

EXPLORANDO O CORAÇÃO E AS CÉLULAS DE PURKINJE POR MEIO DE UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR PARA ALUNOS DE UM CURSINHO PREPARATÓRIO PARA O ENEM

Lorena Antunes da Silva ¹
Heloísa Mariane Lucena de Azevedo ²
Micharle Barbosa ³
Jussara Maria Medeiros Câmara ⁴

RESUMO

Este trabalho visou desenvolver uma abordagem prática e interdisciplinar para facilitar o entendimento do sistema cardiovascular, focando no papel das células de *Purkinje* no ritmo cardíaco, para alunos do curso preparatório Proceem, oferecido gratuitamente pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) para o ENEM. Tal proposta mostrou-se pertinente, especialmente considerando que os alunos, oriundos de escolas públicas, frequentemente enfrentam dificuldades em disciplinas onde, muitas vezes, não tiveram professores especializados. A metodologia incluiu uma aula baseada em três momentos pedagógicos, com o uso de um site de modelos 3D e animações do coração e do sistema circulatório. Essa abordagem permitiu que os alunos compreendessem de forma integrada os princípios biológicos e físicos do funcionamento cardíaco, abordando movimentos sistólicos e diastólicos regulares. Como resultado, foi proporcionada uma melhoria na capacidade dos alunos em associar conceitos físicos e biológicos, o que favoreceu uma visão crítica e prática do conteúdo. Assim, os discentes foram preparados de maneira eficaz para o ENEM, conseguindo relacionar os conceitos e fazer questões.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade, Sistema Cardiovascular, Ensino Público, Tecnologia no Ensino.

INTRODUÇÃO

A interdisciplinaridade ainda constitui um desafio. Realizar a integração de conteúdos de disciplinas diferentes, como, Física e Biologia, embora de mesma área, ainda pode significar um obstáculo para os estudantes. Nesse viés, esse trabalho teve o objetivo de elaborar uma abordagem de cunho prático e interdisciplinar, a fim de contribuir no entendimento do funcionamento do sistema cardiovascular, enfatizando o papel das células de *purkinje* no ritmo cardíaco, para discentes do cursinho preparatório

¹ Graduanda do Curso de Ciências Biológicas - Licenciatura da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, lorena.antunes1000@gmail.com;

² Graduanda do Curso de Ciências Biológicas - Licenciatura da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, lololucena@gmail.com;

³ Graduando do Curso de Ciências Biológicas - Licenciatura da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, micharlesbarbosa@gmail.com;

⁴ Orientadora: coordenadora do Cursinho Proceem na Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, jussara.camara@ufrn.br;

(Proceem) para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) , ofertado de forma gratuita pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Nesse sentido, essa proposta mostrou-se de extrema pertinência e aplicabilidade, principalmente pelo fato dos alunos serem advindos da rede pública de ensino e, por vezes, têm dificuldades em determinadas matérias, visto que muitos não tiveram a oportunidade de ter professores para ministrar as disciplinas, logo, tal fato se torna um fator limitante na compreensão dos conceitos. Desse modo, essa abordagem foi relevante em propiciar aos alunos a percepção integrada dos princípios biológicos e físicos que estão compreendidos no funcionamento dos coração e a condução elétrica que controla até mesmo o ritmo cardíaco, de modo que esse órgão exerce os movimentos sistólicos e diastólicos de maneira regular. Para tanto, a metodologia abrange o desenvolvimento de uma aula baseada nos três momentos pedagógicos, fazendo o uso de recursos pedagógicos, que consistiu em um *site* online de modelos 3D e com animação, do sistema cardiovascular do corpo humano.

Portanto, foi notório que os discentes aperfeiçoaram a capacidade de associação entre os aspectos explorados e conseguiram perceber, de maneira crítica, a associação dos conceitos em situações práticas do dia a dia e, por consequência, preparem-os de maneira efetiva para a prova do ENEM.

METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho possui uma abordagem qualitativa, uma vez que objetivou-se compreender o quanto a aula irá impactar na formação dos alunos, no seu entendimento acerca dos conteúdos e como eles se encaixam com a vida e vivências dos mesmos. Além de desenvolver nos alunos a habilidade de relacionar os conteúdos propostos de forma interdisciplinar, a fim de que consigam responder às questões de Ciências da Natureza na prova do ENEM.

Para tanto foi desenvolvida uma aula e aplicada em turmas do Programa Complementar de Estudos do Ensino Médio (PROCEEM) que é um programa desenvolvido em parceria entre a Pró-Reitoria de Graduação (PROGRAD) e a Pró-Reitoria de Extensão (PROEX) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, que consiste na oferta de aulas preparatórias gratuitas para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Dessa forma, a aula teve duração de 2 horas baseado nos 3 momentos pedagógicos, como mostra o cronograma do Quadro 1.

Quadro 1 - descrição da aula.

ETAPAS	Descrição das atividades
<p>PRIMEIRO MOMENTO: Problematização inicial</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Por que o coração bate sem que a gente precise pensar nisso, e o que faz ele continuar batendo? Deu-se início a problematização exposta em forma de <i>slides</i>, além de uma reportagem sobre o implante de uma bomba cardíaca que simula um coração humano.  <p>Fonte: https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/mulher-recebe-rim-de-porco-modificado-e-bomba-cardiaca-em-cirurgia-nos-eua/</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Em seguida, foi direcionado aos alunos alguns questionamentos, que o fizeram debater em busca de possíveis respostas: <ol style="list-style-type: none"> 1. Por que o coração bate? 2. Como o coração sabe quando deve bater? 3. Existe algum sistema no corpo que controla isso sem que a gente perceba?
<p>SEGUNDO MOMENTO: Organização do conhecimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Nesse momento foi desenvolvido o conteúdo sobre sistema cardiovascular numa perspectiva interdisciplinar, de modo que a Biologia e a Física sejam observadas e dialoguem com o

	<p>processo. Para isso, abordou-se:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Constituição do sistema cardiovascular: coração, vasos sanguíneos e sangue; 2. Transporte do sangue: artéria, veia e capilar; 3. Bombeamento do sangue: coração; 4. Movimentos do coração: sístole e diástole; 5. Células de purkinje - impulsos elétricos envolvidos no movimento. <ul style="list-style-type: none"> • Tendo em vista que é abstrato imaginar como ocorre esse processo no corpo, utilizou-se o site “<i>Visible Body - Human</i>”, que permite visualizar estruturas desse sistema em 3D e em formato de animação.  <p>Fonte: https://www.visiblebody.com/learn/circulatory/circulatory-the-heart</p>
<p>TERCEIRO MOMENTO: Aplicação do conhecimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A atividade desta etapa consistiu em um <i>Quiz</i> de perguntas de vestibular, inclusive do ENEM, para que os alunos demonstrem por meio disso o índice de aprendizagem acerca do conteúdo abordado, assim como perceberam a forma interdisciplinar como as bancas cobram os conteúdos.

REFERENCIAL TEÓRICO

ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA NO BRASIL

O ensino de Ciências da Natureza no Brasil é de certo modo determinado e influenciado por fatores inerentes à temática do ensino em si, muitos são os aspectos que influenciam a qualidade desse ensino e como o professor consegue trabalhar seu conteúdo nas escolas brasileiras.

Desse modo, as carências estruturais e as condições de formação e atuação de professores são questões que demandam longo prazo (Silva, Ferreira e Eleno 2017), principalmente em uma matéria interdisciplinar que engloba conteúdos da Física, Química e Biologia, ambos com sua parcela igualmente importante na composição conteudista da matéria (Oliveira, 2024).

Nesse sentido, a área de Ciências da natureza apresenta conteúdos um pouco abstratos e que alguns alunos podem considerar distantes de sua realidade, o que pode ser trazer certa resistência mediante os novos conteúdos abordados na escola e esse é o desafio que o professor enfrenta, aproximar esses assuntos da realidade dos seus alunos através do processo de ensino-aprendizagem considerando no processo a bagagem que o aluno traz da sua vivência (Duré, 2018).

DEMOCRATIZAÇÃO NO ACESSO AO ENSINO SUPERIOR

No Brasil, uma das maiores mudanças relacionadas ao acesso dos alunos ao ensino superior público no século XX e XXI, foi a criação do sistema de cotas para os alunos que apresentam vulnerabilidade social, com o intuito de diminuir as desigualdades e promover a equidade aos alunos que buscam ingressar no ensino público superior (Marques, 2020).

Ao longo dos anos, surgiram novas medidas de incentivo que buscam não apenas garantir o ingresso via a política de cotas, mas também proporcionar a esses estudantes um preparo educacional adequado. Tais iniciativas têm como objetivo reduzir o déficit conteudista do ensino médio nas escolas públicas, que muitas vezes os coloca em desvantagem em relação aos alunos de escolas privadas (Carmo, 2014).

Nesse contexto, o Programa Complementar de Estudos do Ensino Médio (PROCEEM) destaca-se como uma dessas ações. Desenvolvido em parceria entre a Pró-Reitoria de Graduação (PROGRAD) e a Pró-Reitoria de Extensão (PROEX) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), o programa visa democratizar o acesso à educação de qualidade, oferecendo aulas preparatórias gratuitas para o Exame

Nacional do Ensino Médio (ENEM). Dessa forma, o PROCEEM promove a equidade no acesso ao ensino superior, ampliando as oportunidades para que estudantes de baixa renda possam ingressar em universidades, contribuindo para uma educação justa.

CIÊNCIAS DA NATUREZA NO ENEM

Considerando que as questões do ENEM priorizam a resolução de problemas de forma interdisciplinar, o aluno precisa ser capaz de interpretar, organizar e coordenar informações de maneira crítica. A prova exige que ele projete possibilidades e raciocine além dos esquemas prévios já aprendidos, evitando uma abordagem puramente mecânica para encontrar soluções (Fini, 2005).

Dessa forma, tal habilidade é fundamental para avaliar a capacidade do estudante de integrar conhecimentos de diferentes áreas. Dessa forma, é de suma importância relacionar os conteúdos dos componentes curriculares ministrados em sala com o cotidiano dos alunos, a fim de possibilitar a aplicação dos conceitos em situações reais e tornar o processo de ensino aprendizagem significativo. Entretanto, para o contexto da Biologia no Ensino Médio no Brasil, os estudantes pensam que o conhecimento se resume à memorização de termos complexos, sem compreender a relevância para o âmbito social (Santos, 2007).

Entretanto, o sucateamento das escolas públicas no Brasil é um obstáculo significativo para a educação de qualidade, afetando especialmente disciplinas como a Biologia, além de limitar as possibilidades de experimentação e investigação científica. Sem esse suporte, o ensino se torna excessivamente teórico, baseado apenas na memorização, o que acaba dificultando a compreensão dos conceitos e a conexão com temas do cotidiano, fundamentais para o entendimento das temáticas englobadas no ENEM.

METODOLOGIA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Como dito anteriormente, aplicação da proposta foi realizada através da abordagem dos três momentos pedagógicos, nos quais possuem funções específicas e diferenciadas descritas a seguir (Delizoicov e Angotti 1990):

- **Problematização inicial:** esse primeiro momento é caracterizado pela compreensão da posição dos alunos frente ao tema, de modo que, se apresentam situações para discussão, visando relacionar o estudo de conteúdo de histologia

com situações reais que eles conhecem, mas que não conseguem interpretar correta ou completamente porque provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes.

- **Organização do Conhecimento:** nessa etapa serão aprofundados conceitos e/ou definições apresentadas nas situações introdutórias, a fim de incorporar os conhecimentos científicos nas discussões. Sendo assim, os alunos começam a desenvolver uma compreensão a respeito da problematização ou situação inicial.
- **Aplicação do Conhecimento:** essa etapa aborda sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar tanto a situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial.

Com base nesses ideais, a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos busca promover um diálogo enriquecedor entre professor e aluno, valorizando as concepções espontâneas dos estudantes. Desse modo, a metodologia incentiva a problematização e a contextualização de situações, ampliando a compreensão dos estudantes sobre o mundo ao redor e fortalecendo seu pensamento crítico científico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisado os seguintes dados: os conhecimentos prévios sobre o coração e o seu funcionamento, por meio de perguntas disparadoras no início da aula; os recursos pedagógicos utilizados para trabalhar a interdisciplinaridade entre a Biologia e a Física acerca do conteúdo de sistema cardiovascular e o nível de compreensão dos alunos com base nas questões do *Quiz*.

Conhecimentos prévios dos alunos

As concepções alternativas que, por sua vez, são denominadas, também, pela designação de “concepções espontâneas”, são compreendidas como sendo os conhecimentos adquiridos pelos alunos a respeito dos fenômenos naturais que, apesar de terem lógica, eles inúmeras vezes não estão diante do que concerne os conceitos científicos, a partir das teorias e leis que têm a função de representar o meio biológico e social em que habitam. Sendo assim, essas concepções se essas concepções são visualizadas como construções individuais dos alunos, desenvolvidas de maneira espontânea a partir da interação deles com o ambiente em que vivem e com as pessoas

ao seu redor. A utilização de concepções alternativas em sala de aula tem como objetivo organizar e dar significado às diversas situações de ensino e aos conteúdos a serem abordados (Pozo, 1998).

Dessa forma, a fim de instigar as respostas dos alunos, foram lançadas perguntas que obtiveram algumas respostas, como mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - perguntas e respostas sobre o tema.

PERGUNTAS NORTEADORAS	RESPOSTAS DOS ALUNOS
Por que o coração bate?	<p><i>"O coração bate porque ele precisa mandar sangue para o corpo."</i></p> <p><i>"Ele bate porque tem sangue dentro dele e ele precisa empurrar o sangue."</i></p> <p><i>"O coração bate para nos manter vivos, se ele parar, a gente morre."</i></p> <p><i>"Eu acho que ele bate porque o corpo precisa de energia, tipo uma bateria."</i></p>
Como o coração sabe quando deve bater?	<p><i>"Ele bate sozinho, acho que ele sabe o tempo todo quando precisa bater."</i></p> <p><i>"Deve ter alguma coisa no sangue que faz o coração bater."</i></p> <p><i>"Eu acho que o cérebro manda o coração bater, como quando a gente mexe os braços."</i></p> <p><i>"Ele tem um ritmo certo, como uma música que toca sempre na mesma batida."</i></p>
Existe algum sistema no corpo que controla esse batimento sem que a gente perceba?	<p><i>"Sim, deve ser o cérebro, porque ele controla tudo no corpo."</i></p> <p><i>"Eu acho que é o sistema nervoso que manda o coração bater."</i></p> <p><i>"Talvez seja o sangue, porque o coração precisa dele para bater."</i></p> <p><i>"Acho que o corpo sabe sozinho, a gente não percebe, mas ele controla tudo sem a gente saber."</i></p>

Fonte: Autores, (2024).

Diante das respostas, é notório que os alunos relacionam o funcionamento do coração com alguns equívocos e simplificações que podem ser exploradas em sala de aula. Nesse viés, essas concepções alternativas fornecem subsídios para que o professor

consiga atuar como mediador na construção do conhecimento, de modo a organizar os conceitos e ideias.

Nesse contexto, visto que os alunos encontram-se em um cursinho preparatório para o ENEM, ou seja, já cursaram o ensino médio, seria esperado uma compreensão mais robusta acerca do tema pelo qual foram lançadas as perguntas. No entanto, essas lacunas podem ser compreendidas, como alguns relataram, pelo fato de que não tiveram aulas, no ensino médio, de algumas disciplinas, inclusive, as que compreendem a área de Ciências da Natureza (Biologia, Química e Física). Além disso, foi mencionado que ocorreu de alguns professores não possuírem a devida formação para a área e, mesmo assim, lecionarem. Para o autor Saviani (2009), é importante enfatizar a relevância de uma formação docente que seja voltada para a área de ensino, de forma efetiva e contextualizada, abordando tanto a teoria quanto a prática, para que os futuros educadores estejam melhor preparados para enfrentar os desafios da sala de aula.

Abordagem dos conceitos junto à interdisciplinaridade

Nesse momento, os conhecimentos científicos sobre o sistema cardiovascular foram abordados por meio de aula expositiva e dialogada, fazendo o uso de *Slides*. Dessa forma, a aula seguiu numa perspectiva interdisciplinar, de modo que a Biologia e a Física sejam observadas e dialogassem com o processo. Para isso, abordou-se:

1. Constituição do sistema cardiovascular: coração, vasos sanguíneos e sangue;
2. Transporte do sangue: artéria, veia e capilar;
3. Bombeamento do sangue: coração;
4. Movimentos do coração: sístole e diástole;
5. Células de *purkinje* - impulsos elétricos envolvidos no movimento de bater do coração.

À vista disso, foi-se explicado que as células de *Purkinje* são parte do sistema de condução do coração e são responsáveis pela propagação dos impulsos elétricos que coordenam a contração cardíaca que, conseqüentemente, refere-se ao movimento de bater do coração. Este aspecto é fundamental para compreender a fisiologia cardíaca e pode ser relacionada com a Física ao tratar sobre o estudo dos impulsos elétricos, uma vez que pode ser abordado sob a perspectiva da bioeletricidade e dos potenciais de ação. Com isso, os conceitos de corrente e resistência podem ser utilizados para entender como os impulsos elétricos se propagam pelo coração.

Diante disso, percebe-se a relevância da necessidade da interdisciplinaridade no ensino, de modo que vincule de forma significativa as diversas áreas do conhecimento. Para Morin, (1997):

O pensamento complexo (interdisciplinar) tenta religar o que o pensamento disciplinar e compartimentado disjuntou e parcelarizou. Ele religa não apenas domínios separados do conhecimento, como também - dialogicamente - conceitos antagônicos como ordem e desordem, certeza e incerteza, a lógica e a transgressão da lógica. É um pensamento da solidariedade entre tudo o que constitui a nossa realidade; que tenta dar conta do que significa originariamente complexus: "o que tece em conjunto", e responde ao apelo do verbo latino complexere: "abraçar". O pensamento complexo é um pensamento que pratica o abraço (MORIN, 1997, p. 11).

A Biologia fornece a base para compreender a anatomia e a fisiologia do coração e dos vasos, enquanto a física ajuda a explicar os princípios que regem o movimento do sangue, a pressão arterial e os impulsos elétricos, permitindo uma compreensão mais holística do funcionamento do sistema cardiovascular.

Nesse sentido, a fim de que os alunos conseguissem visualizar de forma mais abrangente as estruturas pelas quais estavam sendo trabalhadas, foi-se utilizado uma ferramenta digital e online, disponibilizada de forma gratuita. O site referido é nomeado "*Visible Body - Human*", a partir dele é possível girar o coração que está em modelo 3D para ver como as válvulas do coração controlam o fluxo sanguíneo entre as câmaras cardíacas e o fluxo sanguíneo para fora do coração, bem como observar os batimentos do órgão e nortear os alunos o local onde está presente as células de *Purkinje*. Para Silva e Aguiar Junior (2015), essas tecnologias contribuem para que o professor consiga discutir assuntos complexos e abstratos da Biologia de forma lúdica, significativa e corrobora no aprendizado dos alunos.

Aplicação do conhecimento

Com o intuito de compreender o nível de entendimento acerca dos conhecimentos sobre o sistema cardiovascular e as células de *Purkinje*, foi realizado um *Quiz* com questões que já haviam sido abordadas no ENEM. Esse quiz foi projetado para abarcar tanto conceitos básicos quanto aspectos mais complexos do conteúdo abordado, funcionando como uma ferramenta diagnóstica para identificar áreas de entendimento consolidadas e pontos que ainda necessitavam de reforço.

Diante disso, as questões foram respondidas de forma individual e os alunos tinham 3 minutos para responder, de modo a simular o tempo médio no ENEM. De

acordo com o resultado do gabarito final, mais de 70% dos alunos acertaram todas as questões. Alguns erraram, devido a interpretação no comando da questão, bem como confusão acerca de alguns conceitos, mas que depois, no ato da correção, foi possível consertar o erro.

Esses resultados refletem a necessidade de abordagens pedagógicas que vão além da memorização teórica e incentivam a interpretação dos conceitos em situações mais aplicadas, cuja habilidade é requerida na prova do ENEM. Além disso, as dificuldades observadas nas questões de regulação autônoma e condução elétrica do coração indicam que o ensino de conceitos como a sincronização do ritmo cardíaco e a função específica das células de *Purkinje* pode ser melhor compreendidos por métodos complementares como, o uso de recursos visuais, modelos 3D, para ajudar a tornar esses processos mais concretos e intuitivos para os alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do desenvolvimento deste trabalho, é perceptível os desafios, dentre eles, a heterogeneidade das turmas do cursinho, visto que muitos não haviam tido aulas de Biologia, tampouco Física no ensino médio. Logo, alcançar de forma significativa esses alunos, significou um vasto esforço, a fim de buscar mecanismos que facilitassem esse processo, como: uso de modelos 3D do coração, aula baseada nos três momentos pedagógicos. Além disso, percebeu-se as potencialidades desse modelo de aula, uma vez que ao passo que utiliza-se da interdisciplinaridade para trabalhar assuntos, contribui para os alunos compreenderem os problemas de forma multifatorial. Essa habilidade é importante para a vida, enquanto cidadãos, bem como para a prova do ENEM, onde é característico das questões, a junção de vários contextos e saberes.

REFERÊNCIAS

Baptista, C. R. *et al.* Inclusão e escolarização: múltiplas perspectivas. 2 ed. Porto Alegre: **Mediação**, 2015.

BRASIL. Conselho Nacional da Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução nº 2, de 11 de setembro de 2001. **Diretrizes Nacionais para Educação Especial na Educação Básica**. Diário Oficial da União, Brasília, 14 de setembro de 2001. Seção IE, p. 39-40. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB0201.pdf>>. Acesso em: 06 fev. 2020.

Carmo, Erinaldo Ferreira et al . Políticas públicas de democratização do acesso ao ensino superior e estrutura básica de formação no ensino médio regular. **R. Bras. Est.**

Pedag., Brasília , v. 95, n. 240, p. 304-327, ago. 2014 . Disponível em <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-66812014000200004&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 25 out. 2024.

Castro, P. A.; Sousa Alves , C. O.. Formação Docente e Práticas Pedagógicas Inclusivas. E-Mosaicos, V. 7, P. 3-25, 2019.

De Oliveira, Tamires Cristina. A importância do ensino de ciências no brasil. 2024.

Delizoicov, D. & Angotti, J. A. (1990). Física. São Paulo: Cortez.

Duré, R. C., de Andrade, M. J. D., & Abílio, F. J. P. (2018). Ensino de Biologia e Contextualização do Conteúdo: Quais Temas o Aluno de Ensino Médio Relaciona com o seu Cotidiano?. *Experiências em ensino de ciências*, 13(1), 259-272.

Fini, M. E. Erros e acertos na elaboração de itens para a prova do Enem. In: BRASIL.

Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): fundamentação teórico-metodológica.

Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico, 2010, p.

101-105.

Marques, Nancy Nayra Coutinho Freitas, and Rannyele Passos Ribeiro. "Uma análise dos conteúdos de Biotecnologia nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)." *Pesquisa em foco* 21.2 (2016).

Morin, E. Abertura. In: ALMEIDA, Maria da Conceição de; CARVALHO, Edgard de Assis; CASTRO, Gustavo de. (Org.). *Ensaio de Complexidade*. Porto Alegre: Sulina, 1997. p. 11.

Pozo, J. I. A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL, C. et al. *Os conteúdos na reforma*. Porto Alegre: Artes médicas, 1998. p. 17-71.

Saviani, D. (2009). Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. *Revista Brasileira de Educação*. 14, (40), 143-155.

Silva, Alexandre Fernando da; FERREIRA, José Heleno; VIERA, Carlos Alexandre. O ensino de Ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. *Revista Exitus*, 2017, 7.2: 283-304.

Krasilchik, Myriam. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. *Em Aberto*, 1992, 11.55..

Silva, S. M. C.; Aguiar Júnior, O. G. de. O papel do professor em ambiente de aprendizagem colaborativo e investigativo mediado pelo computador: uma análise das interações discursivas multimodais. Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015.