveis de ensino a utilizar experimentos, atividades práticas e os materiais e meios disponíveis para instigar os alunos a serem agentes ativos de seu processo de aprendizagem, além de estimular a imaginação, a criatividade, a inteligência intelectual, a autonomia e o desenvolvimento de habilidades.

AGRADECIMENTOS

O presente relato foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas / FAPEAM. Queremos agradecer também ao Programa de Pós-graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, ao ofertar a disciplina no Mestrado Acadêmico em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, assim ampliando a visão sobre as tendências investigativas no ensino de ciências.

REFERENCIAS

ALRO, H., & SKOVSMOSE, O. (2023). *Diálogo e aprendizagem em educação matemática* (3. ed.). Autêntica.

AUSUBEL, D. P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Plátano.

BACHELARD, G. (1996). *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento* (E. S. Abreu, Trad.). Contraponto. (Trabalho original publicado em 1938).

CORREIA, J. (2020). As cores do céu. *Caderno de Física da Universidade Estadual de Feira de Santana*, 20, 2403.1–2403.9.

D'AMBRÓSIO, U. (2012). *Educação matemática: da teoria à prática* (23. ed.). Papirus. (Coleção Perspectivas em Educação Matemática).

D'AMBROSIO, U. (2017). Transdisciplinaridade e a proposta de uma nova universidade. *REMATEC*, 17(40), 1–19. Doi: [10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n40.p01-19.id507](https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n40.p01-19.id507).

FREIRE, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra. Disponível em: <https://nepegeo.paginas.ufsc.br/files/2018/11/Pedagogia-da-Autonomia-Paulo-Freire.pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2024.

GIL, A. C. (2008). *Como elaborar projetos de pesquisa* (4. ed.). Atlas.

GUERRA, E. L. A. (2014). *Manual de pesquisa qualitativa*. Belo Horizonte.

LEÃO, N. M., & KALHIL, J. B. (2015). Concepções alternativas e os conceitos científicos: uma contribuição para o ensino de ciências. *Latin-American Journal of Physics Education*, 9(4), 12.

MODESTO, M. C., & RUBIO, J. (2014). A importância da ludicidade na construção do conhecimento. *Revista Eletrônica Saberes da Educação*, 5(1), 1–16.

MORIN, E. (2011). *Introdução ao pensamento complexo*. Sulina.

MOREIRA, M. A. (2016). O que é afinal aprendizagem significativa? Instituto de Física–UFRGS.

OLIVEIRA, S. S. de. (2005). Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados. *Educar em Revista*, 233–250.