

BIOLOGIA EM FOCO

UMA ABORDAGEM HOLÍSTICA

1^a EDIÇÃO

EDITORA
CONHECIMENTO LIVRE

Fabiana C. Miranda
(organizadora)

Biologia em foco: uma abordagem holística

1ª ed.

Piracanjuba
Editora Conhecimento Livre
2020

1ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Miranda, Fabiana C.

M672b Biologia em foco: uma abordagem holística. / Fabiana C. Miranda.
– Piracanjuba-GO: Editora Conhecimento Livre, 2020.

133 f.: il.

DOI: [10.29327/511516](https://doi.org/10.29327/511516)

ISBN: 978-65-80226-32-0

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Biologia L. 2. Meio Ambiente. 3. Saúde L. 4. I. Miranda,
Fabiana C. I. Título.

CDU: 57

<https://doi.org/10.29327/511516>

O conteúdo dos artigos são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Sumário

CAPÍTULO 1.....	3
TEORIA DA COMPLEXIDADE- REPENSANDO A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: ANÁLISE DA EXPERIÊNCIA DE UM PROFESSOR DE BIOLOGIA DA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	3
CAPÍTULO 2.....	16
UTILIZAÇÃO DA BIOMASSA DA CASCA DE COCO NA BIOSSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA OS EFLUENTES TÊXTEIS.....	16
.....	34
CAPÍTULO 3.....	34
ATIVIDADES ORAIS E ESCRITAS PARA ALUNO COM (NEE) EM TURMA REGULAR DE ENSINO: UMAREFLEXÃO SOBRE A PRÁTICA	34
CAPÍTULO 4.....	44
“POLUIR NÃO, PRESERVAR É A SOLUÇÃO”: PROPOSTA INTERDISCIPLINAR DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA.....	44
PESQUISAS EM SUSTENTABILIDADE NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UM RETRATO DA DESIGUALDADE NO BRASIL.....	55
CAPÍTULO 5.....	55
PESQUISAS EM SUSTENTABILIDADE NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UM RETRATO DA DESIGUALDADE NO BRASIL.....	55
CAPÍTULO 6.....	69
PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROBLEMATIZADORA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS	69
CAPÍTULO 7.....	80
UMA REVISTA DIGITAL COMO RECURSO TECNOLÓGICO PARA O ENSINO DE BIOQUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	80
CAPÍTULO 8.....	91
RELATO DE EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS A PARTIR DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO	91
CAPÍTULO 9.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

SENSIBILIDADE IN VITRO DE CANDIDA ALBICANS FRENTE AO PRINCÍPIO ATIVO CLORETO DE BENZALCÔNIO EM DESINFETANTES COMERCIAIS.....	103
CAPÍTULO 10.....	109
PARA ENTENDER E ESTUDAR FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES	109

Capítulo 1

TEORIA DA COMPLEXIDADE- REPENSANDO A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: ANÁLISE DA EXPERIÊNCIA DE UM PROFESSOR DE BIOLOGIA DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Msc. Lúcia Maria Pôrto De Paula (COLTEC/UFMG)

Dr. Arnaldo M. Vaz. (COLTEC/UFMG)

Resumo: O trabalho relata a vivência de um professor de Biologia em paralelo aos sete saberes necessários à educação do futuro, que são: as cegueiras do conhecimento; os princípios do conhecimento pertinente, ensinar a condição humana, ensinar a identidade terrena, enfrentar as incertezas, ensinar a compreensão e a ética do gênero humano. Foram feitas entrevistas com o professor e elaborado um diário das conversas. O professor relatou que a afetividade está ligada à aprendizagem; que o conteúdo tem que estar contextualizado, e que sempre procurou trabalhar a prática. Comentou também que trabalha primeiro as dúvidas dos alunos. A todo momento, demonstrou sua preocupação com o aprendizado do estudante e encantamento com a docência. A sua vivência profissional vai ao encontro da teoria da complexidade.

Palavras-chave: Pensamento complexo na docência, Teoria da Complexidade na educação.

A TEORIA DA COMPLEXIDADE DE MORIN

No ano de 2010, ao se comemorar os dez anos da obra *Os sete saberes necessários à Educação do Futuro*, na Conferência internacional sobre esse livro realizada em Fortaleza, Brasil, surgiram alguns consensos referentes a ela, no sentido de ser um precioso legado para a formação de futuras gerações e que deve ser recomendada nas instituições educacionais (MORIN, 2011, p.13).

Este artigo vem ao encontro dessa proposta e pretende resgatar a Teoria da Complexidade, fazendo um paralelo entre os sete saberes necessários à educação do futuro e o trabalho de um professor de Biologia da Educação Básica, aclamado por seus estudantes como um excelente educador.

O primeiro saber necessário à Educação é saber que todo conhecimento comporta o erro e a ilusão. A educação deve mostrar que não há conhecimento que não esteja em algum grau ameaçado pelo erro e pela ilusão (MORIN, 2011, p.19).

O conhecimento não é um espelho das coisas ou do mundo externo. Todas as percepções são, ao mesmo tempo, traduções e reconstruções cerebrais com base em estímulos ou sinais captados e codificados pelos sentidos. (MORIN, 2011, p.20).

Morin (2011), também escrevendo sobre o erro e a ilusão, chama a atenção para o fato de que o desenvolvimento da Inteligência está ligado à afetividade (p.20); que a racionalidade não pode ignorar os seres, a subjetividade, a afetividade (p.23); que os seres vivos conhecem, pensam e agem segundo paradigmas inscritos culturalmente neles (p.24) e que a incerteza é desintoxicante do conhecimento complexo, pois o conhecimento permanece como uma aventura para a qual a educação deve fornecer o apoio indispensável (p.29).

Devemos compreender que, na busca da verdade, as atividades auto observadoras devem ser inseparáveis das atividades observadoras; as autocríticas, inseparáveis das críticas; os processos reflexivos, inseparáveis dos processos de objetivação (MORIN, 2011, p.29).

O segundo saber necessário à educação do futuro comporta os princípios do conhecimento pertinente. Ou seja, saber que o conhecimento é situado (p.34), que o

global é maior que o contexto (p.34), que existe a presença do todo no interior das partes (p.35) e que o parcelamento e a compartimentação dos saberes impedem apreender o que está tecido junto (p.42).

Não se trata de abandonar o conhecimento das partes pelo conhecimento das totalidades, nem da análise pela síntese; é preciso conjugá-las. Existem desafios da complexidade com os quais os desenvolvimentos próprios de nossa era planetária nos confrontam inelutavelmente (MORIN, 2011, p.42).

O terceiro saber necessário à educação do futuro é ensinar a condição humana.

É impossível conceber a unidade complexa do ser humano pelo pensamento disjuntivo, que concebe nossa humanidade de maneira insular, fora do cosmos que a rodeia, da matéria física e do espírito do qual somos constituídos, bom como pelo pensamento redutor, que restringe a unidade humana a um substrato puramente bioanatômico. As ciências humanas são elas próprias fragmentadas e compartimentadas (MORIN, 2011, p.43).

É importante o ser humano compreender as suas diversas facetas: a condição cósmica, a condição física, a condição terrestre e a condição humana. A unidualidade do humano como um ser biológico e plenamente cultural. A condição humana deveria ser o objeto essencial de todo o ensino (MORIN, 2011, p.16).

O quarto saber necessário à educação do futuro é ensinar a identidade terrena. Vivemos a mundialização de forma evidente, subconsciente e onipresente (p.59). Aquilo que porta o pior perigo traz também as melhores esperanças: a própria mente humana. E é por isso que o problema da reforma do pensamento se tornou vital (p.65).

Estamos comprometidos, na escala da humanidade planetária, com a obra essencial da vida, que é resistir à morte. Civilizar e solidarizar a Terra, transformar a espécie humana em verdadeira humanidade torna-se objetivo fundamental e global de toda educação que aspira não apenas ao progresso, mas à sobrevivência da humanidade. A consciência de nossa humanidade, nesta era planetária, deveria conduzir-nos à solidariedade e comisseração recíproca, de indivíduo para indivíduo, de todos para todos (MORIN, 2011, p.68).

O quinto saber necessário à educação do futuro é o de enfrentar as incertezas. A nossa história mostra como o que não era esperado aconteceu e que a ação é sempre uma aposta (p.75).

Assim, a resposta às incertezas da ação é constituída pela escolha refletida de uma decisão, a consciência da aposta, a elaboração de uma estratégia que leve em conta as complexidades inerentes às próprias finalidades, que possa se modificar durante a ação em função de imprevistos, informações, mudanças de contexto e que possa considerar o eventual torpedeamento da ação, que teria tomado uma direção nociva (MORIN, 2011, p.79).

O sexto saber necessário à educação é o de ensinar a compreensão. Hoje, é muito mais fácil obter informações. Contudo, o avanço da incompreensão parece ganhar espaço. Morin (2011, p.82) relata que existem duas formas de compreensão: a compreensão intelectual (abraçar junto o texto e o contexto, as partes e o todo, o múltiplo e o uno) e a compreensão intersubjetiva (empatia, identificação, projeção).

O sétimo saber necessário à educação é o ensinar a ética do gênero humano.

Mas, sobretudo, a sala de aula deve ser um local de aprendizagem do debate argumentado, das regras necessárias à discussão, da tomada de consciência das necessidades e dos procedimentos de compreensão do pensamento do outro, da escuta e do respeito às vozes minoritárias e marginalizadas. Por isso, a aprendizagem da compreensão deve desempenhar um papel capital no aprendizado democrático (MORIN, 2011, p.99)

Cabe salientar que, conforme nos chama a atenção Morin (2013), qualquer reforma da educação deverá, antes de mais nada, começar pela reforma dos educadores. Daí a importância de discutirmos a educação, resgatando ideias que possam ajudar o professor em seu fazer cotidiano e trazendo trabalhos que promovam a reflexão por parte do docente.

Nesse ponto, cabe dizer quem foi o professor escolhido para este trabalho. Ele se chama Liparini; começou a lecionar em 21 de março de 1969 e se aposentou em 2013. Lecionou em várias escolas de Belo Horizonte, tanto públicas quanto privadas. Foi coordenador de área em um colégio e lecionou também em uma faculdade, ambos locais respaldados pela sociedade como muito bons.

OBJETIVOS:

Este trabalho tem por objetivo trazer contribuições para as práticas dos docentes de Biologia, a partir do resgate da vivência de um professor desta área, o professor Liparini, que vai ao encontro da Teoria da Complexidade de Morin. Ao se resgatar a experiência do professor Liparini, fazendo-se um paralelo com a Teoria da Complexidade, além de somar experiências, o relato pode servir de reflexão para todos nós, docentes.

METODOLOGIA:

Esta pesquisa é de cunho qualitativo (BRYMAN, 2004) e foi feita por meio de entrevista aberta a um docente considerado por seus alunos e por toda a comunidade escolar como um excelente professor de Biologia.

As perguntas tiveram por objetivo conhecer o professor e sua prática pedagógica. Foram feitas as seguintes perguntas:

- Que tópicos de Biologia mais te desafiaram profissionalmente?
- Que tópicos de Biologia você considera serem mais desafiadores para os estudantes?
- Que tópicos da Biologia contemporânea você elegeu para tratar em suas aulas?
- As escolhas dos temas eram feitos sob qual critério? Como você sabia que determinado tema tinha potencial para promover engajamento entre seus estudantes?
- Quais temas da Biologia são encantadores para você?
- Como você criava estratégias para trabalhar os assuntos em sala de aula? Como você decidia qual estratégia utilizar?

Também foi feito um diário de bordo com as conversas informais realizadas.

Observe-se que as perguntas são específicas da área da biologia, ao passo que os sete desafios da educação compreendem ideias mais amplas. Porém, o desafio era o de se verificar, na esfera micro, o fazer do professor na esfera macro, e não o de buscar respostas prontas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Em nosso primeiro contato, numa conversa informal, o professor me chamou a atenção para o fato de que, para ele, a aprendizagem estaria relacionada à afetividade e que, se pudesse, ele reduziria o número de disciplinas, para que cada professor pudesse ter um contato mais prolongado com os estudantes. Cabe salientar que esta primeira ideia é também compartilhada por Morin (2011):

A afetividade pode asfixiar o conhecimento, mas pode também fortalecê-lo. Há estreita relação entre inteligência e afetividade: a faculdade de raciocinar pode ser diminuída, ou mesmo destruída pelo déficit de emoção; o enfraquecimento da capacidade de reagir emocionalmente pode mesmo estar na raiz de comportamentos irracionais (MORIN, 2011, p.20).

Em relação à redução do número de disciplinas, além de propiciar um tempo maior de convivência entre estudante e professor, permitiria também a redução da especialização gerada pela disciplinarização. Conforme nos coloca Morin (2012) no parágrafo transcrito abaixo, a essência dessa mudança consiste em mudar a forma de se ver o conhecimento, que, no meu entendimento, é o que o professor Liparini demonstrou no decorrer da descrição de sua trajetória docente.

É preciso haver reformas de flexibilidade, de diminuição de carga horária, de organização, mas essas modificações sozinhas não passam de reformazinhas que camuflam ainda mais a necessidade de reforma de pensamento (MORIN, 2012, p.99).

Cabe salientar também que, conforme destaca Morin (2013, p. 74),

Os desenvolvimentos disciplinares das ciências não trouxeram apenas as vantagens da divisão do trabalho, mas os inconvenientes da superespecialização, do fechamento e do fragmentamento do saber. Este último tornou-se cada vez mais esotérico e anônimo.... Em tais condições o cidadão perde o direito ao conhecimento.

No primeiro dia de entrevista, em relação à pergunta sobre os tópicos de Biologia que mais o desafiaram profissionalmente, o professor iniciou a resposta resgatando sua história como docente, para enfim dizer que o tópico mais desafiador era o da síntese protéica. Segundo ele, o tema é complexo, pois, *"vamos imaginar que um aluno ouve falar de DNA, nucleotídeos, bases nitrogenadas, púricas, pirimídicas... e aqueles nomes todos. Ele tem que formar um conhecimento sobre o assunto. Ele tem que saber que o*

DNA tem uma composição. Associar a sequência a um código...". Em seguida, o professor criticou a grande quantidade de nomenclaturas no processo de síntese protéica e chamou a atenção para a importância do estudante saber a relevância da síntese proteica para a vida, indo novamente ao encontro de Morin (2013 p.31), para quem um saber só é pertinente se é capaz de se situar num contexto.

O professor ressaltou que, no início, o tema era novo até para ele. O reconhecimento da incerteza de nossa formação e mesmo a incerteza do próprio conhecimento é um aspecto sobre o qual Morin também chama muito a atenção.

Durante sua carreira, o professor queria novidades, queria mudar o livro didático, mudar de turmas. Isto mostra como ele gostava do desafio do novo, de lidar com a incerteza.

É justamente isso que devemos compreender neste fim de século XX: o mundo não gira sobre um caminho previamente traçado, não é uma locomotiva que anda sobre trilhos. Como o futuro é absolutamente incerto, é preciso pensar com e na incerteza, mas não a incerteza absoluta, porque navegamos num oceano de incerteza por meio de arquipélagos de certezas locais (MORIN, 2013, p.37).

O professor era rebelde na hora de seguir o programa. Ele dava prioridade ao que estava acontecendo no momento; por exemplo, ele sempre respondia às perguntas feitas em sala pelos alunos, mesmo que não fosse o tema da matéria. Dessa forma, estimulava e despertava a curiosidade.

Trata-se, desde cedo, de encorajar, de instigar a aptidão interrogativa e orientá-la para os problemas fundamentais de nossa própria condição de nossa época (MORIN, 2012, p.12).

O professor acredita que livros didáticos constituem uma fábrica de ganhar dinheiro. Por isso, ele não utilizava o livro didático, mas vários outros livros mais profundos. Com esta atitude, ele resgatava sua posição como homem político, crítico, assim como a função do conhecimento como algo aberto, que não se encontra fechado em livros.

Em relação à pergunta sobre os tópicos de Biologia contemporânea que ele escolhia para tratar em suas aulas, o professor Liparini disse que trabalhava os temas genética, evolução e diversidade dos seres vivos.

Morin (2012, p. 31) nos diz que os prodigiosos progressos da Biologia Molecular e da Genética permitem conceber o elo entre Física, Química e Biologia, pois é pela organização, e não pela matéria, que a vida se diferencia do mundo físico-químico.

Em relação à evolução, Morin aponta que conhecer os patrimônios genéticos das várias populações humanas produz uma visão articulada dos tempos e percursos das grandes migrações que conduziram o Homo sapiens a partir do seu berço...(2010, p.154). No desenrolar desse raciocínio, ele aponta para a importância de se ministrar evolução como uma forma de se compreender a era planetária.

Em relação à biodiversidade, Morin afirma que a era planetária levou a uma crise na biodiversidade ainda mais grave, ainda mais intensa (2010, p.158).

Quando perguntamos ao professor sobre um tema que tenha sido encantador para seus alunos, ele falou de uma aula prática sobre equinoderma.

“Quando estávamos estudando equinoderma, dissecamos um pepino do mar. Quando fala equinoderma, aí, você dá as classes dos equinodermas.

Todo mundo conhece ouriço do mar, estrela do mar... [mas] fotografia não mostra a realidade. Dissecamos uma holotúria.

Dona Maria Schiraiber (Profa. UFMG) tinha vários exemplares.

Eu perguntei a ela: e este material?

Ela falou: infelizmente vamos descartar.

Ai, eu perguntei: posso levar?

Ela me disse: sim. Não só este mais outros.

Eu levava o material e isto despertava atenção.

Eu pegava o material e levava.

Os meninos ficavam assim como eu ficava... “

A partir desse recorte do encantamento vivido pelo professor e compartilhado com os estudantes, podemos ver que o professor trazia a complexidade para dentro da sala de aula e conseguia mostrar a beleza dessa complexidade. Esse trecho também trouxe o

nome da professora que fornecia os exemplares que eram dissecados durante as aulas, revelando que o passado tem história e que a história constitui o tempo.

Em relação à pergunta relacionada às estratégias criadas em sala de aula, vemos que o professor sempre retorna à prática.

Eu achei super curioso, em uma aula prática em que estávamos falando de fotossíntese, acabamos mostrando o que era um indicador, uma solução alcalina, uma solução ácida e aí um indicador ele soprando a solução injetando CO₂. Fizemos uma montagem com um frasco contendo plantas aquáticas, com caramujo, sem caramujo, eles iam e voltavam no laboratório durante a semana.

Acostumamo-nos a essas informações ouvidas fora do contexto no qual elas seriam inteligíveis. Ora, é preciso urgentemente reencontrar esse procedimento de contextualização: aprender a construir para si mesmo representações ricas daquilo que ouvimos e fazemos (MOIGNE, 2013, p.541).

Em outro dia de entrevista, perguntamos ao professor Liparini o que ele queria mostrar com a dissecação. O professor respondeu: "*Você fala com o aluno, por exemplo, o que é uma **Renilla**. Ele procura no livro. Ele nunca vai ter uma ideia de como é aquele animal na realidade, mas quando você mostra...*" Novamente se percebe o elo entre a prática e o conhecimento, ou seja, a complexidade da vida posta em um contexto prático.

*"É um animal muito diferente, não sei o que pode ter provocado no aluno, mas quando eu vi uma **Renilla**, eu me senti muito gratificado, e, se você é capaz de transmitir isto para alguém...Eu acredito ter conquistado muito os alunos por ter provocado emoções agradáveis mais do que ter dado um conteúdo de Biologia".*

Por meio desses meus propósitos, vê-se que a prioridade não é mais a de ensinar conteúdos disciplinares, mas, sim, apoiar-se sobre conhecimentos disciplinares, a fim de introduzir no aprendiz uma disponibilidade, uma abertura, uma curiosidade para ir em direção daquilo que não é evidente ou familiar". (GIORDAN, 2013).

Outro assunto abordado pelo Professor foi a parasitologia. "*[a parasitologia] é outro assunto muito interessante [e] você tem várias abordagens.*

“Hoje, eu abordaria a doença de Chagas sobre vários aspectos, inclusive com o lado social. Por exemplo, a filariose no norte do país.

Mas porque existe isto?

Ficava muito interessante quando você mostrava o parasita.

De repente você mudava hábitos. Saber que você está comendo um alface é uma coisa, mas saber que você pode contaminar comendo um alface é outra coisa. ”

Esse trecho, conforme aconteceu em outros momentos da entrevista, novamente resgata o elo entre teoria e prática adotado pelo professor, mostrando ainda sua abordagem do conhecimento também sob a perspectiva social.

Outro assunto abordado pelo professor foi **Ecologia**.

“A ecologia era alguns conceitos soltos de relações entre os seres vivos, parasitismo, simbiose, predatismo. Não existia essa preocupação. A gente via muito pouco. ”

Todo mundo falava de Ecologia, mas ninguém sabia direito. Aprendi muito com isto. Muitas coisas que estavam acontecendo geravam dúvidas dentro do meu próprio conteúdo e para mim. “

As incertezas e riscos não são apenas vazios e lacunas do conhecimento; são os seus estimulantes: estimulam a atenção, a vigilância, a curiosidade, a inquietação, as quais estimulam o fundamento de estratégias cognitivas, isto é, modos de conhecer através do incerto, do vago, do risco. São justamente a incerteza e a ambiguidade, não a certeza e a univocidade, que favorecem o desenvolvimento da inteligência (MORIN, 2005, p.81).

Ao falar de Ecologia, o professor comenta que existiam poucos livros sobre o assunto na década de 70 e que os exemplos eram de espécimes estrangeiras. Cabe salientar que, naquela época, os estudos ecológicos no Brasil eram incipientes, o que demonstra, na verdade, seu pioneirismo.

Morin nos diz que a Ecologia é uma ciência que permite articular disciplinas até então isoladas (2010, p.32).

Outro tema trabalhado nas entrevistas tratou dos tópicos de ensino que o professor Liparini entendia que deveriam ser desenvolvidos com os estudantes em sala.

“Na minha realidade não faz muito sentido.

Um aluno para entender um animal tem que começar com citologia?

Aí você mostra um ouriço para ele. Para começar, a boca dele está embaixo, o ânus está em cima e ele sai arrastando.

Ele é totalmente diferente. Ele tem aquela estrutura ambulacral.

Como você vai explicar para ele que naqueles buraquinhos sai uma estrutura hidráulica que movimenta, sai um sistema ambulacral.

Você não precisa explicar para ele como o sistema ambulacral funciona.

O ouriço raspa a rocha. Raspa o que? O que ele come?

O aluno, se for para a área biológica, vai levar um conjunto de informações. ”

O pensamento ecologizador opõe-se simultaneamente à insularização de um objeto e à redução às causalidades exteriores, à impregnação superficial e ao afogamento em um meio. Não poderia haver descrição nem explicação dos fenômenos fora da dupla inscrição e da dupla implicação no seio de uma dialógica complexa que associa de modo complementar, concorrente e antagônico, por um lado, as lógicas autonômicas e internas próprias do fenômeno, por outro lado, as ecológicas dos seus ambientes. (MORIN, 2005, p.106).

Em todas as vivências relatadas pelo professor Liparini tem algo que perpassa sua trajetória profissional que é a ética, o amor, eros. Morin (2012, p.101) nos diz:

Existe algo que não é mencionado em nenhum manual, mas que Platão já havia acusado como condição indispensável a todo ensino: o eros, que é, a um só tempo, desejo, prazer, amor; desejo e prazer de transmitir, amor pelo conhecimento e amor pelos alunos. O eros permite dominar a fruição ligada ao poder, em benefício da fruição ligada à doação. É isso que, antes de tudo mais, pode despertar o desejo, o prazer e o amor no estudante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Pelas vivências aqui descritas e pelas entrevistas realizadas, percebe-se que o professor Liparini carrega em si o pensamento complexo, que é a

Viagem em busca de um modo de pensamento capaz de respeitar a riqueza, o mistério e caráter multidimensional do real: e de saber que as determinações cerebral, cultural, social, histórica, às quais se submete todo pensamento, sempre co-determinam o objeto do conhecimento. (MORIN, 2005, p.24).

Dessa forma, sua riqueza de agir e pensar está em consonância com os maiores filósofos de nossos tempos e está também ligada à nossa realidade prática.

As vivências relatadas por ele respaldam e reafirmam que, para ser professor, é necessário não reduzir o conhecimento a simplificações que mascarem a realidade; deve-se trabalhar buscando uma perspectiva histórica, trabalhar o que os estudantes têm em seu cotidiano como perguntas a serem respondidas, trabalhar sempre a prática, evitando citar nomes sem contextualização. Deve-se levar sempre a beleza da vida e do conhecimento para a sala de aula, respeitando o estudante como ser único, e, portanto, dono de uma trajetória que só ele poderá trilhar e construir, e, sendo livre, optar. Por fim, deve-se pensar que o estudante precisa ser cidadão, devendo, portanto, usar sua voz para buscar construir uma sociedade mais fraterna, sob a perspectiva de que o ser humano é um ser sócio-histórico-cultural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BRYMAN, A. Social Research Methods. 2ed. New York: Oxford University Press, 2004.

GIORDAN, A. As principais funções de regulação do corpo humano. IN: Morin, E. A Religação dos Saberes o desafio do século XXI. 11ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2013.

MOIGNE, J. L. Le. Complexidade e sistema. IN: Morin, E. A Religação dos Saberes o desafio do século XXI. 11ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

MORIN, E. O método 2: a vida da vida. Porto Alegre: Sulina, 2005.

MORIN, E. O pensar complexo: Edgar Morin e a crise da modernidade. Rio de Janeiro: Garamond, 2010.

MORIN, E. Os sete saberes necessários à educação do futuro. 2ª .ed.rev. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2011.

MORIN, E. A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento. 20ª ed. Rio de Janeiro: Berthand Brasil, 2012.

MORIN, E. Educação e Complexidade: os sete saberes e outros ensaios. 6ª ed, São Paulo: Cortez, 2013.

Agradecimento: Ao Prof. Antônio Carlos Liparini por ter nos concedido conhecer e relatar suas vivências como DOCENTE.

OBS: Trabalho publicado inicialmente nos Anais do ENEBIO/2018

CAPÍTULO 2

UTILIZAÇÃO DA BIOMASSA DA CASCA DE COCO NA BIOSSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA OS EFLUENTES TÊXTEIS.

Beatriz Leite Dos Santos

Verônica Heloisa Rosas

Resumo: A poluição por corantes está se tornando um grave problema ambiental, devido ao aumento da atividade industrial e à produção excessiva desses efluentes, sendo a indústria têxtil a principal fonte de contaminação no Brasil. Entre os métodos de remoção desses efluentes estão a precipitação química, processos de filtração de membrana e processos de adsorção, onde na sua maioria são feitas a partir da matéria prima do carvão ativado, que por sua vez é um material de alto custo e de difícil execução no processo industrial. O uso de biomassas como material bioissorvente para remoção de efluentes industriais é destacado como alternativa em parâmetros tecnológicos já existentes. Determinou-se assim a capacidade de adsorção da fibra da casca do Cocos nucifera (coco verde) como biomassa, viabilizando o método de remoção dos corantes e agregando valores sociais, econômicos e ambientais.

Palavras-chave: biomassa; coco verde; corantes.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente procura-se encontrar novas aplicações viáveis para utilização da casca do coco verde devido sua abundância e por ser um material altamente descartado, tornando-o de baixo custo.

Nesse presente trabalho de conclusão de curso, pretende-se utilizar a casca do coco verde como bioissorvente na remoção de corantes de águas residuais.

Desde o início das civilizações o corante tem sido utilizado, inicialmente eram de origens vegetais e com o avanço tecnológico, surgiram os corantes sintéticos utilizados por indústrias com diversas finalidades, como por exemplo, as indústrias alimentícias, de plásticos, de papel, de tintas e vernizes têxteis entre outras.

Esses efluentes contendo corantes, sem o devido tratamento são de fácil dispersão sendo visíveis a olho nu. Mesmo em baixas concentrações, podem causar mudança na coloração da água, podendo assim dificultar a atividade fotossintética da flora aquática. Alguns corantes podem apresentar toxicidade podendo causar vários problemas para o homem entre eles mutação gênica e câncer.

Dentre vários métodos de remoção de corantes, o que pode ser considerado o mais eficaz é o processo de adsorção, pois o corante é absorvido, sendo transferido da parte líquida para a parte sólida.

1.1 PROBLEMA

A atividade industrial tem como consequência o aumento dos níveis de corantes nos ecossistemas aquáticos naturais. A principal fonte de contaminação são os efluentes industriais contendo esses corantes que, mesmo em pequenas concentrações, trazem efeitos adversos à saúde.

Os corantes não podem ser destruídos e são altamente reativos. Tratamentos convencionais não os removem de forma eficiente, sendo que os tratamentos especiais necessários são muito caros. Por esse motivo, busca-se utilizar no tratamento materiais renováveis e de baixo custo como as biomassas.

1.2 HIPÓTESE

A utilização da casca do coco verde como bioissorvente diminuiria consideravelmente alguns problemas ambientais, pois a maior parte de seu peso bruto é descartada e sua utilização para a remoção de alguns corantes seria de extrema importância.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a eficácia da casca do coco verde na remoção de corantes, com a finalidade de utiliza-la como bioissorvente em tratamentos de águas residuais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar a capacidade de adsorção da casca do coco verde;
- Viabilizar o método de remoção de corantes;
- Agregar valores sociais, econômicos e ambientais a um resíduo agrícola.

3. JUSTIFICATIVA

Os corantes em contato com o meio ambiente são tóxicos, tornando-se um dos mais perigosos e minuciosos tipos de contaminação para os seres vivos em geral.

Dentre os métodos de remoção, a maioria é de alto custo com grande complexidade no processo de realização, tornando-se um problema para sua implementação. Por isso, será estudada a utilização da casca do Cocos nucifera (coco verde) como alternativa para a remoção desses resíduos, já que é comumente descartada por não ter utilidade aparente.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 ADSORÇÃO

De acordo com (GUELFY & SCHEER, 2007), a eficácia desse fenômeno depende do sólido (adsorvente) que será utilizado, podendo ser mais acentuado em sólidos porosos.

Para que ocorra a reversibilidade do processo, é necessário que haja uma baixa concentração no fluido, cobrindo a superfície do adsorvente, até quando a pressão exercida seja igual entre a fase adsorvida e a fase presente no fluido.

Ocorre quando um fluido (solução líquida, gasosa) prende-se à superfície de uma substância sólida, permitindo a separação dos componentes dessas soluções. (USP, 2014).

4.1.1 TIPOS DE ADSORÇÃO:

Segundo RUTHVEN, adsorção Física (Fissisorção), baseia-se em força de Van der Wals e/ou forças de interações eletrostáticas (dipolos), alcançando o equilíbrio rapidamente.

Tem como características:

- Não específica;
- Fraca entre as moléculas do meio sólido;
- Ocorrem em baixas temperaturas;
- Reversível;
- Rápida;
- Invariavelmente exotérmica;
- Podem ter várias camadas de moléculas (transferência de massa);
- Não sofrem dissociação;
- Não há transferência de elétrons, mas pode ocorrer a polarização do adsorbato.

De acordo com FLOGLER adsorção Química (Quimissorção): Ligação química (covalente) entre a molécula do meio e a do sólido (adsorvente), alterando a estrutura eletrônica.

Tem como características:

- Extremamente reativa;
- Altas temperaturas;
- Pode ser irreversível;
- Pode ser endotérmica;
- Pode ocorrer dissociação das moléculas;
- Altamente específica;
- Possui apenas uma camada;
- Há transferência de elétrons.

4.2 BIOSSORÇÃO

A bioissorção é o processo de adsorção que se refere à ligação passiva de íons metálicos por biomassa viva ou morta. Processo relativamente rápido de remoção de metais pesados em meio aquoso, que deve ser livre da ação de metabolismo do próprio bioissorvente. Pode ocorrer em organismos mortos ou vivos. (CALFA & TOREM, 2007)

O mecanismo baseia-se na troca iônica, no acúmulo extracelular (adsorção), na complexação e no acúmulo intracelular. (COSSICH, 2000).

4.2.1 BIOMASSAS E BIOSSORVENTES

Resíduos de origem biológica, utilizados como adsorventes. Efluentes tratados por bioissorção apresentam menores teores de sais dissolvidos do que os efluentes tratados por precipitação química. (SANTOS, 2013)

Temos como exemplos de bioissorventes alternativos: minerais, micro-organismos, algas e biomassas diversas. (LUNARDI, 2009)

Algumas biomassas já foram estudadas para a utilização como bioissorvente alternativo, como por exemplo: cinzas de bagaço de cana, sedimento de esgoto carbonizado, casca de eucalipto, turfa, musgos, palha de trigo, casca de arroz, entre outros. (ROBINSON et al. 2001)

O motivo da grande quantidade de biomassa, é que materiais orgânicos apresentam na sua parede celular uma grande variedade de grupos orgânicos, tais como: ácidos carboxílicos, fenóis, aminas, amidas e, além disso, são ricas em celulose, que auxiliam na adsorção.

O Brasil apresenta um grande potencial industrial e agrícola, gerando muitos produtos secundários que em grande maioria são descartados, tornando-os abundantes.

Existem trabalhos utilizando a casca do pinhão no tratamento de efluentes de indústrias têxteis; produção de bioetanol a partir da casca e da polpa da banana. Existem também trabalhos de biorremediação com fungos e bactérias; utilização da casca do camarão para a produção de bioplásticos, entre outros.

Neste trabalho, utilizaremos a casca do coco verde como biomassa.

4.3 TRABALHOS DIVERSOS ENVOLVENDO BIODIVERSIDADE

METAIS PESADOS

O primeiro metal pesado utilizado que se teve conhecimento foi o cobre (13000 a.C.), encontrado na superfície terrestre na forma de cobre nativo, um metal puro em seu estado metálico.

A princípio usado como ferramenta de trabalho, armamento e decoração. A descoberta do cobre foi um marco importante para o desenvolvimento humano. (GOMES, 1987)

Os metais pesados são constituídos por um grupo de aproximadamente 40 elementos químicos e tem como principais características uma densidade superior ou igual a 5g/cm^3 , massa atômica superior a 23, ou número atômico superior a 20. (VILLANUEVA, 2000)

Muitos deles são de extrema importância para o crescimento (Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, entre outros), mas também há o contratempo sobre os efeitos tóxicos sobre as células, que tem a capacidade de desnaturar ou alterar proteínas.

Podem ser encontrados em seu estado elementar (não sofrem modificações), ou em forma de complexos (não degradáveis – em contato com o meio ambiente, distribuem-se no ar, água ou solo, podendo mudar seu estado de oxidação e integrar-se aos seres vivos). (PINO, 2005)

São divididos em dois grupos:

Oligoelementos: necessários para que os organismos completem o ciclo vital, requisitados em quantidades pequenas por plantas e animais. (As, Co, Cr, Cu, Mo, Mn, Ni, Se e Zn);

Aqueles sem uma determinada função biológica: são tóxicos e tem capacidade de acumular-se em organismos vivos, em quantidades elevadas no organismo produzem doenças. (Cd, Hg, Pb, Sb, Bi, entre outros). (MARTINS et al. 2010).

Os íons de metais pesados em águas superficiais e/ou subterrâneas são um dos maiores contaminantes inorgânicos ao meio ambiente.

Nos tempos de hoje, com o crescente desenvolvimento industrial e com todo aparato tecnológico, a poluição ambiental e deterioração do ecossistema por metais pesados ainda é um grave problema.

CONTAMINAÇÃO E TOXICOLOGIA

Altas concentrações de metais pesados em contato com o organismo são diretamente ligadas às enzimas e proteínas impedindo-as que funcionem. Podem também ligar-se às paredes celulares, dificultando o transporte de nutrientes podendo levar à morte.

(Revista MUNDO ESTRANHO)

Dentre os metais pesados, os mais perigosos são: Mercúrio, Chumbo e Cádmio. Podem-se citar os seguintes problemas para homem:

- a) Mercúrio: prejudica as funções cerebrais, causando depressão e às vezes levando ao coma; Perda de visão. Formas de contaminação: ingestão de peixes contaminados e o vapor do metal.
- b) Chumbo: prejudica as articulações, pode paralisar as mãos; Dores abdominais; Perda da visão. Formas de contaminação: tintas e alimentos contaminados por pesticidas à base do elemento
- c) Cádmio: causa problemas no fígado e rins, sendo os órgãos mais prejudicados. Os pulmões inflamam em contato com ele. Formas de contaminação: Fumaça de cigarro e alimentos preparados em vasilhas feitas com esse metal.

MÉTODOS DE REMOÇÃO DE METAIS PESADOS

Entre alguns métodos de remoção de metais pesados estão: precipitação química e processo de separação com membranas.

- Precipitação química: Processo mais utilizado para a remoção de metais. A remoção de metais pesados é feita a partir da precipitação das suas espécies por meio de mudança de pH, normalmente utiliza-se algum produto químico.
- Processo de separação com membranas: Emprego de membranas sintéticas com poros bem pequenos que filtram os sais dissolvidos na água. Para que o processo ocorra, é necessário pressuriza-las mais de 10 kgf/cm². (SKOOG et al. 2006).

CORANTES: HISTÓRICO

Acredita-se que o tingimento de tecidos tenha surgido na Índia e se dissipado para a Pérsia, Fenícia e Egito, onde foram encontrados tecidos tingidos em tumbas do século XXV a.C. Esses pigmentos eram utilizados para fazer desenhos em cavernas, decorações de túmulos e pinturas murais. (MENDA, 2011)

Até o século XIX, todos os corantes eram de origem natural, obtidos da extração de vegetais, minerais, insetos e moluscos. Muitos desses corantes naturais são utilizados até hoje, como por exemplo, o índigo descoberto pelos egípcios, extraído das plantas *Isatis tinctoria* e a *Indigofera tinctoria* (COSTA, 2007).

O primeiro corante sintetizado com técnica mais apurada foi o Mauve, em 1856, por Willian H. Perkin. Posteriormente, iniciou-se a produção de corantes sintéticos em grande escala, a partir de reações utilizando a anilina, método patenteado por Willian H. Perkin. (ABIQUIM, 2014).

CLASSIFICAÇÃO

Os corantes podem ser classificados de acordo com sua estrutura química (mais comum entre fabricantes) ou de acordo com o método pelo qual ele é fixado à fibra têxtil (mais comum em indústrias consumidoras). De todos os tipos de corantes, o mais utilizado pelas indústrias têxteis são os corantes da classe dos reativos (representam 57% do mercado brasileiro).

CORANTES REATIVOS

São corantes contendo um grupo eletrolítico (reativo) capaz de formar ligação covalente com grupos hidroxila das fibras celulósicas, com grupos amino, hidroxila e tióis das fibras proteicas e também com grupos amino das poliamidas. Neste tipo de corante, a reação química se processa diretamente através da substituição do grupo nucleofílico pelo grupo hidroxila da celulose. Um exemplo é aquele do tingimento usando compostos contendo sulfatoetilsufona, cuja adição do corante à fibra requer apenas a prévia eliminação do grupo sulfato em meio alcalino gerando o composto vinilsulfona conforme pode ser visto abaixo:

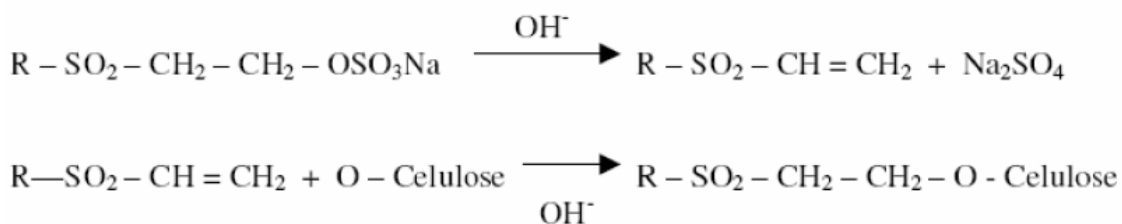


Figura 1 – Processo de tintura de algodão com corante contendo o grupo sulfatoetilsufona como centro reativo da molécula.

Este tipo de corantes apresenta como característica uma alta solubilidade em água e o estabelecimento de uma ligação covalente entre o corante e a fibra, cuja ligação confere maior estabilidade na cor do tecido tingido quando comparado a outros tipos de corante em que o processo de coloração se opera através de ligações de maior intensidade. (GUARATINI, et al 1999).

REJEITOS INDUSTRIAIS

Devido à sua própria natureza, os corantes são altamente detectáveis a olho nu, sendo visíveis em alguns casos mesmos em concentrações tão baixas quanto um ppm (1 mg/L). Este comportamento apresenta vantagens e desvantagens, pois uma pequena quantidade lançada em efluentes aquáticos pode causar uma acentuada mudança de coloração dos rios, mas pode também ser facilmente detectada pelo público e autoridades que controlam os assuntos ambientais. Deste modo, métodos para a remoção da cor das águas de rejeito tem recebido enorme atenção do público nos últimos anos. (ZOLLINGER, 1991; ANLINKER, 1978).

O desenvolvimento de tecnologias adequadas para tratamento de efluentes tem sido objeto de grande interesse nos últimos tempos devido ao aumento da conscientização e das regras ambientais.

As principais técnicas disponíveis na literatura para o tratamento desses efluentes envolvem principalmente processos de adsorção, precipitação, degradação química, eletroquímica e fotoquímica, biodegradação e outros. (HITZ, et al 1978; COOPER, 1993).

PROCESSOS DE TRATAMENTO UTILIZADOS PELA INDÚSTRIA TÊXTIL

As técnicas de tratamento em processos de coagulação, seguidos de separação por flotação ou sedimentação, apresentam uma elevada eficiência na remoção de material particulado. Porém, a remoção de cor e compostos orgânicos dissolvidos mostra-se deficientes.

Os processos de adsorção em carvão ativado apresentam uma eficiência maior, mas em função da superfície do carvão ser positiva, a adsorção de corantes de caráter catiônico acaba se tornando uma limitação. (KUNZ, et al 2001).

AZUL DE METILENO

Considerado um corante catiônico da classe dos reativos, o azul de metileno é geralmente utilizado para tingir algodão, seda, lã e também como tintura temporária para cabelos, tendo uma complexa estrutura molecular aromática, são inertes e de difícil degradação em fluxos residuais.

Possui forte adsorção em suportes sólidos, servindo muitas vezes como modelo para a remoção de corantes e contaminantes orgânicos a partir de soluções aquosas. Quando lançados de maneira incorreta em rios e lagos, afeta a transparência das águas e limita a passagem de radiação solar, provocando alterações na biota aquática. Mesmo não sendo tóxico quanto aos metais pesados, o seu excesso pode causar prejuízos à saúde como dor de cabeça, arritmia cardíaca, dor de cabeça, náuseas, vômitos e até necrose do tecido humano.

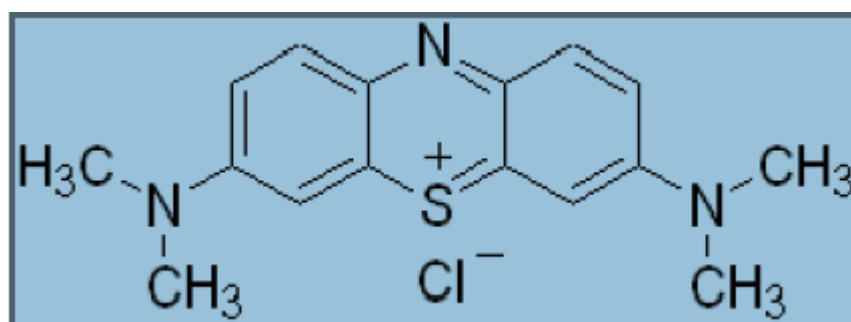


Figura 2 – Estrutura química do Azul de Metileno

4.4 COCUS NUCIFERA L.

O coqueiro (*Cocus nucifera* L.) é de origem asiática e foi introduzido no Brasil por volta de 1553. Sua grande importância deve-se ao fato do mesmo produzir óleos, minerais, vitaminas e fruto.

Um dos maiores produtores de coco verde no mundo é o Brasil e a região nordeste tem maior destaque, pela produção e consumo, sendo responsável por 75% da produção nacional.

Seu cultivo necessita, portanto, clima quente, solo leve com bastante cálcio e fósforo. (SENHORAS, 2003)

O coco verde é constituído por três partes:

- Exocarpo: parte externa e lisa do fruto
- Mesocarpo: parte fibrosa e espessa
- Endocarpo: caca dura e lenhosa

A casca do coco é usada na fabricação de cordas, tapeçarias, estofamentos de veículos, através da extração de suas fibras.

Essas fibras caracterizam-se pela durabilidade e dureza, atribuídas ao alto teor de lignina e celulose, que potencializa o uso da casca do coco verde como bioissorvente. (SANTOS, 2002)

Grandes quantidades de coco verde são descartadas diariamente por comerciantes em cidades litorâneas no Brasil. Este fato traz sérios problemas ambientais, pois cerca de 80 a 85% de seu peso bruto representa lixo, sendo descartados em aterros sanitários. (PINO, 2005).

5. MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAIS UTILIZADOS

Vidrarias: Beckers (200, 500 e 1000 mL); Erlenmeyers 250 mL; Bastão de vidro; Pipetas (10 e 25 mL); Pipeta automática; Balões volumétricos (100 e 1000 mL); Vidro de relógio; Funil de vidro;

Reagentes: Azul de metileno; Água destilada; Hidróxido de Sódio;

Equipamentos: Liquidificador; Estufa; Balança analítica; Agitador mecânico; Agitador magnético; Espectrofotômetro uv-vis;

Diversos: Faca; Assadeira; Espátulas; Pisseta; Pera; Coletor universal; Papel de filtro; Suporte universal; Peneiras (24 e 65 mesh).

METODOLOGIA

Inicialmente retirou-se a casca do coco (parte verde) para a obtenção das fibras. A fibra foi picada e lavada com água destilada e posteriormente triturada em um liquidificador.

Figura



Figura 3 – Obtenção da Biomassa

A biomassa obtida foi seca em uma estufa a temperatura de 100°C por 3 horas. Depois de seca, foi triturada novamente e peneirada. Foram utilizadas peneiras de 24 e 65 mesh.



Figura 4 – Preparo da Biomassa

Para a ativação, pesou-se 10 g do bioissorvente e adicionou-se a uma solução de 200 mL de NaOH 0,1M. A solução ficou sob agitação em um agitador mecânico por 2 horas. Após a agitação, a solução foi lavada com água destilada, filtrada e a biomassa obtida foi seca em um forno por 20 minutos a uma temperatura de 60°C.



Figura 5 – Ativação da Biomassa

Foi feita uma solução de concentração 0,1 g/L de azul de metileno da qual tiramos uma alíquota de 100 mL e diluímos em um balão de 1000 mL.

Para as extrações do corante, foram pesadas 0,5, 1,0 e 1,5 gramas de biomassa tratada e não tratada. Para cada medida da biomassa, utilizamos 100 mL da solução diluída de azul de metileno. Após a junção de biomassa e solução, ambos foram deixados em agitação magnética por cerca de 20 minutos.

Após agitação, as soluções eram filtradas e o líquido resultante com coloração visivelmente modificada, passando de azul para uma amarelo palha, eram armazenadas para posterior análise no espectrofotômetro uv-vis.

O Branco foi feito da mesma forma, porém foram utilizados 100 mL de água destilada para cada medida da biomassa ao invés da solução de azul de metileno. O branco também foi analisado no espectrofotômetro uv-vis e as respectivas absorbâncias obtidas, foram subtraídas das absorbâncias obtidas nas extrações de azul de metileno.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

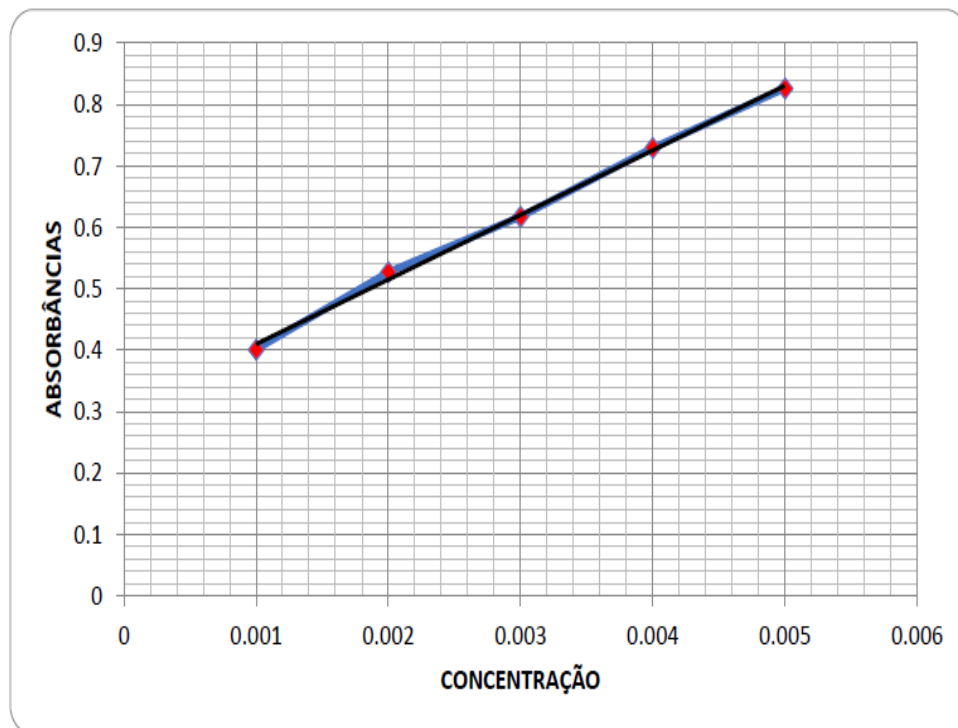
Para a formação da curva padrão, foram feitas as seguintes diluições da solução 0,1 g/L de azul de metileno e posterior análise de suas respectivas absorbâncias no espectrofotômetro uv-vis:

Tabela 1 – Dados para a curva padrão.

Vol. Corante (mL)	Vol. Balão (mL)	Diluição	Concentração (g/L)	Absorbâncias
1	100	100x	0,001	0,401
2	100	50x	0,002	0,527
3	100	33,3x	0,003	0,617
4	100	25x	0,004	0,729
5	100	20x	0,005	0,826

A curva padrão a seguir foi feita no Excel de acordo com os dados obtidos anteriormente.

Gráfico 1 – Curva padrão Azul de Metileno



As análises feitas após a absorção do azul de metileno pelas biomassas do pó da casca do coco tratada e não tratada obtiveram os seguintes resultados.

Tabela 2 – Análise das absorbâncias após a retirada do branco.

Biomassa Não Tratada (g)	Absorbância Final
0,5	0,0588
1,0	0,0656
1,5	-0,0172
Biomassa Tratada (g)	Absorbância Final
0,5	0,0403
1,0	0,0098
1,5	0,0374

Após analisar as soluções em um espectrofotômetro UV-Visível, percebeu-se que os valores finais de absorbância estão fora da Lei de Lambert-Beer que tem faixa ideal de trabalho 0,2 à 0,8 nm, tornando-se impossível a medida exata do azul de metileno restante da amostra.

Desta forma não é possível determinar a concentração com exatidão, porém como a absorbância é muito baixa, a bio sorção é de aproximadamente 100%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da fibra da casca do coco verde como bio sorvente na remoção de corantes foi obtida com sucesso, sendo de grande importância no tratamento de efluentes têxteis e também no reaproveitamento de materiais que seriam descartados como a fibra do coco, com isso uma série de problemas ambientais seriam diminuídos, sendo em relação ao descarte e à poluição ambiental.

Como a casca do coco verde é um material totalmente descartado e de fácil disponibilidade no meio ambiente, torna-se de baixo custo, tornando-se assim atrativas para implantação na indústria têxtil.

Com a implantação desse processo, procura-se atingir os objetivos da logística reversa, que se trata da conscientização da educação ambiental, consequentemente diminuindo o impacto ambiental causado pelo descarte residual incorreto, aumentando a qualidade de vida da população humana e seres vivos, com isso também se cria um ciclo de reutilização da matéria-prima utilizada no tratamento desses efluentes.

REFERÊNCIAS

CALFA, B. A; TOREM, M. L. 2007. Uso de Biomassas em Processo Combinado Bio sorção/Flotação para Remoção de Metais Pesados. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 12p.

COSSICH, Eneida S., 2000. Bio sorção de Cromo. Universidade Estadual de Maringá.

FOGLER, H. S.; 2002. Elementos de engenharia das reações químicas. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC; p. 744 – 756.

GOMES, M.R; BRESCIANI, F.E 1987 - "Propriedades e Usos de Metais Não ferrosos". ed. ABM, São Paulo, capítulo 3.

GUELF, Luciano; SCHEER, P. Agnes.; 2007. Estudo de adsorção para purificação e separação de misturas na indústria petrolífera. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 7p.

HONORATO, C. Andressa; MACHADO, M. Jocasta; CELANTE, Gizele; Borges, G. P. Wesley; DRAGUNSKI, C. Douglas; CAETANO, Joseane. Bioissorção de azul de metileno utilizando resíduos agroindustriais. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental Campina Grande, PB, UAEA/UFCG. 2015; Editora ISSN 1807-1929; Edição nº 7 pág 705 – 710.

LUNARDI, Marina M. 2009. Tratamento de efluentes de indústrias metalúrgicas com uso de casca de pinhão como bioissorvente. PUCRS. Rio Grande do Sul. 3086p.

MARTINS, Leonardo B.; AZEVEDO, Izabel C. D.; NASCENTES, Rejane; TINÔCO, Ana A. P.; 2010. Carvão ativado de coco verde (Cocos nucifera) na retenção de metais pesados. Departamento de Engenharia Civil – UFV, Viçosa, Brasil.

OLIVEIRA, P.S; Silva, L.L.W; VIANA, R.R. 2013. Avaliação da capacidade de adsorção do corante azul de metileno em soluções aquosas em caulinita natural e intercalada com acetato de potássio. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Mato Grosso.

PINO, Gabriela A. H.; 2005. Bioissorção de Metais Pesados Utilizando Pó da Casca de Coco Verde (Cocos nucifera). Dissertação de Mestrado. PUC Rio de Janeiro.

Revista Mundo Estranho; O que são metais pesados e por que fazem mal à saúde. 2002; Editora Abril; Edição nº 4 pág. 41.

ROBINSON, T.; MCMULLAN, G.; MARCHANT, R.; NIGUAM, P. 2001. Bioresource Technology. 77, 247-55

RUTHVEN, D. M.; 1984. Principles of adsorption and adsorption process. United States of America: Wiley – Interscience Publication; p. 1 – 13, 221 – 270.

SANTOS, F.A., 2013. Desempenho e conformidade de bioissorventes produzidos a partir de resíduos florestais e sua aplicação no tratamento de cromo de efluente industrial de galvanoplastia. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 32p.

SANTOS, M. S. Propriedades térmicas e mecânicas de materiais reciclados a base de PET pós consumo e cargas de coco. 2002. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Polímeros). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SENHORAS, Elói. Estratégia de uma Agenda para a Cadeia Agroindustrial do Coco. 2003. Campinas: Ed. ESC.

SKOOG, D. A, West, D. M., HOLLER, F. J. CROUCH, S. R.; 2006. Fundamentos de Química Analítica. Editora Thomson, tradução da 8ª edição.

TRAMONTIN, P. Denise; PETERSON, M; PIZZOLO, P. Juliana; PIZZOLO, P. Jussara; 2010. Adsorção do corante básico (azul de metileno) por carvão ativado preparado a partir de finos de carvão. Universidade do Extremo Sul Catarinense.

USP, 2014 Em: <<http://www2.iq.usp.br/docente/hvlinner/adsorcao.pdf>> Acesso em: 26 de setembro de 2014.

VILLANUEVA, Rosa O. C; 2010. Biosorción de metales pesados mediante el uso de biomasa microbiana. Departamento de Biotecnología y Bioingeniería. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Ave. IPN No. 2508 San Pedro Zacatenco. C. P. 07300. México, D. F.

CAPÍTULO 3

ATIVIDADES ORAIS E ESCRITAS PARA ALUNO COM (NEE) EM TURMA REGULAR DE ENSINO: UMAREFLEXÃO SOBRE A PRÁTICA

Diana Gonçalves Dos Santos Seduc/Pá (Brasil)

Cleide Maria Velasco Magno Seduc/Pá (Brasil)

Resumo: Este trabalho trás um relato de uma atividade desenvolvida em turma regular de ensino do 3º ano do ensino fundamental em uma escola pública, com um aluno com Necessidade Educativo especial (NEE) de nove anos de idade. O aluno não possuía diagnostico, mas apresentava característica de Transtorno de espectro autista (TEA) assim, foi executada uma proposta de ensino na turma para incluí-lo nas aulas de ciências, buscou-se desenvolver uma atividade interativa com vídeo aula, usando o contexto da oralidade e registros pictóricos. Tal atividade despertou o interesse do estudante com NEE que desenvolveu desenhos representativos sobre os conceitos de ciências na higiene pessoal e do meio ambiente. A atividade proporcionou a professora estudar, planejar e refletir sobre sua prática no contexto de inclusão, mesmo não tendo conhecimento específico na Educação Especial, ancorando seus estudos em autores como, Nigro (2012), Schirmer (2004) entre outros, despertando a alfabetização e letramento científico de todos os alunos de sua turma.

Palavra- Chaves: Educação inclusiva, ensino de ciências, reflexão da prática.

INTRODUÇÃO

O trabalho em questão aborda um relato de experiência de uma professora da educação básica de turma regular de ensino. Explicitando os desafios encontrados na sua prática e suas reflexões, ao analisar sua turma com um aluno com Necessidade Educativa especial (NEE). Ela ressalta da importância do professor observar o processo de ensino dos alunos “ditos normais”, que tem mais facilidade de aprender determinado assunto apresentado em aula, mas também ser sensível com os alunos que se mantêm disperso na atividade em classe ou apresentam alguma característica especial.

Com base, nisso a professora buscou recursos didáticos para incluir o aluno com Necessidades Educativas Especiais (NEE). Tornando o processo de aprendizagem dinâmico, já que ela incluiu toda a turma, para trabalhar conceitos de ciências, envolvendo o corpo humano e a educação ambiental, de tal forma que levou os estudantes a observarem e refletirem sobre a higiene do espaço em que vivem e do corpo.

Sabe-se que é de extrema importância o educador não ficar apenas observando de forma passiva as dificuldades que seus estudantes apresentam sem nada fazer, é importante que o mesmo reflita em sua prática educativa para atingir a todos de forma significativa no ato de ensinar, tal como introduzir conhecimentos de mundo que está relacionado ao cotidiano do próprio aluno e na aprendizagem da linguagem que é explicitado em seu dia a dia, como é dito por Schirmer (2004):

A aprendizagem do código lingüístico se baseia no conhecimento adquirido em relação a objetos, ações, locais, propriedades, etc. Resulta da interação complexa entre as capacidades biológicas inatas e a estimulação ambiental e evolui de acordo com a progressão do desenvolvimento neuropsicomotor (SCHIRMER, 2004.p.02).

Com base no que autora apresenta, a criança desenvolve seus estímulos educacionais com a convivência em seu meio social. Nesse sentido, é pertinente que em seu ambiente de estudo a criança interaja gradativamente com a proposta de ensino que está sendo direcionada conforme os objetivos de seu aprendizado, como são especificados no trecho a seguir da Base Curricular Nacional (BNCC) homologada em dezembro de 2017:

A BNCC reconhece que a educação deve afirmar valores e estimular ações que contribuam para a transformação da sociedade, tornando-a mais humana, socialmente justa e, também, voltada para a preservação da natureza [...] (MEC/BNCC, 2017 p.10).

Assim, a professora durante o processo de ensino buscou desenvolver sua prática de ensino para não deixar seu aluno com (NEE) fora das atividades que eram direcionadas para os demais colegas de sala. Mostrando que com o uso da oralidade e dos pictogramas (desenhos), a criança pode ser incluída e participar do processo de alfabetização, representando suas compreensões, dificuldades e subjetividades que muitas vezes trava em sala de aula, assim, prejudicando seu aprendizado, garantindo dessa forma, seu direito a aprendizagem e o desenvolvimento de competências necessárias na sua vida cotidiana.

Com base nisso, a educadora buscou estudos e conhecimentos com profissionais da área que pudessem lhe amparar nas dificuldades que seu aluno vinha apresentando no ensino de ciência, na oralidade e na escrita, já que o mesmo estava também vivenciando o processo de alfabetização.

A INCLUSÃO DOS ESTUDANTES COM (NEE) NO ENSINO DE CIÊNCIA

As Leis Diretrizes e Bases da Educação (LDB) para educação tornam por consenso que é necessário incluir os alunos com necessidades educacionais especiais no ensino regular, de forma que os mesmos não se sintam excluídos do aprendizado; tal como é apresentado a seguir por Kafrouni (2001).

A nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394, de 20.12.1996), no capítulo V, define educação especial como “modalidade de educação escolar oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para portadores de necessidades especiais” (art.58). A oferta de educação especial é “dever constitucional do Estado” (art. 58, § 3º). Além disso, a LDB prevê “currículos, métodos e técnicas, recursos educativos e organização específicas” para o atendimento adequado de Necessidades Educacionais Especiais (art. 59, I) e “... professores de ensino regular capacitados para a integração desses educando nas classes comuns” (art. 59, III), (KAFROUNI, 2001. P.2).

Com base no que a lei estipula, se torna belíssimo o que está escrito no papel, mas na prática isso não funciona quando se tem um aluno com Necessidade Educativa especial (NEE) em sala de aula, o educador que não tem formação para lidar com a situação se torna desgastante para ambas as partes professor e aluno, já que muitas vezes é necessário um longo processo de observação e estudo para identificar a dificuldade, o nível e o tipo, além de fazer encaminhamentos para os profissionais especializados, com vista no nível de aprendizagem da criança.

Todavia, o educador sensível e comprometido com seu trabalho tenta conciliar essas dificuldades em sua prática, procurando se apropriar de novos conhecimentos e da experiência do cotidiano da sala de aula, buscando incluir seus alunos que apresentam comportamentos atípicos e não interagem com os demais colegas e com o ensino ministrado pelo professor (a) no processo da aprendizagem.

Sabe-se que o processo de inclusão não é fácil, principalmente quando o educador tem trinta alunos em sua turma, e não tem auxílio de nenhum profissional que trabalhe com a educação especial para acompanhá-lo em sala de aula ou na escola, porém a Declaração de Salamanca e Linha de Ação Sobre Necessidades Educativas Especiais (1994, p. 17-18) declara que: “o princípio fundamental desta Linha de Ação é que as escolas venham acolher todas as crianças, independentemente de suas condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais, lingüísticas ou outras”.

Outro fator importante a destacar é que, além de acolher as crianças no ensino, o professor também deve integrar este aluno nos demais conteúdos dos componentes curriculares, que são: ciências, história, geografia, matemática, além do português. Tendo como base essa meta, é necessário que o educador seja interdisciplinar e transdisciplinar em sua prática, já que as ciências vivem num constante processo de multiplicidade sendo dinâmica na abordagem de temas a serem trabalhados no ensino fundamental. Nesse contexto, Nigro (2012) faz o seguinte destaque sobre os textos de ciências:

Os textos em ciências têm características bastantes peculiares (objetividade, precisão, clareza, persuasão), e tudo isso é típico dessa área do conhecimento humano. A leitura e a escrita desses textos envolvem o trabalho com

uma linguagem bem específica. Esse é um dos motivos por que, no início da década de 2000, um casal de pesquisadores Canadenses (Stephen Norris e Linda Philips) lançou a ideia de que o ensino e aprendizagem da leitura e da escrita devem ser considerados o componente fundamental da alfabetização científica (NIGRO, 2012.p.80).

Com base no que o autor destaca, o ensino de ciência vai além da aprendizagem sobre corpo humano, meio ambiente, reino animal, vegetal, entre outros. Esse ensino em especial é um processo dinâmico que pode ser integrado em vários outros campos, tal como o processo de alfabetização e letramento em língua Portuguesa, haja vista, que as crianças trazem na bagagem um desenvolvimento grande de mundo, embora, nesse nível de ensino ainda não estejam alfabetizados ao ponto de escrever no papel esse conhecimento.

Sendo assim, cabe aos educadores desenvolver meios e práticas que possam favorecer todos os alunos. Como foi explicitado anteriormente, em uma turma se tem “N” situações que exige que o educador se aproprie de novos recursos para favorecer o ensino, principalmente dos alunos “ditos especiais”.

Esse é um novo desafio a superar. O sistema educacional da rede pública tem suas falhas em relação à lei do direito a inclusão, embora se pregue o direito igualitário a todos os educando, percebe-se que nem sempre funciona, as crianças geralmente ditas “especiais” não tem a mesma atenção que é dada a uma criança dita “normal”, já que esta já se comunica com mais clareza e conseqüentemente dá menos trabalho no processo de ensino e aprendizagem que uma criança especial.

Diante disso, os alunos que apresentam características de necessidades educativas especiais, geralmente chegam à escola sem diagnostico, como no caso do nosso aluno Nike, nome fictício dado ao aluno para melhor especificar detalhes sobre seu aprendizado, que apresenta características autistas. Isso dificulta seu atendimento, embora se faça trabalhos diferenciados na sala de aula para ele, nem sempre essas atividades prendem sua atenção ou às vezes se tornam tediosas. O transtorno do espectro autista (TEA) mencionado por Silva (2011) diz que:

O Espectro Autista (TEA) é caracterizado por vários sintomas singulares, que afetam a comunicação, a socialização, e o comportamento, interferindo diretamente na interação social, mas uma pessoa com autismo pode sim levar uma vida normal de acordo com o grau do transtorno (SILVA, 2017.p.03).

Assim, nosso objetivo como educadores não é dar um diagnóstico ao aluno, mas conhecer e entender suas dificuldades para trabalhar em cima de suas limitações, seja, elas cognitivas, sociais, afetivas, emocionais ou físicas, desenvolvendo atividades que possam sanar suas dificuldades de aprendizagem. Com base, nisso apresentaremos a metodologia desenvolvida para trabalhar as limitações do aluno e incluí-lo diretamente nas atividades com os demais colegas.

METODOLOGIA

O trabalho em questão apresenta um relato de experiência de uma proposta de ensino que teve como meta incluir um aluno com (NEE) de 09 anos em uma turma regular de ensino, com trinta e quatro alunos do terceiro ano do ensino fundamental de uma escola pública. Assim, o ambiente escolar apresenta uma estrutura física externa não muito grande; contendo uma quadra de esporte, uma copa onde as crianças fazem as refeições, no entanto as salas de aulas são amplas, o que permite o desenvolvimento de atividades multimídias, compartilhadas com os demais estudantes.

Para o desenvolvimento da prática foram utilizados recursos didáticos como, monitor, vídeos com temáticas sobre o meio ambiente e corpo humano, lápis de cor, papel A4, piloto, borracha, apontador, som, tesoura, entre outros.

A atividade foi desenvolvida em três dias, nos dois primeiros dias foi feito uma roda de conversa cujo tema foi meio ambiente, onde se procurou saber o que os estudantes entendiam sobre esse conceito. A princípio os alunos demonstraram pouco interesse em manifestar seus entendimentos a respeito do conceito de meio ambiente. No entanto, o aluno Nike foi o primeiro a perguntar o que é meio ambiente? Demonstrando interesse e curiosidade, a partir de então, a conversa fluiu e com a intermediação da professora os alunos começaram a compreender que o meio ambiente é o espaço onde todos os seres vivos habitam, bem como o espaço onde o ser humano constrói sua residência.

Após a roda de conversa, foi solicitado aos alunos que reproduzissem no papel seu entendimento, em contextos escritos e pictóricos. Aqueles que já sabiam escrever produziram pequenos textos sobre seu entendimento de meio ambiente, tal como João (nome fictício), que em seu relato escrito mostrou a tristeza por seus pais terem mandado corta a árvore de jambeiro do quintal de sua casa, no trecho a abaixo:

Na minha casa tinha um pé de jambeiro, toda tarde eu e meu amigo brincávamos de pira se esconde, eu gostava de me esconder em cima do jambeiro, mas um dia meus pais quiseram cimentar o quintal e mandaram cortar a árvore do jambeiro, fiquei muito triste, porque era tão bom ter o pé de jambeiro em casa, porque batia muito vento e a gente brincava lá e comia jambo, e agora não tem mais [...] (João, 10 anos).

Como se percebe no relato escrito do aluno, ele demonstrou claramente a importância de se ter uma árvore no quintal, além de compreender o impacto que o corte da árvore causou naquele ambiente. O que possibilitou a professora aproximar ou ampliar o conhecimento dos alunos, quando argumentou sobre o desmatamento nas áreas urbanas, principalmente nas cidades grandes, por não ter mais árvores nos quintais como antigamente, mostrando que esse processo acelerar aquecimento global do nosso planeta, bem como, causar danos à saúde como; problemas respiratórios (a gripe, a asma...). O aluno Nike mostrou seu entendimento de forma pictórica (desenho), em que representou toda sua família e sua casa pintada de várias cores.

Assim, percebeu-se que mesmo não tendo domínio da escrita o estudante conseguiu representar o que significava para ele o conceito de meio ambiente. No entanto, para que esse conhecimento fosse ampliado e compreendido de forma ética no contexto de preservar e cuidar.

No terceiro dia, foi apresentado um vídeo sobre o **meio ambiente na educação infantil**, para mostrar o cuidado necessário com o ambiente e com o corpo humano. O intuito foi apresentar que devemos ter higiene com nosso corpo, e é preciso ter higiene pelo espaço em que habitamos e moramos.

Nesse sentido, Nigro (2012) vem reforçar o conceito de meio ambiente como um termo genérico que significa: entorno e, que se pode dizer que “o planeta terra e um ambiente, assim, como a floresta, uma colmeia, um aquário, a sala de aula e sua cozinha também

o são” (NIGRO, 2012.p.08). Desta forma, esses ambientes precisam ser cuidados é preservado nosso corpo também necessita do mesmo cuidado para nos manter vivos.

Na sequência da atividade, a partir da apresentação do vídeo os alunos puderam argumentar com maior ênfase sobre o significado de meio ambiente e a higiene corporal. Eles fizeram comentários surpreendentes. Inclusive Nike demonstrou confiança e entendimento da temática abordada em sala, comentou que toda a manhã a mãe o manda tomar banho e escovar os dentes, vestir roupas limpas e pentear os cabelos, para ir arrumadinho a escola. Ainda comentou que na casa dele, a avó é que cuida da limpeza, já que sua mãe sai cedo para trabalhar, disse que sua avó deixa tudo limpinho e que ela o ensinou a jogar lixo no lixo.

Com base nos argumentos orais da criança, a professora percebeu que ele evoluiu no conhecimento, apresentando argumentos pertinentes sobre a temática, interagiu com os demais colegas, ou seja, não se sentiu solitário desenvolvendo uma atividade a parte, mas sim integrante da atividade da turma, fazendo as atividades comuns a todos os estudantes. Portanto as aulas para ele e os colegas se tornaram interessantes e significativas, pois a professora buscou meios de aprendizagem para todos.

Outro episódio marcante nas atividades foi que, além do comentário de Nike, os demais alunos se sentiram a vontade para socializar suas subjetividades, suas compreensões sobre a temática, por exemplo, a aluna Maria (nome fictício) acabou se sentindo a vontade para comentar que sua mãe atribui a ela algumas tarefas domésticas que deveriam ser feitas quando chegasse da escola, tais como cuidar do uniforme e guardá-lo. Segundo a aluna, ela achava isso uma chatice e por isso, a maioria das vezes, ia para a escola com uniforme sujo. Sobre isso ela comentou:

Agora já sei por que tenho que cuidar do uniforme e não passar o dia inteiro com ele, porque roupa suada e suja pode provocar muitas doenças ao nosso corpo e ainda incomodar os colegas com o mal cheiro (Maria. 9 anos).

Assim, a atividade serviu para a turma, como divisor de água em relação às dificuldades que as crianças passam durante o processo da aprendizagem, como a questão da convivência, principalmente em turmas que apresentam alunos com necessidades

educativas especiais, embora seja difícil, tanto dos alunos ditos normais como dos alunos com Necessidade Educativa Especial (NEE).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível observar, com esse trabalho, que no ambiente escolar onde se encontram alunos com NEE, as práticas de ensino precisam ser potencialmente significativas para eles também, e que o processo de inclusão depende principalmente da forma como as atividades são planejadas e executadas.

No que se refere ao ensino de ciências é preciso ser explorado o contexto de mundo do aluno, onde o tema seja abordado de forma inter e transdisciplinar, para que ocorra o processo de alfabetização científica e ao mesmo tempo ocorra o processo de alfabetização e letramento, potencializando seu aprendizado, a fim de que o aluno adquira o hábito de argumentar e possa reproduzir seu aprendizado de diversas formas, como a escrita, os pictogramas, a oralidade e mesmo a arte, além de se posicionar de forma crítica sobre os assuntos abordados no mundo.

Todavia, se percebeu que a dificuldade do professor em associar os conteúdos disciplinares, se deve principalmente à lacuna na formação inicial e continuada que o mesmo recebeu especificamente no que diz respeito à formação na educação especial, que o impossibilita ou dificulta seu trabalho, já que o atendimento da diversidade de alunos com NEE em sala de aula é restrito e a maioria das vezes não tem.

Desta forma, o aluno Nike, apresentou durante todo o processo das atividades, interação, cooperação e interesse, já que na maioria das vezes, quando se fazia uma atividade separada para o mesmo, era executada rapidamente e ele ficava disperso em sala de aula, o que incomodava os demais alunos. Diante disso, consideramos que atividades que inclui os alunos com NEE, facilita o processo de inclusão e da aprendizagem da criança.

A experiência desenvolvida proporcionou a reflexão da professora sobre a sua prática, onde foi constatado que é possível incluir os alunos com NEE, desde que se tenham interesse, estudos ou formação, além de recursos adequados que permitam ao professor planejar e executar atividades conforme as exigências de sua turma.

REFERÊNCIAS

DE SALAMANCA, Declaração; DE AÇÃO, Linha. Necessidades educativas especiais. Salamanca, 1994.

SILVA, C. M.S.s. Análise comparativa da coesão textual na oralidade e na escrita: um estudo com crianças com e sem perturbações do espectro do autismo. 2011. Dissertação de Mestrado.

SCHIRMER, C.R.; FONTOURA, D. R.; NUNES, M.L. Distúrbios da aquisição da linguagem e da aprendizagem. *Jornal de pediatria*, v. 80, n. 2, p. 95-103, 2004.

KAFROUNI, R. M.; DE SOUZA PAN, M. A.G.A inclusão de alunos com necessidades educativas especiais e os impasses frente à capacitação dos profissionais da educação básica: um estudo de caso. *Interação em Psicologia*, v. 5, n. 1, 2001.

NIGRO, R. G. Ciências: soluções para desafios do professor, 1º ao 3º ano do ensino fundamental. S.Paulo: Ática, 2012.

MACEDO, Elizabeth. Base Nacional Curricular Comum: novas formas de sociabilidade produzindo sentidos para educação. *Revista e-curriculum*, v. 12, n. 3, 2017.

CAPÍTULO 4

“POLUIR NÃO, PRESERVAR É A SOLUÇÃO”: PROPOSTA INTERDISCIPLINAR DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

Ana Glória Barbosa Bezerra De Sousa Lima (Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte)

Deise Fernanda Bernardo Felix (Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte)

Ivaneide Alves Soares Da Costa (Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte)

Stephania Ruth Basílio (Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte)

Resumo: A unidade de ensino potencialmente significativa descrita neste artigo tem como objetivo trabalhar, numa abordagem interdisciplinar, uma temática polêmica e atual que é a água e as problemáticas que a envolvem, tais como poluição, uso inconsciente do recurso e crise hídrica. Foi criado também um produto lúdico ao final de toda a sequência contemplando conteúdos da química e biologia. Esta UEPS foi desenvolvida para fins avaliativos nas disciplinas de Instrumentação para o ensino de ciências e Biologia II e Química para o ensino de ciências, componentes obrigatórios do currículo de Ciências Biológicas da UFRN. Os eixos orientadores foram: definição da temática; externalização dos conhecimentos prévios, proposição de uma situação-problema; apresentação e aprofundamento do conhecimento; consolidação e recursividade –atividades colaborativas; avaliação da aprendizagem do aluno. Construir

uma UEPS é reflexo de um bom planejamento e preocupação do professor com a aprendizagem do aluno.

Palavras-chave: Unidade de Ensino Potencialmente significativa, ensino de ciências, instrumento lúdico.

INTRODUÇÃO

O modelo de ensino tradicional, no qual predominam a memorização e aprendizagem mecânica por parte dos alunos, ainda está muito presente nas escolas. Porém, esse conhecimento associado a essa aprendizagem memorística é, na maioria dos casos, reproduzido em exames escolares e facilmente esquecidos posteriormente (MOREIRA, 2011). Frente a isso, cada vez mais tem surgido a necessidade de um ensino verdadeiramente significativo, contribuindo assim para a assimilação e aplicação efetiva dos conteúdos, com uma abordagem integradora e transcendente.

Neste sentido, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas se mostram como fortes aliadas para o alcance desses objetivos, posto que tratam de uma sequência de ensino fundamentada teoricamente, potencialmente facilitadora da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1968), não mecânica, que visam estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula. Os princípios norteadores de uma UEPS são: o conhecimento prévio do aluno; pensamentos, sentimentos e ações deste; interação social e linguagem; organizadores prévios; situações-problema; diferenciação progressiva, reconciliação integradora; relação triádica entre aluno, professor e materiais educativos e a aprendizagem significativa.

Segundo Moreira (2011), uma UEPS deve ser preparada em oito passos fundamentais que podem ser definidos como: definição da temática a ser abordada; criação de uma situação que leve o aluno a externalizar seus conhecimentos prévios, proposição de uma situação-problema; apresentação e aprofundamento do conhecimento ao longo da sequência de aulas através da diferenciação progressiva e reconciliação integradora; consolidação e recursividade numa perspectiva integradora – exposição oral, textos e atividades colaborativas; avaliação formativa e somativa da aprendizagem do aluno e reflexiva do professor; avaliação dos alunos fornecendo evidências de aprendizagem significativa.

Desse modo, os alunos poderiam ser conduzidos, de forma gradual e crescente (diferenciação progressiva), ao conhecimento dos processos e fenômenos relacionados ao tema, levando-os também a uma sensibilização sobre nossa relação com o meio ambiente. Nessa abordagem de ensino-aprendizagem todos participam do processo de

aquisição do conhecimento uma vez que uma das regras é conectar o conhecimento prévio do aluno com o conteúdo e cada aula deve estabelecer uma conexão uma com a outra para fornecer uma reconciliação integradora entre os conteúdos, favorecendo a aprendizagem significativa.

Somando o potencial de uma UEPS na promoção da aprendizagem significativa, o professor pode explorar as emoções, a dinâmica e integração dos alunos em sala através de um recurso lúdico, por exemplo uma paródia. A paródia é um produto educacional lúdico importante para motivar o aluno e se predispor a aprendizagem, contribui para o desenvolvimento da leitura e postura investigativa e reflexiva, exercício da linguagem escrita e falada, conjunto de habilidades previstas pelos PCN's (1998). Além disso, é, potencialmente, um meio para se alcançar sucesso no aprendizado, já que as letras são previamente selecionadas e abordam os conceitos a serem aprendidos pelos alunos (FÉLIX, SANTANA E JÚNIOR, 2014), igualmente facilita a assimilação e memorização de nomes científicos e palavras chaves (SILVA et al. 2014).

A unidade de ensino potencialmente significativa descrita neste artigo tem como objetivo trabalhar, numa abordagem interdisciplinar, uma temática polêmica e atual que é a água e as problemáticas que a envolvem, tais como poluição, seu uso inconsciente e crise hídrica. A história humana comprova o uso deste recurso a favor do desenvolvimento tecno-científico o qual resulta num conjunto de ações inconsequentes e precipitadas de formas de exploração da natureza. Isso gera problemas os quais refletem no homem bem como nos demais organismos que formam a biosfera.

METODOLOGIA

A unidade de ensino potencialmente significativa descrita neste artigo foi desenvolvida como instrumento avaliativo requisitado nas disciplinas de Instrumentação para o ensino de ciências e biologia II e Química para o ensino de ciências, componentes obrigatórios do currículo de licenciatura plena em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. A proposta foi criar uma UEPS temática, envolvendo conceitos de biologia como importância da água nos seres vivos, ciclo da água, tipos de poluição e doenças de veiculação hídrica, como também conceitos de química como substâncias e misturas e processos de separação de misturas.

O tema proposto para a unidade didática apresentada neste artigo foi Poluição Hídrica, integrando biologia e a química na construção do conhecimento. O tema foi escolhido mediante a relevância que a água possui nos diversos processos biológicos, um composto químico fundamental a todos seres vivos, bem como, em meio a preocupação do ser humano em relação às suas próprias atitudes ao meio ambiente, a busca da construção de uma nova mentalidade a respeito do uso sustentável dos recursos naturais. A sequência didática “Poluir não, preservar é a solução” dentro da temática da poluição hídrica foi dividida em 5 etapas de acordo com os passos recomendados por Moreira (2011), tem como público-alvo turmas de 9º ano do Ensino Fundamental II e é composta de um total de 11 aulas com duração de 50 minutos cada aula.

RESULTADOS

A elaboração dos conteúdos desta UEPS se baseia na categorização de Zabala (1998) dos conteúdos em conceituais, procedimentais e atitudinais. Os conteúdos conceituais são definidos como o “aprender a conhecer”, a base teórica, os conceitos científicos da sequência neste caso. Os conteúdos procedimentais, definidos como o “aprender a fazer” são a prática do que é visto conceitualmente, é o desenvolvimento das habilidades e competências dos alunos nas atividades propostas e nas relações sociais; Já os conteúdos atitudinais é o “aprender a ser”, fazendo referência a mudança atitudinal do sujeito frente ao que lhe é proposto, uma reflexão seguida de sensibilização e conscientização, objetiva, portanto, a aprendizagem de valores e formação do aluno como cidadão que intervém para melhorar a realidade da sociedade em que está inserido.

Os conteúdos referentes a química são a diferenciação de uma substância simples e composta de uma mistura, característica da mistura homogênea e heterogênea; quais componentes inorgânicos fazem parte da água que encontramos nos mais diversos ambientes (oxigênio dissolvido, excretas nitrogenados, íons como carbonato e fosfato); processos de separação de mistura, em especial os que estão envolvidos diretamente no tratamento da água, como filtração, evaporação, decantação e flotação.

Já os conteúdos referentes a biologia envolvem a importância da água nos seres vivos, ciclo da água, quais componentes vivos podem ser encontrados na água, o que pode

tornar a água poluída, como diferenciá-la da potável; principais doenças de veiculação hídrica, sintomas, formas de contrair e prevenção, quais patógenos e vetores podem estar associados a elas. O enfoque será na amebíase e as doenças que tem o *Aedes aegypti* como vetor (dengue, Zica e Chikungunya). Por fim, processos como eutrofização e o bloom de algas em lagos e as consequências disto nos ecossistemas.

Os alunos compreenderão o potencial significativo de imagens e vídeo como textos visuais, não meramente, como formas de ilustração de textos escritos, extraindo deles, por meio da descrição do que veem, informações pertinentes à temática trabalhada. Os alunos deverão apropriar-se do conhecimento científico também através da leitura de textos de divulgação científica e da paródia os quais estimularão a leitura interpretativa e reflexiva, propiciando o exercício da argumentação e socialização de ideias. O uso do instrumento lúdico pode, ainda, despertar o uso da linguagem corporal na dança, ritmicidade e desinibição.

As atividades propostas ao longo do conjunto de aulas deverão levar os alunos a uma sensibilização acerca das atividades do homem ao meio ambiente e mal uso dos recursos hídricos. A reflexão sobre como a água é fundamental, sobre questões como a qualidade da água que ingerimos, as diversas formas de poluição das fontes de água, devem gerar uma consciência que provoque mudança atitudinal nos alunos no sentido de uma educação ambiental.

ETAPAS DA UEPS

A primeira etapa, composta de 3 aulas, corresponde ao passo de levantamento dos conhecimentos prévios e apresentação do conteúdo. Esta etapa tem como objetivos: compreender a água presente na natureza como uma mistura química, evidenciando seus componentes químicos; interpretar o ciclo da água dentro da relação com “água virtual”, desmatamento e o mau uso do recurso hídrico. Os alunos serão questionados com imagens (exemplo: como a água está presente no nosso ambiente? O que está presente na água? Qual a diferença de uma água tratada e uma não tratada?) que os levarão a discussões mais profundas por meio da descrição do que nelas estão presentes ao mesmo tempo em que o professor introduzirá o conteúdo específico, caracterizando o uso das imagens como organizadores prévios.

Na aula seguinte, o professor utilizará de um vídeo explicativo o qual tem ligação direta com a última pergunta da sequência, se a água irá acabar algum dia. O vídeo com o título de “Por que falta água no Brasil?” trabalha uma situação-problema inicial em cima de questões como o ciclo da água, água virtual, desmatamento e a crise hídrica no país. Nesta aula, o professor irá exibir apenas metade do vídeo e irá pausá-lo, fazendo o resgate do ciclo da água, processos de precipitação, infiltração e formação dos lençóis freáticos.

Na última aula desta etapa, o professor retomará o vídeo, exibindo-o até o final. O enfoque agora será o papel do homem na crise hídrica e a poluição dos corpos d’água, retomando questionamentos da primeira aula como “Quais seriam as causas de contaminação da água que a impossibilite ao consumo e a sobrevivência dos organismos que dependem do recurso?”. O professor deve introduzir o conceito de água virtual que é a água utilizada na produção dos bens de consumo, fazendo com que os alunos relacionem aos valores numéricos que o vídeo traz, bem como ajudá-los a enumerarem atividades humanas que afetam na escassez da água potável.

A segunda etapa, retomando as atividades enumeradas pelos alunos na aula passada, o professor deve introduzir e aprofundar o conteúdo sobre o que está presente na água. Assim, os objetivos desta etapa são: compreender a água presente nos mais diversos ambientes como uma mistura e não algo puro, diferenciando, quimicamente, substância de mistura. Realizar-se-á, para tanto, uma prática demonstrativa chamada de “microscópio caseiro” montada com seringa e laser em que os alunos poderão ver o que as amostras de água revelam. Devem anotar e desenhar em seus cadernos essas observações e discutirem em sala o que eles observaram.

Na última aula deve abordar os componentes químicos dessa água, os quais não são visíveis com a prática do microscópio caseiro. Assim os conceitos de substância simples, composta e mistura homogênea e heterogênea serão evidenciados, afirmando que a água na natureza é mistura de diversas substâncias as quais geralmente são associadas ao metabolismo dos seres que habitam nela, por isso estão presentes excretas nitrogenados, ureia, amônia, fosfatos, metais pesados etc.

Na terceira etapa, composta de duas aulas, os objetivos são: distinguir a poluição hídrica biológica e a química através das suas características, eutrofização e diminuição da concentração do oxigênio dissolvido para o ecossistema aquático. Por isso, serão salientadas as características de cada tipo de poluição, causas e consequências, fazendo uma conexão com o conteúdo da aula anterior em que foi apresentado como componente da água substâncias químicas como metais pesados, consoante ao passo sugerido da reconciliação integradora.

Na penúltima etapa, composta de 3 aulas, os objetivos são: conhecer as doenças de veiculação hídrica (sintomas, formas de contrair e de prevenir) tais como amebíases intestinais e as doenças nas quais o mosquito vetor utiliza da água para reprodução como dengue, zika e chicungunya; perceber a necessidade do tratamento da água para se tornar potável (estação de tratamento de água); e refletir sobre a interferência humana na contaminação dos mais diversos corpos d'água.

Nesse sentido, utiliza-se de uma atividade colaborativa que utiliza os textos de divulgação científica intitulados. Os textos são notícias que trazem, em sua maioria, o retrato da realidade local dos alunos, além de uma visão de profissionais da área da saúde no que diz respeito à contaminação da água e suas consequências. Após essa contextualização, o professor destacará a importância do tratamento da água, falando falará sobre os processos de separação de misturas, em especial, a filtração, evaporação, decantação e flotação. Realizando, por último, um jogo de verdadeiro ou falso sobre medidas de prevenção. Essa avaliação de caráter formativo busca a reconciliação integradora através da leitura dos textos.

A última etapa da sequência didática é a aplicação de um instrumento lúdico, segundo, aplicando os princípios da interação social e linguagem (Vygotsky; Gowin). Para esta aula, foi construído uma paródia da música “Você partiu meu coração”, interpretada por Nego do Borel, Anitta e Wesley Safadão (Figura 1). A proposta da paródia é que ela seja utilizada como uma forma de revisar o conteúdo estudado, a discussão em grupos mediante a leitura reflexiva e interpretativa de cada trecho com enfoque nas palavras-chaves. Para finalizar, o professor pedirá que cada grupo crie uma frase ou período que represente todo o conteúdo estudado na sequência.

Figura 1 – Paródia “Você precisa preservar”, composição Ana Glória

Você precisa preservar (Xô, poluição!)	Pois serve de vesículação Pra vários tipos de doenças	Só beba apenas a água filtrada Não jogue lixo nos rios e mares
Porque se não vai ter problema A água pode esgotar	Vê se então pensa!	Defecar na água é uma mancada
Muita atenção pra este tema Muita atenção!	Falando em poluição Os dejetos das indústrias, irmão	E nem tome banho onde é vetado (2x)
A água é uma substância Que nos dá satisfação	Lançados no oceano irão Desequilibrar o ecossistema	Vamos economizar E pensar na natureza
Coisas vivas e não vivas Estão nessa solução	E matar os “bichim”	E em tudo que ela nos dá Ser sustentável é uma beleza
No ambiente é uma mistura Para então não pode ser	Os efluentes se acumulam E causam a eutrofização	Pois seja, então!
Mas não precisa ter medo Tratando, pode beber	De algumas microalgas E sua reprodução	Você precisa preservar (Xô poluição!)
Mas quando tem poluição (Tem poluição!)	Os esgotos da cidade Ao cair no ribeirão	Porque senão vai ter problema A água pode esgotar
Nós enfrentamos um dilema	Favorecem os seres vivos Que nos causam infecção	Cada gota vale a pena Seja cidadão!

Fonte: elaborado pelos autores

AVALIAÇÃO

Para esta sequência didática, como sugere Moreira (2011), propõe-se um processo avaliativo contínuo, isto é, que se dá durante todo o tempo da implementação da UEPS, buscando evidências de aprendizagem significativa. Além disso, houve a elaboração de uma avaliação formativa através da atividade colaborativa a qual utilizou textos de divulgação científica (TDC). Os objetivos desta avaliação foram conhecer a realidade da contaminação dos recursos hídricos do RN; entender os riscos de tomar banho em áreas impróprias para tal atividade; estimular leitura de texto; refletir sobre a poluição dos recursos de água e exercitar a argumentação e socialização das ideias. A UEPS conta com uma avaliação de caráter somativo cujos objetivos são similares aos objetivos de cada etapa da sequência. Ao todo, a avaliação somativa contou com 10 questões de diferentes níveis de complexidade. As questões foram elaboradas com auxílio de um manual para elaboração de avaliações de Chaves e Arias (2003).

A avaliação da UEPS como proposta de ensino recorreu de uma elaboração de aula simulada desenvolvida na disciplina de Química para o Ensino de Ciências e avaliada por duas professoras orientadoras. A aula, composta de três momentos, simulou a última etapa da sequência didática, referente à aplicação do instrumento lúdico produzido. O

primeiro foi uma breve revisão dos conteúdos de biologia e química abordados nas etapas anteriores, em seguida, cantou-se a paródia “Você precisa preservar” e, por último, os alunos, divididos em grupos, tiveram que fazer uma análise da letra da música para construir uma frase que representasse todo conteúdo contemplado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E REFLEXÕES

O processo de elaboração de uma UEPS requer muito tempo de planejamento e exige, de quem constrói, uma pesquisa extensa, principalmente se a abordagem da temática envolver conteúdos de várias disciplinas. Percebemos a dificuldade de construí-la como também o instrumento lúdico. Desde a escolha da música inspiradora, ajuste de melodia até a finalização da nova letra, não poderia haver conceitos errados ou ambiguidades. Por outro lado, a confecção de uma sequência didática foi uma oportunidade de, por meio da prática, aplicar conteúdos contemplados de forma superficial ou puramente teórica no curso de licenciatura em Ciências Biológicas.

Conclui-se que a construção de uma unidade de ensino potencialmente significativa é um instrumento aliado do professor na construção de um bom planejamento de uma unidade didática, visto que seus princípios e passos norteadores, como demonstrados neste artigo, se preocupam diretamente com a aprendizagem significativa do aluno, considerando sua interação carregada de sentimentos, seguindo a perspectiva sócio-interacionista de Vygotsky, além da sua bagagem e historicidade (conhecimentos prévios).

AGRADECIMENTOS

Agradeço, pelas orientações para estruturação lógica e cumprimento da proposta desta UEPS, à professora Giulianna Paiva Viana de Andrade Souza, professora do Departamento de Bioquímica da UFRN, bem como também à Layana Alves de Moraes, monitora de docência assistida do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da UFRN.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais. Brasília: MEC. 1998.

CHAVES, L. F. M; ARIAS. E. H. Elaboração de avaliações – um manual para orientação aos professores do ensino de ciências da saúde da UFPA. 2003.

FÉLIX, G. F. R.; SANTANA, H. R. G.; OLIVEIRA JÚNIOR, W. A música como recurso didático na construção do conhecimento. *Cairu em Revista*. v.3, n. 4, p. 17-28. 2014.

Fernandes, Katya. Os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em correlação com os eixos temáticos dos PCNS. Disponível em:

<<http://www.webartigos.com/artigos/os-conteudos-conceituais-procedimentais-e-atitudinais-em-correlacao-com-os-eixos-tematicos-dos-pcns/35902/>>. Acesso em: 9 de junho de 2017.

GIACOMIN, George Scarpato; OHNUMA JR, Alfredo Akira. A Pegada Hídrica como Instrumento de Conscientização Ambiental. 2012.

Meirelles, Elisa. Como organizar sequências didáticas. Disponível em:<<https://novaescola.org.br/conteudo/1493/como-organizar-sequencias-didaticas>> Acesso em: 04 de maio de 2017.

MOREIRA. M. A. Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS. Potential meaning Teaching Units – PMTU. Instituto de física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2011.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. *Revista Ensaio*. v. 17. N. especial. P. 115 – 137. Universidade Federal de São Paulo. 2015.

NOGUEIRA, F. F; COSTA, I. A; PEREIRA, U. A; Análises de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás. Trabalho de conclusão de curso (TCC). Curso de engenharia civil e ambiental. Universidade Federal de Goiás. Brasil. Goiânia. 2015.

SILVA, L. A. et al. As águas verdes dos reservatórios do Rio Grande do Norte: o problema das cianobactérias e cianotoxinas. 2011.

Separação de misturas e seus métodos. Disponível em:

<http://www.explicatorium.com/cfq-7/tecnicas-separacao-misturas.html>.

SILVA, T. S. et al. Paródia como recurso didático no ensino de biologia. Universidade Federal de Pernambuco. 2014.

CAPÍTULO 5

PESQUISAS EM SUSTENTABILIDADE NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UM RETRATO DA DESIGUALDADE NO BRASIL

Rodrigo Acácio Matos de Araújo

Maria Regina Dubeux Kawamura

Resumo: Nas últimas décadas, a questão da sustentabilidade vem ganhando destaque no campo da educação ambiental. Nesse sentido, buscamos investigar, utilizando uma pesquisa do tipo Estado da Arte, como tem evoluído sua presença em dissertações e teses da área. Para isso, utilizamos um banco de dados específico, analisando sua produção entre 1998 e 2012. Foi investigada a distribuição das teses e dissertações em função da localização geográfica, perfil dos autores e tipos de instituição em que se desenvolveram. De forma geral, constatou-se que a evolução do interesse por esse tema segue os mesmos parâmetros do conjunto geral das pesquisas da área, em termos de distribuição e perfil de autores, retratando a desigualdade do Estado brasileiro. Ao mesmo tempo, observou-se que a sustentabilidade não impacta significativamente nas temáticas da educação ambiental, mantendo-se em torno de 10% do total das pesquisas investigadas.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável, Educação ambiental, Estado da Arte, Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Ao fazermos uma evolução histórica da Educação Ambiental (EA), no Brasil, verificamos o aumento considerável do número de programas de pós-graduação, que pesquisam a educação ambiental. Kawasaki e Carvalho (2009) constataam o crescimento numérico das pesquisas em EA. Seguindo a tendência, Carvalho et al. (2009) evidenciam o aumento do número de trabalhos produzidos no período de 1999 ao ano de 2009, destacando o uso constante de metodologias qualitativas.

Entre as temáticas pesquisadas, o conceito de sustentabilidade tem conseguido bastante notoriedade, ganhando maior evidência a partir dos anos 2000. Contudo, em nosso cotidiano, verificamos a aplicação do conceito de sustentabilidade em diversos contextos, por profissionais das mais diferentes áreas, muitas vezes dentro de uma perspectiva predominantemente ecológica. Desse ponto de vista, destoa da Educação Ambiental, pois a mesma, enquanto processo complexo promove a sustentabilidade.

Muitas vezes, a sustentabilidade fica restrita a uma visão naturalista, conservacionista, fragmentada. Esta visão se distancia das ideias de Capra (1982), autor cujo trabalho nos remete a uma visão sistêmica, destacando a interdependência de fatores sociais, culturais, ambientais e econômicos.

Não obstante, esta visão reducionista do conceito de sustentabilidade, também se distancia da complexidade ambiental, proposta por Leff (2001), que destaca a importância da compreensão crítica da temática ambiental.

Diante desse quadro em que concepções de sustentabilidade assumem diferentes sentidos, nosso projeto de doutoramento tem investigado como tem evoluído a aproximação às questões decorrentes dessas concepções no âmbito da educação ambiental.

Nesse sentido, consideramos que construir o perfil dos autores e das instituições, bem como, dos tipos de pós-graduação que investigam como a sustentabilidade tem sido abordada nas pesquisas em educação ambiental pode trazer importantes contribuições para o ensino de ciências. Conhecer os pesquisadores da temática sustentabilidade, e mapear as suas produções, permitem avaliar o impacto da pesquisa em sustentabilidade na educação ambiental.

Estão sendo objetos de nossa pesquisa as teses e dissertações produzidas pelos diversos programas de pós-graduação no Brasil, que estão disponíveis no Banco de Dados de produções relacionadas à educação ambiental, EArte.net.

Isto posto, questiona-se: como as pesquisas em educação ambiental relacionadas à sustentabilidade têm sido distribuídas entre as regiões brasileiras? Quais os tipos de pós-graduação associadas a estas pesquisas? Qual o perfil dos autores das teses e dissertações selecionadas?

OBJETIVO

Analisar a evolução e a distribuição das pesquisas em educação ambiental relacionadas à sustentabilidade por regiões brasileiras, bem como construir um perfil preliminar dos autores e dos tipos de pós-graduação destas pesquisas.

PESQUISA DO TIPO ESTADO DA ARTE

A pesquisa do tipo Estado da Arte, também conhecida como Estado do Conhecimento, tem um caráter bibliográfico, e pode ser utilizada para mapear, inventariar, discutir, ou descrever, uma determinada produção acadêmica. A análise pode ter como objeto teses, dissertações, artigos, anais de congresso, etc.

Segundo Spink, (1996, p.167) “Uma exposição sobre o nível de conhecimento e desenvolvimento de um campo ou questão”.

Dessa forma, a pesquisa do tipo estado da arte pode ser realizada nas diferentes áreas de conhecimento, proporcionando um conhecimento amplo sobre as produções acadêmicas realizadas em congressos, programas de pós-graduação, revistas especializadas, entre outros, permitindo fazer inferências tais como o perfil dos autores, a distribuição por região, as temáticas mais frequentes, os aspectos metodológicos, etc.

A pesquisa do tipo estado da arte foi descrita por Ferreira (2002), da seguinte forma:

Nos últimos 15 anos, no Brasil e em outros países, tem se produzido um conjunto significativo de pesquisas conhecidas como “estado da arte” ou “estado do conhecimento”. Definidas como de caráter bibliográfico, elas parecem trazer em comum o desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados

em diferentes épocas e lugares, de que forma e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos, e comunicações em anais de congressos e sem

(FERREIRA, 2002)

Neste sentido, podemos nos remeter as ideias de Cachapuz (2008) que afirma que o estado da arte da pesquisa em ensino de ciências permite:

Uma melhor caracterização da área e sugerir pontos de reflexão que permitam uma maior e melhor compreensão da natureza do conhecimento que a Pesquisa em Ensino de Ciências produz, ao mesmo tempo, que pode contribuir para impulsionar reorientações e prioridades a serem adotadas pela mesma.

(CACHAPUZ et al., 2008)

ESTADO DA ARTE DA PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A produção acadêmica sobre Educação Ambiental no Brasil é muita extensa. Diante deste cenário, nos últimos anos, temos muitas produções do tipo estado da arte, que permitiram analisar trajetória, tendências, lacunas e controvérsias da pesquisa brasileira na área.

Fracalanza Et Al. (2005), apresentou um relato de aspectos da produção acadêmica, caracterizando a importância do estado da arte para realizar estudos analíticos da produção de teses e dissertações. O autor ressaltou o número de trabalhos referenciados, sua distribuição por instituições produtoras e anos de produção.

Os autores afirmam:

No Brasil, diversas e variadas instituições se dedicam ao desenvolvimento de ações e pesquisas na área ambiental. Estas, usualmente, se concentram em Instituições de Ensino Superior (IES), Centros de Pesquisa ou Organizações Não Governamentais (ONG's). Desde o início deve ser esclarecido que a pesquisa em Educação Ambiental é diferente da pesquisa realizada na área ambiental. (FRACALANZA ET AL., 2005).

Nesta perspectiva, Reigota (2007), faz uma análise de mais de 280 produções de pesquisa como tese de livre-docência, teses de doutorado e dissertações, no período de

1984 a 2002. Foram utilizadas para consulta dissertações e teses defendidas nos departamentos de Educação, Ecologia, Saúde Pública, Educação Ambiental, entre outros.

Seguindo a tendência, Kawasaki e Carvalho (2009), ressaltam o crescimento numérico das pesquisas em EA, no Brasil. Neste trabalho, os autores apresentam dados provenientes de artigos produzidos por alguns convidados sobre tendências e perspectivas para a pesquisa em Educação Ambiental.

Na mesma linha, Carvalho et al. (2009) evidencia o aumento do número de trabalhos produzidos no período de 1999 ao ano de 2009. As produções analisadas do ponto de vista metodológico, em sua maioria, fazem uso de abordagens qualitativas, orientadas, muitas vezes, por uma ação colaborativa. Os autores verificaram a predominância das mulheres em relação aos homens, entre os autores das teses e dissertações.

Outro aspecto bastante significativo em relação à pesquisa em EA no Brasil que, de certa forma, acompanha a tendência da pesquisa em geral e na área da Educação, em particular, é a concentração de trabalhos realizados em determinadas regiões geográficas do país e oriundos do sistema universitário público e, neste, o sistema nacional de pós-graduação, o “lócus” privilegiado para a produção da pesquisa no país. (Carvalho et al., 2009)

Carvalho et al. apud Fracalanza (2009), afirma que as regiões sudeste e sul respondem por 86% da produção de conhecimentos em EA na pós-graduação. A maioria da produção acadêmica é oriunda de universidades públicas.

As produções realizadas nas reuniões da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPEd), nos Encontros da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (ANPPAS) e nos Encontros de Pesquisa em Educação Ambiental (EPEA), também tem sido objeto de pesquisa do tipo estado da arte. Carvalho e Farias (2011), utilizando as produções das reuniões da ANPPAS (2002, 2004, 2006 e 2008), também enfatizam a predominância da pesquisa em algumas regiões do Brasil.

Carvalho e Farias (2011), analisando as produções oriundas das reuniões do GT de EA da ANPEd (2003 a 2009) também ressaltam a predominância da pesquisa em educação

ambiental em instituições públicas, com predominância de autores do sexo feminino (67%) sobre o masculino (33%).

Como observado, a pesquisa do tipo estado da arte da educação ambiental, tem sido contemplada por diversos autores, em vários programas de pós-graduação no Brasil.

METODOLOGIA E ESTRATÉGIAS

Dentro desse quadro, para construir o perfil dos autores das dissertações e teses, bem como, das instituições onde essas pesquisas foram produzidas, estamos utilizando dados puramente estatísticos, caracterizando uma abordagem quantitativa, porém com uma interpretação qualitativa destes dados.

INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada através de um levantamento bibliográfico em um banco de dados específico de teses e dissertações relacionadas à educação ambiental, o "Projeto EArte". O Projeto EArte (Estado da Arte da Pesquisa em Educação Ambiental no Brasil, disponível em: <http://www.earte.net>, acesso em 13 dez 2017) é fruto da iniciativa do Professor Dr. Hilário Fracalanza, e outros colaboradores, a partir do projeto "O que sabemos sobre educação ambiental no Brasil: análise da produção acadêmica".

Inicialmente foi desenvolvido pelo Grupo FORMAR ciências (UNICAMP-Cedoc) com o apoio da CAPES. O projeto foi retomado em 2008, com as contribuições da UNESP Rio Claro, a UNICAMP e a USP-Ribeirão Preto.

A escolha do EArte se justifica pelo interesse na análise de teses e dissertações, que expressam as pesquisas em educação ambiental. O banco de dados pode ser acessado pela utilização de alguns descritores, que viabilizam uma coleta de dados mais objetiva. Além disso, o banco abrange a produção de pesquisas de todo o Brasil.

A opção de teses e dissertações como material para análise se justifica pela limitação de espaço imposta pelo formato de artigo, o que pode não explicitar suficientemente uma determinada temática. Além disso, a atenção às teses e dissertações, também se justifica, na medida em que são origem de artigos posteriores.

A escolha de apenas esse banco é decorrência do mesmo já ter feito o trabalho de localizar as teses e dissertações da área da educação ambiental. No banco constam teses e dissertações selecionadas pelo Projeto concluídas no período de 1981 a 2012.

Dessa forma, optamos pela especificidade dos filtros título e palavras-chave. Como o filtro palavras-chave apresentou um número maior de teses e dissertações, esse foi a nossa opção final. Por fim, obtemos 126 fichas catalográficas que continham sustentabilidade entre as palavras-chave.

No entanto, em nossas leituras e discussões, verificamos que o termo sustentabilidade é um conceito neófito, mais utilizado a partir da metade da década passada. Portanto, verificamos que o termo Desenvolvimento Sustentável, é mais antigo, e muitas vezes utilizado como um termo similar. Diante disso, utilizamos o mesmo filtro (palavras-chave) para buscar o termo desenvolvimento sustentável, e encontramos 80 resultados. Por conseguinte, nossa amostra é composta por mais de 200 fichas catalográficas.

Principais resultados e algumas considerações preliminares

Nesta seção da pesquisa apresentamos alguns resultados da análise preliminar. Ressaltamos que os dados referentes ao ano de 2010, ainda não estão presentes na íntegra, pois está sendo objeto de verificação entre a CAPES (base de dados das teses e dissertações) e o EArte.

ANÁLISE DA PRODUÇÃO POR PERÍODO.

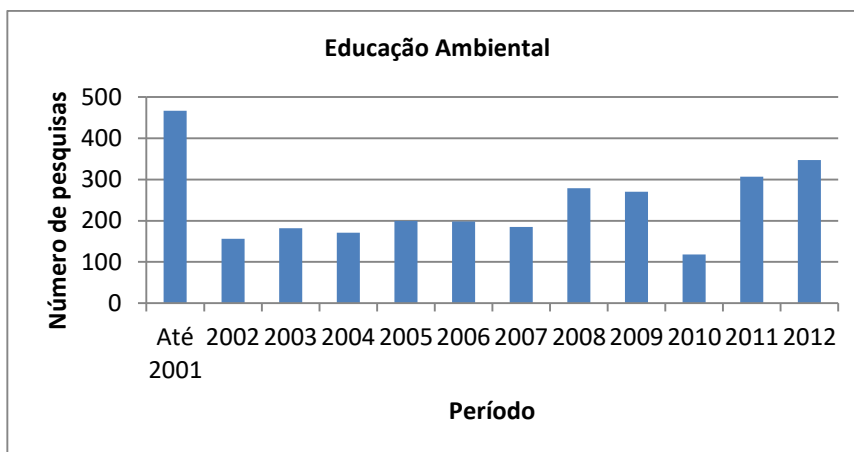
De acordo com o EArte, as pesquisas em educação ambiental têm apresentado uma curva de crescimento (ver gráfico 1), e esta curva também se aplica as pesquisas relacionadas à sustentabilidade e desenvolvimento sustentável (ver gráfico 2).

Kawasaki e Carvalho (2009), ressaltaram o crescimento numérico das pesquisas em EA, no Brasil. Neste trabalho, os autores apresentam dados provenientes de artigos produzidos por alguns convidados sobre tendências e perspectivas para a pesquisa em Educação Ambiental.

Em nossa opinião, a demanda da sociedade contemporânea por informações para os diversos problemas ambientais, além da presença da educação ambiental nos

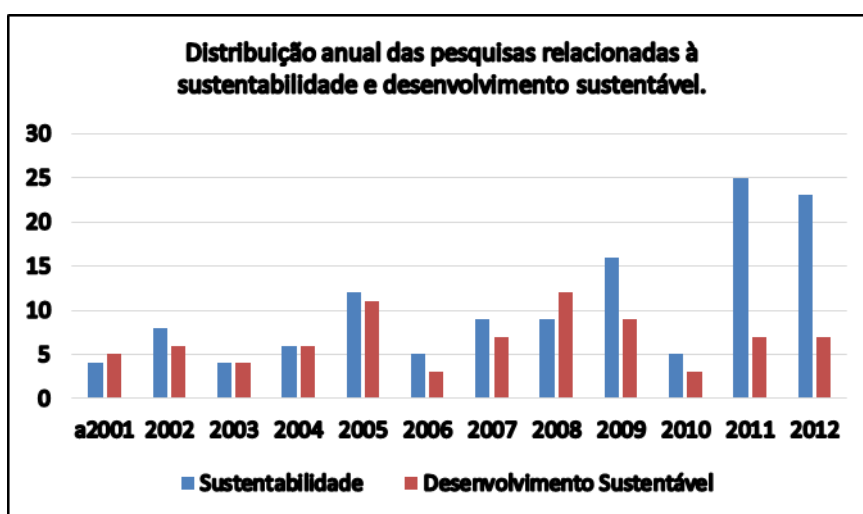
parâmetros curriculares e orientações curriculares como tema transversal, evidencia a necessidade de investigações acadêmicas sobre a temática.

Gráfico 1 – Número de pesquisas em educação ambiental distribuídas anualmente.



Fonte: construção do autor.

Gráfico 2 – Comparação do número de pesquisas em educação ambiental relacionadas à sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, distribuídas anualmente.



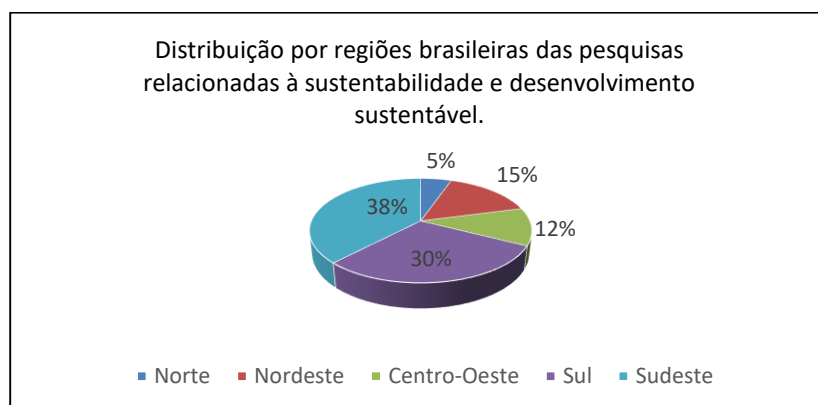
Fonte: construção do autor.

Do ponto de vista quantitativo, a atenção às questões da sustentabilidade e desenvolvimento sustentável também apresentam um crescimento, com algumas oscilações, mas mantendo-se em torno de 10% dos temas da área.

Distribuição das pesquisas por regiões do Brasil.

As pesquisas são realizadas, em sua maioria, por instituições de pesquisa das regiões sul e sudeste (Ver gráfico 3). O que nos leva a inferir que a pujança econômica e a concentração de universidades podem constituir uma relação direta.

Gráfico 3 – Distribuição das pesquisas relacionadas à sustentabilidade e ao desenvolvimento sustentável por regiões do Brasil.



Fonte: construção do autor.

Para Carvalho et al. (2009), no Brasil, a pesquisa em educação ambiental acompanha a tendência da pesquisa em educação. As pesquisas relacionadas à sustentabilidade e desenvolvimento sustentável seguem esta tendência.

Dessa forma, acreditamos que as teses e dissertações analisadas, seguem a tendência de concentração das pesquisas em instituições públicas, nas regiões sul e sudeste, e vale ressaltar que isto não é uma característica exclusiva das pesquisas em educação ambiental.

Rink e Megid Neto (2009) também enfatizam essa concentração. Os autores analisaram o site da CAPES, e verificaram que a maioria dos programas de pós-graduação do Brasil estão nas regiões sul e sudeste.

Fracalanza et al. (2005), já havia verificado esta concentração nas regiões sul e sudeste. No Grupo de Pesquisa FORMAR-Ciências da FE/Unicamp, com foco na produção acadêmica, realizada nos programas de pós-graduação no país, constituída por dissertações e teses, o autor verificou que as regiões sudeste e sul correspondem a mais de 80% da produção de conhecimentos em EA na pós-graduação.

Na nossa análise, constatamos uma predominância de instituições públicas. Tal inferência é coerente com o trabalho de Grandino e Tomazello (2007). Os autores identificaram que mais de 70% da produção acadêmica da área é proveniente de universidades públicas.

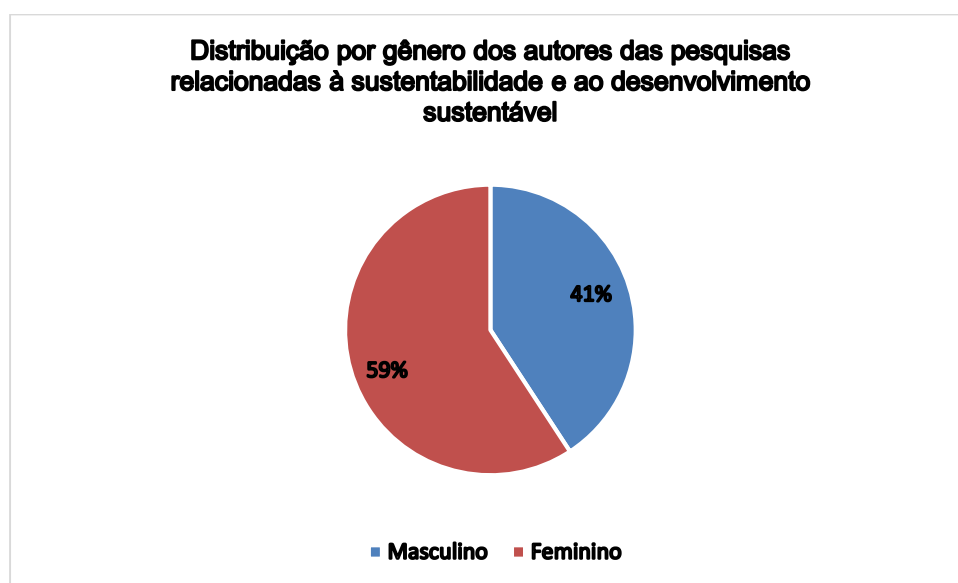
Em nossa opinião, este cenário nos parece um retrato da concentração populacional, da distribuição de renda e das desigualdades sociais entre as cinco regiões brasileiras. Os indicadores econômicos das regiões citadas são maiores do que os indicadores das regiões norte, nordeste e centro-oeste.

PERFIL DOS PESQUISADORES.

Entre os autores das teses e dissertações, constatamos uma maioria de mulheres, independentemente da temática. Isto fica evidenciado no gráfico 4.

Kawasaki e Motokane (2006) mapearam esta tendência analisando o perfil dos participantes do I Encontro de Pesquisa em Educação Ambiental (I EPEA). Os autores identificaram uma predominância de mais de 60% de mulheres em relação aos homens

Gráficos 4 – Distribuição, por gênero, dos autores (mestres e doutores) das pesquisas em educação ambiental relacionadas à sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.

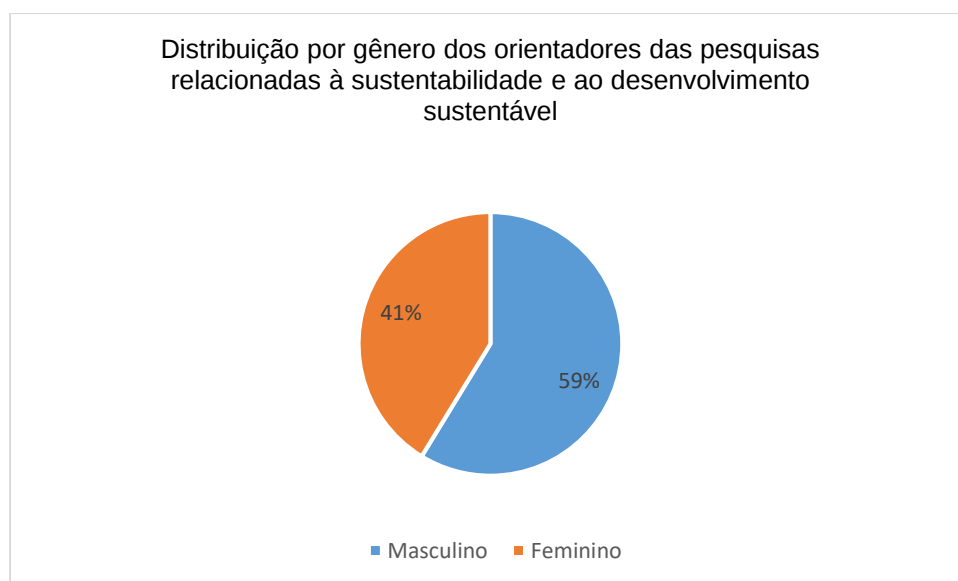


Fonte: construção do autor.

Carvalho e Farias (2011) enfatizam uma associação histórica das mulheres com o universo da educação. De acordo com as autoras, em meados da década passada, as mulheres correspondiam a 77% dos postos de trabalho na educação.

Todavia, ao analisarmos os dados relacionados aos orientadores, verificamos uma predominância de homens, com uma diferença percentual menor, em relação a diferença entre os autores das teses e dissertações. Ver gráfico 5.

Gráfico 5 – Distribuição, por gênero, dos orientadores das pesquisas em educação ambiental relacionadas à sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.



Fonte: construção do autor.

Apesar dos constantes avanços da nossa sociedade, e algumas conquistas das mulheres, os salários mais baixos, ainda são comumente associados ao universo feminino.

Em nossa experiência como professor, identificamos a predominância de mulheres na educação infantil e no ensino fundamental. No ensino médio, esta predominância diminui. Um aspecto bastante relevante para análise, é o fato dos profissionais do ensino médio apresentarem a maior média de remuneração da educação básica.

Embora as mulheres, nos últimos anos, tenham integrado os mais diversos espaços do mercado de trabalho, a desigualdade, é notória. Em nossa sociedade, apesar dos avanços, o trabalho da mulher é fortemente associado à educação e aos serviços sociais.

O gráfico 5 também evidencia que os profissionais do ensino superior (pós-graduação), que possuem uma remuneração diferenciada, em relação aos outros níveis de ensino, apresentam uma predominância do universo masculino.

TIPOS DE PÓS-GRADUAÇÃO.

Em regra geral, constatamos o maior número de mestrados (M – acadêmico ou profissional), em relação ao de doutorados (D), independentemente das temáticas (sustentabilidade e desenvolvimento sustentável).

O número de programas de doutorado, independente da área de pesquisa, é sempre bem menor nos programas de pós-graduação brasileiros. Nas pesquisas em educação ambiental, isto não parece ser diferente. Fracalanza et al. (2005), em sua amostra de 807 trabalhos, verificou que 58 deles, apenas, eram teses de doutorado.

Carvalho et al. (2009), por sua vez, verificou que o número de teses era pequeno (10% da produção) em relação ao número de dissertações. Tais fatos, comprovam que, apesar do aumento da produção, a pesquisa, no Brasil, ainda não foi efetivamente consolidada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em regra geral, verificamos que as pesquisas relacionadas à educação ambiental retratam as desigualdades inerentes ao Estado Brasileiro. A concentração de renda nas regiões Sul e Sudeste, por conseguinte a concentração de universidades públicas, são alguns destes aspectos relevantes.

Da mesma forma, as questões de gênero apresentadas neste relato de pesquisa, também nos parecem ser reprodução das desigualdades de gênero presentes em nossa sociedade. Apesar das conquistas recentes das mulheres, o mercado profissional ainda é bastante desigual.

Do que foi analisado, constatou-se que as pesquisas em educação ambiental relacionadas à sustentabilidade apresentaram, nas últimas décadas, a mesma tendência de crescimento, em relação às pesquisas em educação ambiental em geral. Sua contribuição percentual manteve-se, em média, um pouco abaixo de 10% dos trabalhos da área. Da mesma forma, acompanharam as mesmas tendências em distribuição geográfica e distribuição por gênero. É interessante observar, no entanto, que do ponto

de vista geográfico, foi analisado o local de produção das pesquisas, mas não o lócus de interesse das temáticas desenvolvidas.

Assim, ainda que com o crescimento, as pesquisas envolvendo sustentabilidade mantiveram um percentual mais ou menos estável em relação ao conjunto de preocupações das pesquisas em educação ambiental. Esse aspecto é interessante, na medida em que a educação ambiental engloba uma multiplicidade de abordagens e vertentes, algumas de caráter puramente ecológico, e vem se diversificando. Ou seja, a sustentabilidade, aparentemente, não passou a desempenhar nem um conceito aglutinador nem mesmo central, mas apenas uma perspectiva adicional na área. Nessa mesma direção, é interessante observar que também a concepção de sustentabilidade apresenta uma grande diversidade de compreensões. Diante dessa constatação preliminar, na continuidade da investigação, pretende-se aprofundar a questão de um ponto de vista mais conceitual.

REFERÊNCIAS

CACHAPUZ et al. Do estado da arte da pesquisa em educação em ciências: linhas de pesquisa e o caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”. Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.1, n.1, p. 27-49, mar. 2008.

CAPRA, F. O Ponto de Mutação. São Paulo: Cultrix, 1982, 447p

CARVALHO, I. C. M.; FARIAS, C. R. O. Um balanço da produção científica em educação ambiental de 2001 a 2009. Revista Brasileira de Educação (Impresso), v. 16, p. 119-134, 2011.

CARVALHO et al. Pesquisa em educação ambiental: panorama da produção brasileira e alguns de seus dilemas. Cad. Cedes, Campinas, vol. 29, n. 77, p. 13-27, jan./abr. 2009.

FERREIRA, N. S. de A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. Educação & Sociedade, São Paulo, ano 23, n. 79, p.257-272, ago. 2002

FRACALANZA, H. et al. A educação ambiental no Brasil: panorama inicial da produção acadêmica. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. Anais... Bauru: ABRAPEC, 2005. (CD-ROM).

GRANDINO, D.R.; TOMAZELLO, M.G.C. A pesquisa em educação ambiental no Brasil: período 2002-2005. Piracicaba: UNIMEP, 2007. (Relatório científico de pesquisa/iniciação científica).

KAWASAKI, C. S.; CARVALHO, L. M. de. Tendências da Pesquisa em Educação Ambiental. Educação em Revista, v. 25, n. 3, p. 143-157, dez. 2009.

KAWASAKI, C. S.; MOTOKANE, M. T. O perfil do pesquisador em educação ambiental: elementos para o estudo sobre a constituição de um campo de pesquisa em EA. *Pesquisa em Educação Ambiental*, São Carlos, v. 1, n. 1, p. 111-140, jul./dez. 2006.

LEFF, E. *Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. Rio de Janeiro: Vozes, 2001.

REIGOTA, M. A. dos S. O estado da arte da pesquisa em educação ambiental no Brasil. *Pesquisa em Educação Ambiental (UFSCar)*, v. 2, p. 33-66, 2007.

RINK, J.; MEGID NETO, J. Tendências dos artigos apresentados nos Encontros de Pesquisa em Educação Ambiental (EPEA). *Educação em revista*, Belo Horizonte, v. 25, n. 3, p. 235-263, 2009.

SPINK, P. Análise de documentos de domínio público. In: SPINK, M.J. (Org.). *Práticas discursivas e produção de sentido*. São Paulo: Cortez, p. 123-152, 1999.

CAPÍTULO 6

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROBLEMATIZADORA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Julia Maria Rezende Zão (Mestranda Em Educação Em Ciências E Matemática - UFRRJ)

Ana Cristina Souza Dos Santos (Departamento De Teoria E Planejamento De Ensino, IE -UFRRJ)

Resumo: Neste trabalho pretende-se analisar uma proposta de ensino problematizadora, desenvolvida com base nas concepções Freireanas de educação e nos três momentos pedagógicos. A problematização parte de um trabalho realizado com alunos de nono ano de uma escola particular localizada no município de Japeri, região da baixada fluminense do Estado do Rio de Janeiro. A partir desta problemática são trabalhados conteúdos de ciências, dando ênfase nos conceitos de reação de combustão, e são desenvolvidas atividades experimentais de cunho investigativo. Foi realizada uma análise do diálogo entre educador e educandos, que permitiu concluir que as atividades problematizadoras combinadas a atividades investigativas facilitam o desenvolvimento da dialogicidade nas aulas de ciências, tornando-as mais dinâmicas e possibilitando a construção de um novo conhecimento.

Palavras-chave: ensino de ciências; sequência didática problematizadora; atividades investigativas.

INTRODUÇÃO

Durante muito tempo o processo ensino-aprendizagem caracterizou-se por uma relação estritamente narradora, em que o educador transfere seu conhecimento para os educandos, que possuem papel de ouvintes e não participam ativamente deste processo. O educador “enche” os educandos com conteúdos e falsos saberes, que na maioria das vezes são desconexos da realidade e não fazem sentido para eles. Este tipo de relação educador-educando é classificado por Paulo Freire como “educação bancária”.

Para Freire a educação bancária é o reflexo da opressão, em que o oprimido (educando) mantém-se alienado e o opressor (educador) mantém-se em posição invariável. Para que os oprimidos saiam desta realidade alienada torna-se necessário uma ação libertadora, que através da reflexão seguida da ação, deve transformar a dependência do oprimido em independência. Esta ação que irá gerar a independência dos educandos deve partir da conscientização através da dialogicidade, caracterizando a educação problematizadora, em que ambas as partes, educadores e educandos, participam do processo ensino-aprendizagem como sujeitos ativos, construindo um saber crítico e promovendo a emancipação do educando, de forma a lhe fornecer condições para pensar sua realidade e transformá-la, tornando-o um cidadão ativo socialmente.

Dessa forma, a educação bancária e a educação problematizadora revelam-se como práticas antagônicas, “a primeira assistencializa e a segunda, critica”. (FREIRE, p.83, 2005).

Com o intuito de introduzir a concepção educacional de Paulo Freire na educação formal em ciências, uma vez que estas foram desenvolvidas para a educação informal, Delizoicov et al (1994, 2002) definiram “Os três momentos pedagógicos”: 1) problematização inicial; 2) organização do conhecimento; e 3) aplicação do conhecimento.

Na problematização inicial são apresentados problemas que fazem parte do cotidiano dos alunos, e estes são convidados a expor suas opiniões e conceitos sobre estas situações, levando-os a reflexão sobre o problema, despertando o interesse para as

situações proposta, fazendo com que sintam a necessidade de conhecer mais sobre o assunto e que queiram obter conhecimentos que ainda não possuem.

A organização do conhecimento é o momento em que os conceitos científicos necessários para a compreensão do problema inicial são estudados, levando em consideração os conteúdos específicos de cada série.

A aplicação do conhecimento é o momento em que os alunos utilizarão os conceitos científicos que foram incorporados para interpretar a situação problema inicial e também para compreender outras situações do cotidiano. O professor deve desenvolver atividades que demonstrem a construção do conhecimento.

Esta pesquisa justifica-se pela importância de introduzir a problematização no Ensino de Ciências, a fim de construir um saber mais crítico. Dessa forma, é realizada uma sequência didática problematizadora para trabalhar conteúdos de nono ano, utilizando-se de atividades investigativas para desenvolvimento da dialogicidade.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo analisar uma proposta de ensino, baseada nas concepções Freireanas de educação e nos três momentos pedagógicos, que parte da problematização de uma determinada realidade e inserir as atividades experimentais em uma perspectiva investigativa.

METODOLOGIA

O ponto de partida desta pesquisa foi um trabalho realizado com os alunos de duas turmas de nono ano do Colégio Cenecista Professora Lina Monte Mór, uma escola particular localizada no Município de Japeri, região da baixada fluminense do Estado do Rio de Janeiro.

Inicialmente foi pedido aos alunos que fotografassem aspectos, que na opinião deles, fossem positivos e negativos na cidade. Este trabalho foi realizado com intuito de conhecer um pouco mais a realidade dos alunos, o meio no qual estão inseridos e como percebiam/sentiam essa realidade.

Chamou a atenção o fato da maioria dos alunos fotografarem como ponto negativo o lixo espalhado pela cidade, mesmo sendo estes alunos moradores de diferentes localidades do bairro.

Com o intuito de trabalhar essa problemática de tamanha importância ecológica e social, propõe-se uma sequência didática de cinco aulas baseadas nos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov et al (1994, 2002).

AULA 1 - PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

A aula 1, que é a etapa da problematização inicial, aborda as causas e as consequências do problema que motivou a pesquisa; e objetiva levar os alunos a refletirem seus hábitos de consumo. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre a problemática, e o professor será um mediador, que por meio de perguntas e argumentos fará com que os alunos sintam a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém.

A proposta desta aula, de duração de 50 minutos, é refletir as principais causas do acúmulo de lixo na cidade, os problemas gerados, a melhor forma de realizar o descarte do lixo e a origem dos materiais que compõem esse lixo. Para a sua realização os alunos foram divididos em grupos, para juntos refletirem sobre as questões propostas. Ao fim da aula cada grupo apresentou suas ideias.

AULAS 2, 3 E 4 - ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Esta é a etapa em que são trabalhados os conhecimentos teóricos necessários para o entendimento do problema inicial. Este momento foi dividido em três aulas de 50 minutos de duração.

A proposta destas aulas é identificar do que são compostos os objetos utilizados no cotidiano, sua principal composição, propriedades e também discutir a respeito dos métodos de descarte menos prejudiciais ao meio ambiente.

Para identificação dos materiais mais utilizados no cotidiano, pediu-se que os alunos observassem o lixo produzido durante o recreio. Foi possível perceber que grande parte é formado por plásticos, mas de características e propriedades bem diferentes. Propôs-se uma discussão sobre esses diferentes tipos de plásticos buscando identificá-los a

partir de uma numeração registrada nesses materiais. Em seguida, realizou-se duas atividades experimentais que diferenciam esses materiais por suas propriedades, em especial a densidade.

Na aula 2 foram apresentados aos alunos as diferentes formas de tratamento do lixo e os prós e contras de cada um. Os alunos observaram fotos de lixões, aterros sanitários, incineradores, coletas seletivas, e outros. Ao fim da aula, pediu-se que os alunos montassem maquetes dos principais métodos de descarte do lixo. O trabalho foi realizado em casa.

Com base no método de incineração, foram realizados na aula 3 dois experimentos, para observação da reação de combustão.

Vela sem ar: O experimento consistiu em acender uma vela e colocar um copo em cima desta, cronometrando o tempo que levou para apagar. Por meio deste experimento é possível observar que para a reação de combustão ocorrer é necessário que haja um comburente, que é o gás oxigênio. Quando a vela é tampada a quantidade de oxigênio é limitada, sendo insuficiente para manter a reação, mas no caso em que o copo maior é utilizado a reação demora um pouco mais para se extinguir.

Conservação das massas: Sobre uma balança de arame, foi realizada a queima de um pedaço de palha de aço e um pedaço de papel. O objetivo deste experimento é o entendimento do conceito de combustão enquanto reação química, mantendo a conservação das massas.

Ao fim da aula, para melhor compreensão dos dois últimos experimentos, foi trabalhado o texto “Combustão: Duas interpretações diferentes – BELTRAN, N. O. Revista de Ensino de Ciências n.19, 1987.

AULA 5 – APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

Neste momento os alunos utilizam os conceitos científicos estudados na etapa de organização do conhecimento para interpretar a situação problema inicial e também para refletir e compreender outras situações do cotidiano.

Cada aluno redigiu um pequeno texto a respeito do que eles fariam para melhorar a cidade em que vivem, e como poderiam diminuir o lixo espalhado e seus impactos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As aulas desta sequência didática foram gravadas e transcritas, a fim de não perder nenhuma parte do diálogo. Para a realização da discussão neste artigo, serão selecionadas algumas falas consideradas importantes, e serão dados aos alunos nomes fictícios. Daremos destaque neste trabalho às discussões relacionadas às concepções dos alunos no que se diz respeito às reações de combustão.

A primeira etapa da sequência didática, denominada problematização inicial, caracterizou-se por uma discussão realizada entre os alunos mediada pela professora. Já nesta etapa, os alunos foram questionados sobre a queima do lixo, se esta seria uma forma correta de descarte, a fim de fazê-los refletir sobre os problemas gerados por esta ação.

Todos os grupos concordaram que esta não é uma forma correta de acabar com o lixo da cidade, mas é possível perceber que alguns alunos possuem dúvidas a respeito do que ocorre com o lixo quando ele é queimado, classificando os produtos da queima apenas como “fumaça” e até mesmo afirmando que ao entrar em combustão o lixo “evapora”.

Professora: Mas vocês acham que quando a gente coloca fogo no lixo ele some?

Tatiane: Não. Ele evapora.

Professora: Por que você acha que queimar não é uma boa ideia?

Anderson: Porque não. Faz fumaça, causa efeito estufa e um monte de doenças.

Com o intuito de apresentar aos alunos as condições necessárias para a ocorrência de uma reação de combustão, os diferentes produtos que podem ser obtidos nesta reação e abordar a Lei da Conservação das Massas, foram realizados dois experimentos.

O primeiro experimento consistiu em acender uma vela e tampá-la com um copo observando que esta não demora a apagar. Este experimento objetivou a observação do fenômeno de combustão e identificação dos componentes essenciais para ocorrência do fenômeno.

O segundo experimento consistiu na pesagem de um pedaço de palha de aço antes e depois de sua queima. A pesagem foi feita com o auxílio de uma balança de arame e

pratinhos de alumínio. Logo após foi realizada a queima de uma folha de papel para que os alunos pudessem comparar a combustão dos dois materiais, destacando as diferenças observadas.

Experimento 1

Professora: Uma coisa que vem à tona quando falamos de queima do lixo são os gases liberados neste processo. Vocês sabem quais gases são produzidos?

Vozes: Não! Ah! É o gás carbônico!

Tatiane: Eu acho que é o gás carbônico.

Katherine: Quando queima a floresta produz gás carbônico.

Professora: Para a queima ocorrer é necessário ter algumas coisas. Por exemplo, eu vou acender essa vela aqui. A vela é feita de parafina. O combustível da vela é a parafina (...). Observem, se eu tampar o que vai acontecer depois de um tempo?

Vozes: Vai apagar.

Professora: Apagou. Por quê?

Pedro: Porque acabou o oxigênio.

Professora: Então, para acontecer uma reação a gente precisa de um reagente, não é isso? Neste caso, a gente tem a parafina. E vocês acham que o oxigênio também seria um reagente dessa reação?

Vozes: Sim!

Professora: Isso mesmo! Mas o oxigênio não acabou, a concentração apenas diminuiu, não sendo o suficiente para manter a reação ocorrendo.

Prática 2

Professora: A palha de aço é uma liga de ferro e carbono, mas a maior parte é de ferro. Quando a gente queima o ferro o que vocês acham que acontece?

Alunos: Não sei...

Professora: Vocês acham que o pedaço queimado vai ficar mais leve ou mais pesado?

Alunos: Mais leve!

Professora: Mais leve?

Vozes: Não! Espera aí! Vai ficar mais pesado.

Professora: Por que?

Thayanne: Ah professora! Se você vai queimar vai liberar algum gás.

Alunos: Pesado!

Professora: Por quê?

Roberta: Porque vai liberar oxigênio.

Professora: Vai liberar o oxigênio e vai ficar mais pesado?

Katherine: Não sei. Não sei de nada.

Thayanne: Vai ficar mais denso.

Pedro: É porque fica duro.

Professora: Quando queimamos a folha, ela fica mais pesada ou mais leve?

Alunos: Mais leve.

Professora: Por que?

Thayanne: Por causa do material.

Katherine: Porque ela vai sumir.

Professora: Mas porque a folha some? Será que ela some mesmo, ela se transforma em nada?

Katharine: Não. Ela queima. Vai queimando.

Na sequência destacada acima foram realizadas investigações a partir da observação dos fenômenos. No primeiro experimento os alunos observaram a queima da vela e a importância do oxigênio para o acontecimento desta reação. Quando a vela foi tampada com um copo eles perceberam que esta apagou, concluindo então que o oxigênio é fundamental para que a combustão ocorra, sendo este um reagente da reação juntamente com a parafina.

No segundo experimento as investigações continuaram possibilitando a percepção de que nem toda reação de combustão produz os mesmos produtos. Neste experimento a

professora queimou um pedaço de papel e um pedaço de palha de aço para que os alunos pudessem perceber a diferença existente entre essas duas reações. Durante a queima da folha de papel eles perceberam que está “some”, e quando questionados pela professora eles afirmam que “ela vai queimando”. Com relação à palha de aço, a maioria afirma que após a queima o peso irá aumentar, mas eles não conseguem chegar a uma conclusão sobre o porquê deste acontecimento, mas conseguem constatar que os diferentes produtos formados devem-se à diferença na composição de cada material.

É recorrente essa percepção de que após a combustão o material queimado “some”, pois os alunos possuem conhecimentos construídos pelo senso comum. Quantas vezes não vimos nossos pais ou avós queimarem documentos antigos ou coisas que não seriam mais úteis para “livrar-se deles”. Esta ação remete à ideia de que todo o material após ser queimado some, ou seja, deixa de ser matéria, e os gases formados durante a queima não são percebidos como matéria, uma vez que na percepção do “senso comum” estes não apresentam massa e nem volume. Dessa forma, “o senso comum é uma forma socialmente construída de descrever e explicar o mundo”. (DRIVER ET AL, 1999)

Ao fim do experimento os alunos não conseguiram chegar a uma conclusão a respeito do porquê da diferença de massa observada nas duas reações de combustão. A partir de observações não é possível explicar alguns fenômenos, uma vez que a matéria é constituída de átomos e esses se recombinaem para formar novas substâncias, e não é possível visualizar essas transformações. Isso ocorre com muitos conceitos utilizados na ciência, que não são simples conceitos, são construções criadas através de grandes e exaustivas pesquisas. Esses conceitos não são de fácil compreensão ao aluno e “difícilmente serão descobertos por indivíduos através de suas próprias observações do mundo natural” (DRIVER ET AL, 1999). Por isso, cabe ao professor realizar a mediação entre conhecimento científico e os alunos.

Para realizar esta mediação foi trabalhado o texto “Combustão: Duas interpretações diferentes” de Nelson Orlando Beltran (anexo 2). O texto aborda as duas teorias desenvolvidas para explicar o fenômeno da combustão.

A primeira, a teoria do flogístico desenvolvida por Stahl (1660-1734), defendia que os corpos combustíveis possuíam um constituinte comum, ao qual ele classificou como

flogístico, e quando queimados estes materiais perdiam este constituinte, que se desprendia. Para Stahl, os corpos não combustíveis eram isentos de flogístico, por isso não eram capazes de realizar a combustão.

Essa teoria não era capaz de explicar o aumento da massa dos metais ao entrarem em combustão, dessa forma, esta teoria foi abandonada, sendo atualmente utilizada a teoria de Lavoisier, mais conhecida como a Lei da Conservação das Massas. Segundo Lavoisier, a massa se conserva durante a reação, sendo a massa dos reagentes igual a massa dos produtos.

No caso da folha de papel, esta fica mais leve devido aos produtos gasosos formados, que são dissipados para a atmosfera. Já na queima dos metais, como o ferro da palha de aço, o oxigênio é incorporado formando o óxido de ferro, que é sólido, justificando o aumento de peso.

O artigo trabalhado possibilitou aos alunos a compreensão de que a ciência percorre longos caminhos até chegar nos conceitos estudados nos dias atuais, e que a origem desses conceitos muitas vezes parte de concepções “ingênuas”, mas que estavam totalmente dentro dos conceitos científicos da época, e são fundamentais para o avanço científico.

CONCLUSÃO

As atividades problematizadoras combinadas a atividades investigativas facilitam o desenvolvimento da dialogicidade nas aulas de ciências, tornando-as mais dinâmicas e atraentes aos olhos dos educandos.

A partir da análise do diálogo entre educador e educandos, é possível identificar que os alunos possuem concepções previamente construídas pelo senso comum que são contrariadas no decorrer das observações dos fenômenos e argumentações feitas pela professora. O professor não se limita ao papel de transmissor do conhecimento, pelo contrário, ambos os sujeitos são ativos no processo ensino-aprendizagem, construindo, a partir desta troca, o novo conhecimento.

REFERÊNCIAS

BELTRAN, N.O. Combustão, duas interpretações diferentes. Revista de Ensino de Ciências, n. 19, p.47-51, out. 1987.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A. Metodologia do Ensino de Ciências. São Paulo: Cortez Editora, 1994.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. e SCOTT, P. Construindo conhecimento científico em sala de aula. Química Nova na Escola, n. 9, p. 31-40,1999.

FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. São Paulo, 2005.

CAPÍTULO 7

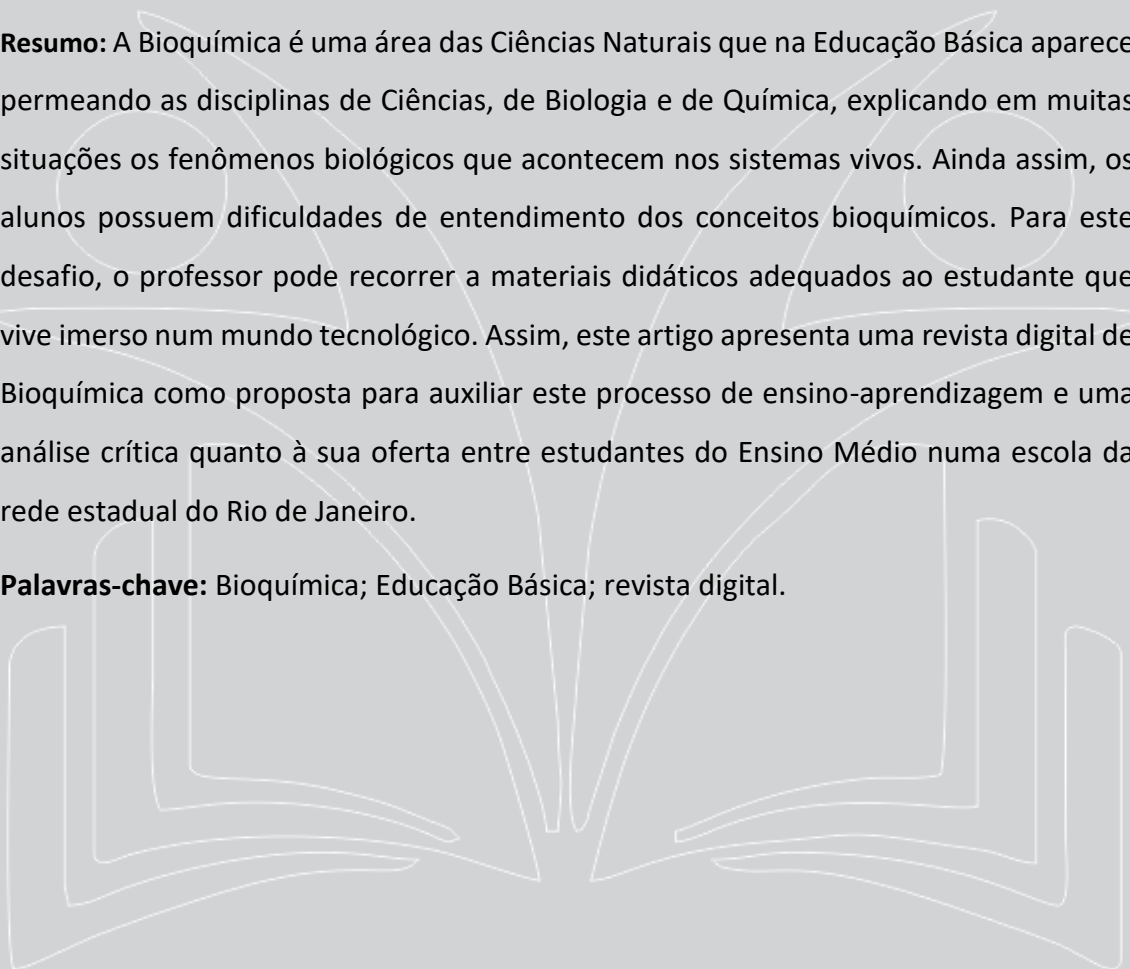
UMA REVISTA DIGITAL COMO RECURSO TECNOLÓGICO PARA O ENSINO DE BIOQUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Luciana Maria De Jesus Baptista Gomes (SME/RJ, SEEDUC/RJ)

Jorge Cardoso Messeder (IFRJ)

Resumo: A Bioquímica é uma área das Ciências Naturais que na Educação Básica aparece permeando as disciplinas de Ciências, de Biologia e de Química, explicando em muitas situações os fenômenos biológicos que acontecem nos sistemas vivos. Ainda assim, os alunos possuem dificuldades de entendimento dos conceitos bioquímicos. Para este desafio, o professor pode recorrer a materiais didáticos adequados ao estudante que vive imerso num mundo tecnológico. Assim, este artigo apresenta uma revista digital de Bioquímica como proposta para auxiliar este processo de ensino-aprendizagem e uma análise crítica quanto à sua oferta entre estudantes do Ensino Médio numa escola da rede estadual do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: Bioquímica; Educação Básica; revista digital.



INTRODUÇÃO

A Bioquímica é uma área de estudos que aborda duas áreas de conhecimento, a Biologia e a Química, que se complementam para explicar muitos fenômenos que ocorrem nos sistemas vivos, sendo definida como a ciência da química da vida (GOMES e RANGEL, 2006).

Por questão curricular, os fenômenos bioquímicos são expostos aos alunos desde as aulas de Ciências do Ensino Fundamental (EF), ou seja, os alunos tomam conhecimento de algum fenômeno bioquímico para reforçar um conceito científico biológico. Por exemplo, no 7º ano do EF da rede municipal da cidade do Rio de Janeiro, um objetivo citado pelas Orientações Curriculares é “compreender a fotossíntese como um processo utilizado pelos seres autotróficos para a produção da matéria orgânica” (RIO DE JANEIRO, 2013, p. 36), exigindo como habilidade o aluno entender a fotossíntese como uma característica essencial do Reino das Plantas.

A situação é semelhante também no 8º ano do EF, quando o assunto principal é o corpo humano: discute-se sobre o que é utilizado e o que é formado nos processos biológicos, como a digestão, respiração pulmonar e a excreção. Como exemplo, nas mesmas Orientações Curriculares para o ensino de Ciências citadas anteriormente (RIO DE JANEIRO, op. cit ., 2013), uma das habilidades a ser desenvolvida, ainda no primeiro bimestre do ano letivo, pelos alunos do 8º ano do EF é “diferenciar célula animal de célula vegetal, comparando metabolicamente as reações de respiração celular e fotossíntese”.

Assim, o enfoque é o início e o final dos processos biológicos e essa forma de simplificar acaba empobrecendo o fenômeno bioquímico, ocorrendo uma perda de entendimento nesse viés. Tal atitude pode ser justificada porque nesta fase escolar leva-se em conta a maturidade do aluno, que em idade-série adequada, pressupõe ser um adolescente entre 12 e 14 anos. Isso implica dizer que é um ser humano em transição entre a fase das operações concretas e iniciando a fase das operações formais segundo a teoria de Piaget (1972). Nesta perspectiva, significa que é a etapa da vida onde começa

a ser capaz de raciocinar sobre ações do pensamento e simples hipóteses (FERRACIOLI, 1999; LA TAILLE, OLIVEIRA e DANTAS, 1992), desenvolvendo o raciocínio abstrato. Raciocínio este, no entanto, que já lhe é exigido desde o 6º ano do Ensino Fundamental

para o entendimento dos fenômenos bioquímicos que ocorrem nos seres vivos, mas que será só plenamente alcançado no final da juventude (PIAGET, 1971).

Essa dificuldade de entendimento e apropriação dos conceitos científicos também é reforçada por conta do sistema educacional brasileiro que adota a postura de ensino fragmentado em disciplinas, comprometendo a contextualização e a percepção da visão sistêmica dos processos bioquímicos que ocorrem nos sistemas vivos.

A alternativa ao tripé da dificuldade de aprendizagem estabelecido – o conhecimento fragmentado, a descontextualização dos fenômenos bioquímicos e o obstáculo ao estabelecimento do raciocínio complexo – é a postura do professor como mediador do processo de ensino-aprendizagem, utilizando materiais didáticos para que o estudante se sinta motivado em participar do processo educativo escolar.

Para tanto, o professor deve conhecer esse ser humano que, atualmente, vive imerso no mundo tecnológico, conectado, recebendo informações, processando-as e interagindo com os demais por meio das máquinas, tais como os computadores, celulares, etc., definidos por Prensky (2001) como os “nativos digitais”.

Assim, os materiais didáticos devem ser adequados, de qualidade e como suportes para melhorar a eficiência do processo de ensino-aprendizagem, como por exemplo, os materiais didáticos desenvolvidos e aplicados por meio da tecnologia da informática, que também promovem a curiosidade e a motivação do discente para participar da aula. Dentre os vários instrumentos que atendem às demandas descritas anteriormente, destacam-se, portanto, aqueles relacionados às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Estas caracterizam a Sociedade da Informação e a Economia do Conhecimento atuais, com a produção do conhecimento no âmago da produtividade econômica e do desenvolvimento social (SELWYN, 2008).

Reconhecendo que se convive com as novas TIC presentes no dia a dia dos alunos, essas mesmas tecnologias podem ser utilizadas como suportes para processos de ensino-aprendizagem na contemporaneidade, não descartando, por um lado, o uso da linguagem oral e escrita e nem por outro lado, concebendo o uso exaustivo do computador como solução definitiva para a aprendizagem escolar.

A revista digital é um recurso que pode ser apropriado pelo professor no exercício da sua prática docente, pela sua potência didática para dinamizar o processo de ensino-aprendizagem, pois alia a diagramação de uma revista impressa com a motivação de usar o computador para aprender conceitos na escola, já que estudos mostram que os discentes são receptivos e gostam de usar o computador, sentindo-se mais estimulados a participarem da aula (GIORDAN, 2013).

Frente ao exposto, este artigo apresenta uma pesquisa sobre a elaboração de uma revista digital de Bioquímica intitulada "Bioquímica em Foco" e uma análise crítica quanto à sua oferta entre estudantes do Ensino Médio numa escola da rede estadual do Rio de Janeiro.

A revista digital foi desenvolvida em três etapas: a primeira ocorreu por meio de pesquisa bibliográfica (GIL, 2008) com o objetivo de selecionar os conteúdos a serem abrangidos na revista. A segunda etapa foi a elaboração da mesma, com observação dos aspectos pedagógicos – para que fosse adequada ao público-alvo, ou seja, estudantes da Educação Básica – e a observação dos aspectos tecnológicos que lhe conferem as características de uma revista digital.

A REVISTA DIGITAL BIOQUÍMICA EM FOCO

A revista "Bioquímica em Foco", em termos tecnológicos, foi elaborada utilizando o programa Adobe InDesign CS6®. Posteriormente, uma empresa foi contratada para que lhe desse as características de animação de uma revista digital e que também pudesse ser disponibilizada em modo off-line e gravável em mídia CD, DVD ou pen-drive, para que mais pessoas, sejam professores, alunos ou outras interessadas em ler a revista não dependam do acesso à internet, pois, no Brasil, apenas 45,8% das escolas públicas de Ensino Fundamental têm acesso à internet (INEP, 2013) e a falta de acesso à internet ou o acesso lento foram citados como um dos principais problemas para o uso pedagógico do computador (IBOPE INTELIGÊNCIA e LSI-TEC, 2009).

Em termos pedagógicos, o sumário da revista digital foi elaborado a partir do critério de eleger alguns tópicos que são observáveis em pelo menos em uma das três séries do Ensino Médio regular e foi fundamentado em três documentos oficiais: as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, também

conhecidas como PCN+, o Currículo Mínimo 2012 de Ciências e Biologia da Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC-RJ) e a Matriz de Referência para o Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM 2013.

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais foram escolhidas por ser o documento oficial a nível federal que, sob a jurisdição da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei 9394/96, caracteriza os objetivos da educação escolar almejada para o Ensino Médio. É um documento que “explicita a articulação das competências gerais que se deseja promover com os conhecimentos disciplinares (...) além de abrir um diálogo sobre o projeto pedagógico escolar e de apoiar o professor em seu trabalho” (BRASIL, 2005, p.7).

O segundo documento é o Currículo Mínimo 2012 de Ciências e de Biologia da Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro. Como o documento mesmo se apresenta, sua finalidade é orientar os conteúdos que não podem faltar e que estão alinhados com as atuais necessidades de ensino que são identificadas nas legislações vigentes e também nas matrizes de referência dos principais exames nacionais e estaduais (RIO DE JANEIRO, 2012).

Finalmente, o terceiro documento é a Matriz de Referência para o ENEM 2013. O ENEM tem por objetivo avaliar o desempenho dos alunos ao fim da educação básica, qualificando-os para o Ensino Superior. Esse exame já é adotado como critério de classificação e de acesso em aproximadamente 500 universidades do nosso país e do exterior.

A revista digital trata os tópicos de Bioquímica de forma a contextualizar os assuntos de maneira interdisciplinar, para que o leitor perceba a existência dos assuntos de interesse bioquímico em outras áreas do conhecimento. Então, as habilidades envolvidas perpassam a Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, englobando outras áreas de conhecimento, como Linguagens, Códigos e suas

Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias.

Assim, a revista digital ficou composta por 40 páginas, incluindo a capa e a contracapa.

Os assuntos abordados foram: Compostos Orgânicos da célula – carboidratos, lipídeos, proteínas e vitaminas; Compostos Inorgânicos da célula – água e sais minerais;

Metabolismo Energético – respiração aeróbica, fotossíntese e fermentação; Cromossomos – hereditariedade, Biotecnologia e Engenharia Genética. Estes tópicos foram desenvolvidos explorando o uso de textos explicativos, imagens e vídeos com músicas, reportagens e animações.

O recurso do vídeo interage luz, som e movimento e mediatiza pedagogicamente a aprendizagem, disponibilizando as informações de uma maneira mais dinâmica, com uma reconhecida força que reverbera no espectador; este se relaciona de alguma forma com aquilo que é percebido pelos sentidos (ARROIO e GIORDAN, 2006). Sua inserção na revista digital permite que o estudante se torne participativo, decidindo, ao lê-la, o que se deseja ver e no tempo que se quer ver, pois está imerso nesta cultura audiovisual.

Em cada tópico, há a seção “Experimentando” que convida o leitor para uma experimentação de cunho investigativo, saindo do patamar da simples confirmação do assunto lido.

Neste aspecto, as atividades experimentais se tornam uma opção ao ensino apenas verbal centrado no professor, pois permite que o aluno articule a teoria com os fenômenos observados, possibilitando que se elaborem hipóteses, realizem testagens e a organização dos resultados, ainda que, isoladamente, não sejam garantia de qualidade no ensino de Ciências (PAVÃO e FREITAS, 2008).

Aprender e ensinar Ciências deve ressaltar uma relação entre o fazer e o pensar, pois se aprende Ciências fazendo Ciências, saindo do patamar reprodutivista e/ou comprobatório do experimento para que, a partir de investigação e indagações, o discente chegue ao conhecimento e reflexão do seu entorno, pois as explicações agora são mais eficientes por serem acessíveis e observáveis (GASPAR, 2003).

Também há duas seções intituladas respectivamente de “Curiosidades bioquímicas” e “Bioquímica também é para rir!”. A seção “Curiosidades bioquímicas” relaciona algumas curiosidades do corpo humano relacionadas à Bioquímica e a seção “Bioquímica é também para rir!” Traz alguns quadrinhos e piadas que envolvem conceitos bioquímicos que mostram a contextualização destes com a arte gráfica.

A capa e o sumário da revista digital “Bioquímica em Foco” podem ser observadas na figura a seguir:

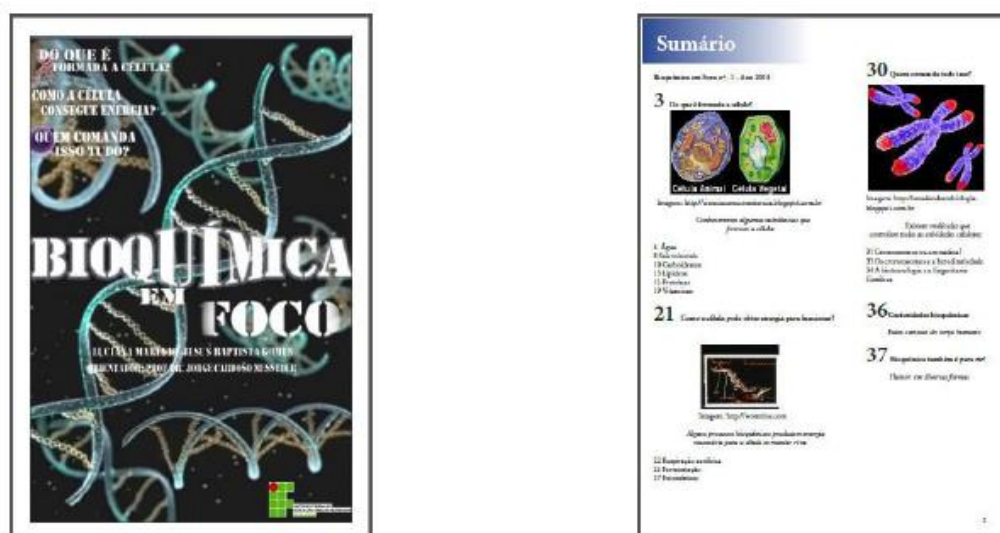


Figura 1: Capa (à esquerda) e sumário (à direita) da revista digital Bioquímica em Foco.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os materiais didáticos são auxiliares para o processo de ensino do professor e, aliado com práticas pedagógicas diversificadas, se tornam suportes para uma aula mais dinâmica que motive o aluno a aprender. O ambiente da aula é diverso; portanto, é interessante que o professor trabalhe com a diversidade de recursos didáticos, pois os alunos são diferentes e podem se apropriar dos conceitos bioquímicos com a utilização destes recursos também diferenciados.

O fato observado durante o processo de elaboração da revista digital foi sua abordagem interdisciplinar com a Química que, propositadamente foi pensada e buscada. Essa característica auxilia o aluno a perceber que os conteúdos bioquímicos estão presentes em diversas áreas do conhecimento e da vida, às vezes de uma forma mais evidente, outras vezes como uma linha tênue que perpassa o assunto, mas que se faz presente, como em processos históricos, estatísticos e biotecnológicos. Reforça-se a integração destas áreas para se pensar no mundo como todo, propiciando uma visão holística que permita o estudante construir seu pensamento sistêmico para entendimento do seu redor.

A revista digital foi aplicada a estudantes da rede pública estadual do Rio de Janeiro,

durante as aulas de Biologia da 1ª série do Ensino Médio. O material foi muito bem recebido, com entusiasmo, principalmente para assistir aos vídeos. Contudo, as limitações físicas quanto ao número insuficiente de computadores pelo total de discentes por turma comprometeram o uso simultâneo para uma turma inteira, que tem em média 40 alunos. Foram necessárias adaptações como, por exemplo, dividir a turma em grupos menores para os computadores disponíveis, oportunizando o acesso para todos por um lado, mas diminuindo o tempo de acesso e de leitura da revista, já que havia outros esperando em sala para a ida à Sala de Informática.

A ausência da internet para a utilização da versão online é uma realidade na escola. Por isso, a disponibilidade da revista na versão offline - gravada em DVD - foi plausível para o momento. Interessante foi a observação que, durante o manuseio dos estudantes, os vídeos e as animações foram os tópicos mais visualizados, corroborando o viés audiovisual que essa geração de nativos digitais está apegada. Como o manuseio era livre, apesar da ida à Sala de informática estar relacionada apenas um determinado assunto, cumprindo o currículo programático, foi perceptível que os discentes não se restringiram naquele tópico mas folhearam a revista inteira, desejando conhecê-la e ver os demais assuntos e seus vídeos relacionados. A pedidos dos estudantes, ocorreram mais visitas à Sala de Informática para que pudessem ler novamente a "Bioquímica em Foco".

A disponibilidade da versão online no site da empresa também demanda certo custo financeiro por ano, o que torna a sua manutenção no mundo virtual custosa; por isso, a versão offline gravada em DVD, apesar de limitar sua atualização em termos dos assuntos abordados, é uma estratégia que mantém a disponibilidade deste material didático independente do seu repositório digital. Porém, estudos no campo virtual continuam para que sua disponibilidade ocorra de forma permanente em um repositório gratuito.

Uma consideração também é importante: a revista digital "Bioquímica em Foco" é apenas um instrumento, o que significa que a atuação do professor enquanto condutor do processo pedagógico continua sendo importante para o processo de ensino-aprendizagem na escola para motivar os alunos a conhecerem mais sobre conceitos científicos de Bioquímica.

No caso da escola, o que se aspira hoje é despertar o interesse dos indivíduos para conceitos fundamentais e verificar quais são as suas ideias sobre o assunto em estudo, e após os envolver em atividades de explicação dos fenômenos naturais, torná-los capazes de aplicar os conhecimentos apreendidos em novas situações, constituindo dessa forma o ser humano cientificamente alfabetizado.

REFERÊNCIAS

ARROIO, A. e GIORDAN, M. O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino.

Química Nova na Escola, n.24, p.8-11, 2006. Disponível em:

<<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/eqm1.pdf>>. Acesso em: 31 mai. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação – Secretaria de Educação Média e Tecnológica.

PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros

Curriculares Nacionais. Vol. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.

Brasília: DF, 2005. Disponível em:

<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em 04 jan. 2017.

FERRACIOLI, L. Aprendizagem, desenvolvimento e conhecimento na obra de Jean

Piaget: uma análise do processo de ensino-aprendizagem em Ciências. Rev. bras. Est. pedag., Brasília, v. 80, n. 194, p. 5-18, jan./abr. 1999. Disponível em:

<<http://rbep.inep.gov.br/index.php/RBEP/article/viewFile/191/191>>. Acesso em: 29 dez. 2016.

GASPAR, A. Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental . São Paulo:

Editora Ática, 2003.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIORDAN, M. Computadores e linguagens nas aulas de Ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados.

Coleção Educação em ciências. Reimp. Ijuí: Ed. Unijuí, 2013.

GOMES, K. V. G. e RANGEL, M. Relevância da disciplina bioquímica em diferentes

curso de graduação da UESB, na cidade Jequié. Revista Saúde.Com.Vitória da Conquista, v. 2, n.1, p. 161-168, 2006. Disponível em:

<<http://www.uesb.br/revista/rsc/v2/v2n2a8.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

IBOPE INTELIGÊNCIA e LSI-TEC. O uso dos computadores e da internet nas escolas públicas de capitais brasileiras. Relatório Final – 2009. Disponível em:

Disponível em:

<http://www.institutounibanco.org.br/wp-content/uploads/2013/07/o_uso_de_computadores_na_escola.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO

TEIXEIRA (INEP). Censo da educação básica: 2012 – resumo técnico. Brasília:

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2013.

Disponível em:

<http://www.publicacoes.inep.gov.br/arquivos/%7B9330753A-7FCB-43EC-B99F-2FB657407BE7%7D_ENEM_para%20uma%20discuss%C3%A3o%20te%C3%B3rica.pdf> Acesso em: 04 jan. 2013.

LA TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M. K. e DANTAS, H. Piaget; Vygotsky; Wallon: Teorias Psicogenéticas em Discussão. São Paulo: Summus, 1992.

PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. (orgs). Quanta ciência há no ensino de Ciências. São Carlos: EdUFSCar, 2008.

PIAGET, J. Seis estudos de Psicologia. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1971.

_____. A evolução intelectual da adolescência à vida adulta . Trad. Fernando Becker;Tania B. I. Marques, Porto Alegre: Faculdade de Educação, 1993. Traduzido de: Intellectual Evolution from Adolescence to Adulthood. Human Development, v. 15, p.1-12, 1972.

PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants. On the Horizon.MCB University Press, v.9, n.5, 2001.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Educação. Currículo Mínimo

2012 – Ciências e Biologia. Rio de Janeiro: SEEDUC, 2012.

RIO DE JANEIRO (Município). Secretaria de Educação. Orientações Curriculares:

Ciências – 4º ao 9º ano. Rio de Janeiro: E/SUBE/CED, 2013.

SELWYN, N. O uso das TIC na educação e a promoção de inclusão social: uma perspectiva crítica do Reino Unido. Educ. Soc. , Campinas, v. 29, n. 104 - Especial, p. 815-850, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v29n104/a0929104.pdf>>.

Acesso em: 15 jun. 2017.

CAPÍTULO 8

RELATO DE EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS A PARTIR DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Kelma Brena De Lima Wanzeler (UEPA)

Renata Da Conceição Batista De Souza (UEPA)

Priscyla Cristinny Santiago Da Luz (UEPA)

Resumo: Este relato objetiva compartilhar experiências vivenciadas durante a disciplina Estágio Supervisionado II – vivências no ensino fundamental e assim contribuir com reflexões sobre as teorias aprendidas no curso e às práticas desenvolvidas no espaço escolar. O mesmo sustenta-se pela observação participante, realizada em uma escola do ensino fundamental, localizada na cidade de Cametá/Pará, em uma turma do 6º ano/9, com a disciplina de ciências. Averiguou-se que a prática docente é desafiadora, e o professor de ciências tem responsabilidades educativas e formativas, que muitas vezes são negligenciadas. Este estágio oportunizou conhecer, atuar e refletir sobre este contexto escolar, contribuindo na formação de nossa identidade profissional, enquanto futuros educadores de ciências naturais.

Palavras-chave: Ciências, Vivências; Prática educativa.

1.INTRODUÇÃO

O presente trabalho relata experiências vividas a partir das observações e das práticas realizadas durante a disciplina Estágio Supervisionado II – Vivências no ensino fundamental, ofertada no curso de Licenciatura Plena em Ciências Naturais com habilitação em Biologia da Universidade do Estado do Pará (UEPA). Esta disciplina foi desenvolvida em uma escola municipal, localizada no município de Cametá/Pará. Esta narrativa objetiva compartilhar as experiências vivenciadas pelas estagiárias no período da referida disciplina e assim possibilitar reflexões acerca das teorias aprendidas durante o curso e a prática educativa desenvolvida nas aulas de ciências. Pretendemos com este relato também, difundir a importância deste momento na acadêmica destacando como funcionou no período em que estivemos acompanhando a turma e discutindo aspectos como, a relação professor-aluno e as relações interpessoais vividas no ambiente escolar.

O estágio supervisionado II é uma disciplina curricular obrigatória no curso de Licenciatura plena em Ciências Naturais, sustentadas por aspectos legais, conforme a Lei de Diretrizes Bases da Educação Nacional (LDB nº 9.394/96) que estabelece a regulamentação para o estágio supervisionado. A mesma tem por objetivo, proporcionar aos estudantes de licenciatura experiências de práticas docentes, assim como o desenvolvimento e participação em atividades dentro ambiente escolar. Sendo a oportunidade que o futuro professor possui de familiarizar-se com âmbito escolar, onde poderá observar e avaliar a realidade das escolas públicas, assim como analisar como ocorre na prática o processo de ensino aprendizagem e as interações interpessoais existentes na comunidade escolar.

O manual de estágio supervisionado do curso de ciências naturais, elaborado pela UEPA, afirma ser o estágio, um período de consolidação da prática, no qual os alunos da graduação aplicam seus conhecimentos teóricos, é também um período de adaptação com o ambiente escolar assim como de enriquecimento de aprendizado, contribuindo com a formação do futuro professor em termos de aperfeiçoamento técnico, cultural e científico.

Segundo Silva (2009), a teoria é a principal ferramenta do indivíduo para a realização da prática, sendo assim, o estágio supervisionado configura-se na licenciatura elemento

fundamental no processo de formação de professores caracterizando-se como a práxis na constituição da identidade deste educador.

Corroborando como esta ideia, afirma-se que é por meio da vivência da rotina da escola que o acadêmico passa a ter contato e conhecer, mesmo que por uma visão geral, a realidade de sua futura profissão. Também é nesse período que o licenciado terá a oportunidade de construir sua identidade profissional, no qual terá oportunidade de confrontar o conhecimento teórico vivido na academia com a prática escolar, e assim formar opiniões e revelações sobre o “ser professor”.

Destarte, entendemos que o estágio supervisionado consolida-se como uma das mais importantes etapas na formação do professor, pois compreende o momento em que o licenciando acumulará informações (teóricas e práticas) na construção da sua identidade docente, conhecendo e exercitando formas de ensinar e aprender (baseado nas teorias da aprendizagem), isto é, colocando em prática seus conhecimentos teóricos aprendidos na universidade.

O estágio abrange conhecimentos que envolve principalmente estudos, análises e reflexões. Tornando-se também, a ponte que estabelece o contato entre graduandos e professores tanto os formadores, quanto os das escolas. E, a partir da comunicação entre esses indivíduos, poderão ocorrer articulações e reflexões sobre a pedagogia desenvolvida, emergindo possibilidades para o desenvolvimento de trabalhos entre eles, em que os problemas da escola serão o ponto de partida de pesquisas e intervenções (ALMEIDA; PIMENTA, 2014).

No entanto, apesar de ser uma etapa necessária e importante como já afirmado anteriormente, durante muitos anos esta disciplina não foi tratada com seriedade nos currículos de formação de professores, sendo muitas vezes, desvalorizada e simplificada, não favorecendo a compreensão necessária ao estudante em formação sobre o ato de ser professor, pois é no período acadêmico que os conhecimentos e atitudes que formam o profissional começam a ser construídos.

É com este entendimento que ratificamos a importância desta disciplina para a constituição de educadores conscientes de suas atribuições, pois é durante a vivência

prática que estarão sujeitos a reavaliação das situações enfrentadas no espaço escolar (PIMENTEL; PONTUSCHKA, 2014, p. 73).

METODOLOGIA

Este relato de experiência foi realizado a partir de reflexões originadas junto a uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal, localizada na zona urbana do município de Cametá-PA. A turma continha trinta e três alunos e foi acompanhada durante 80 horas. Nas ações previstas no estágio desenvolvemos, observações sobre a realidade da escola, da sala de aula, da prática do professor de ciências e também realizamos atividades pedagógicas sobre o conteúdo de ciências.

Inicialmente ocorreu o período de observação, durante uma semana observamos a situação da escola, a estrutura física da mesma e as relações interpessoais dos sujeitos que a compõem, aproximadamente durante três semanas. Segundo Severino (2007, p.120) a observação participante é definida como sendo aquela em que o pesquisador, ao realizar a observação também compartilha e vivência juntamente com os sujeitos observados, participando de forma sistemática e permanente, durante todo tempo de sua observação e realização de suas atividades.

Também realizamos entrevista com o professor de ciências, visando compreender sua forma de trabalho; com a coordenação pedagógica, visando conhecer melhor o funcionamento da escola; e com os alunos, a fim de apreender um pouco a visão que eles possuem sobre a disciplina de ciências.

Nossa regência foi realizada, na disciplina como ferramentas importante na ação da prática de ensino, nesta atividade fomos avaliados baseados em elementos como: domínio de classe, de conteúdo, metodologia adotada, dentre outras.

CONHECENDO O ESPAÇO – APROXIMAÇÃO COM OS ALUNOS

A primeira etapa do estágio foi a observação junto a classe acompanhada, nesta etapa foi possível conhecer a realidade de uma sala de aula, em que ficaram explícitos os desafios e as dificuldades que o professor enfrenta no seu dia-a-dia, assim como oportunizou entender diferentes formas de atuar diante de algumas problemáticas nas aulas de ciências.

A partir das observações realizadas na classe, constatou-se que a mesma apresenta alunos com bons desempenhos nas aulas e outros com baixos desempenhos e interesses nas atividades de ciências, pois uma das dificuldades observadas, é mantê-los atentos por longos períodos de tempo. Mas apesar disso, a turma demonstra ser bastante curiosa e participativa, o que é uma característica importante para o ensino de ciências, apesar de alguns alunos aparentarem não compreender a importância das atividades desenvolvidas naquele ambiente.

Também tivemos oportunidade investigar algumas situações que envolvem a sala de aula e disciplina ciências. Coletamos de informações através de questionário, a fim de conhecer como os alunos veem a disciplina de ciências e o trabalho do professor, por meio de perguntas *como: Você gosta da disciplina de ciências? Consegue relacionar os conteúdos dessa disciplina no seu dia a dia? Como você gosta da forma como as aulas são repassadas?*

A partir das respostas obtidas, percebemos que a maioria dos alunos tem empatia a disciplina e dos conteúdos trabalhados, mas possuem dificuldades de relacioná-los com seu dia-a-dia. Também notamos que, gostariam, de aulas mais dinâmicas, onde fosse utilizando diferentes metodologias e recursos didáticos.

ABRINDO CAMINHO E DESCORTINANDO LIMITES – CONHECENDO A PRÁTICA DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS

Para conhecer o professor de ciências, também aplicamos um questionário contendo perguntas *como: Qual seu nível de formação? Trabalha somente nesta escola? Que recursos didáticos utiliza? Com quais metodologias trabalha?*

De acordo com as respostas, o professor possui formação superior em Licenciatura em Ciências Naturais, utiliza recursos didáticos como recursos audiovisuais, mas quase sempre utiliza somente o livro didático, não trabalha somente nesta escola, e isso faz com que tenha pouco tempo para planejar suas aulas.

O acompanhamento da classe também possibilitou perceber a relação professor-aluno existente naquele ambiente. Verificamos que o professor trata todos os alunos de forma respeitosa e não demonstra ter preferência por nenhum, mas possui certa dificuldade

de mantê-los centrados na aula e também dialoga pouco com a classe, tentando contornar essa situação com a utilização de recursos audiovisuais.

A forma de um professor ministrar sua aula deve levar em consideração principalmente as dificuldades que seus alunos possuem. De acordo com Veiga (2006), o professor não pode ter uma pedagogia definida, onde ele apenas transmite o conteúdo, ao contrário disso ele deve ser um orientador, construindo a informação juntamente com o aluno. Portanto a forma de ensino de cada professor deve estar em constantes aperfeiçoamentos para que seu procedimento de ensino possa solucionar as necessidades que surgem no processo de ensino-aprendizagem.

Segundo o professor, a principal dificuldade encontrada na docência está no desinteresse dos alunos pela disciplina, problema que tentar resolver utilizando vídeos e imagens e demonstrações no ambiente extra sala, contudo, poucos alunos conseguem melhorar o desempenho no aprendizado relacionado a disciplina.

Segundo Rosa e Mata (2012) a motivação dos alunos deve-se ao fato de sentirem prazer na tarefa realizada, sentirem-se felizes no reconhecimento e valorização demonstrado por um adulto por seu trabalho. Maxwell (2010) afirma que, a autoconfiança do aluno os influencia a cumprirem suas tarefas e a tornarem-se mais responsáveis e Estanqueiro (2013, p.15) discorre que, quando o professor é comprometido e capacitado não responsabiliza os alunos pela falta de eficácia de sua pedagogia, nem a condição social do aluno, mas busca motiva-lo na realização de suas tarefas escolar, adaptando-se as dificuldades existentes para poder supera-las.

Notamos também que o professor mantém um relacionamento distante com os alunos, tratando a todos com profissionalismo. Apesar de ter bastante segurança no conteúdo, o mesmo não possui total domínio da classe, em alguns momentos é difícil controlar as crianças, talvez por conta de ser uma turma numerosa, ou pela falta de afetividade existente na relação entre o docente e os estudantes.

Wallon (1968) propõe que a efetividade do ser humano é fundamental no processo de construção do indivíduo e do saber, onde efetividade e inteligência são completadas umas pela outra. Mas, entretanto, segundo Lopes, é importante ressaltar que não se pode confundir efetividade com permissividade, ao contrário o docente também deve

impor limites e possibilidades aos alunos, transmitindo a imagem de que o docente não é só um agente transmissor do conhecimento, mas também alguém que se preocupa com o bem-estar e desempenho dos alunos.

SUPERANDO LIMITES E DESAFIOS... O EXPERIMENTAR SER PROFESSOR DE CIÊNCIAS

Após o período de observação da classe, ocorreu o momento da nossa regência, que tivemos a oportunidade de colocar em prática as teorias aprendidas em nossa formação, até aquele momento.

Como foi dito anteriormente sobre a falta de interesse dos alunos nas aulas de ciências, o principal objetivo da nossa aula foi construir juntamente com os alunos a informação que gostaríamos de repassar, valorizando o conhecimento que já possuem.

Fatores como a indisciplina e o desinteresse dos alunos, muitas vezes impossibilitam um trabalho de regência produtivo em sala de aula e, neste sentido, muitos professores procuram dinâmicas inovadoras ou novos recursos que venham ajudar a enfrentar esses problemas, despertar o interesse e levar à uma consequente maior participação dos alunos (PETROVICH et. al. 2014).

Segundo Libâneo (1994) é na escola que são criados as condições e meios favoráveis para a aprendizagem que incorporarão ao aluno conhecimentos e habilidades, apesar de a aprendizagem também poder ser adquirida em qualquer outro ambiente.

Outro objetivo que focamos foi despertar o interesse pela disciplina de ciências, através de uma aula que fugisse um pouco da monotonia da maioria das aulas. Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 1998), em diversos momentos, destacam a valor do ensino de Ciências vinculado a temas do cotidiano dos estudantes, para que assim, os conhecimentos construídos em sala de aula adquiram significado em uma situação real.

A disciplina de ciências oferece a oportunidade de trabalhar com vários experimentos e assim tornar a aula mais dinâmica. Um fato que deve ser levado em consideração na organização das aulas é a faixa etária de idade dos alunos. Por isso devem ser desenvolvidas de forma a atrair a atenção, e ao mesmo tempo fazer-lhes compreender a importância do estudo de ciências.

A preparação de uma aula é o eixo central para a eficácia do aprendizado do conteúdo a ser repassado. Por isso necessita-se que seja planejada antecipadamente e não realizada no improviso, levando em consideração os conhecimentos prévios dos alunos e o objetivo proposto como meta de ensino (INFORSATO; ROBSON, 2011).

O tema da aula proposta, de acordo com o conteúdo que se estava sendo trabalhado naquele período foi, o ar e saúde. Iniciamos a aula com um questionário de sondagem que abordava perguntas do tipo: Você sabe a diferença da palavra poluído e contaminado? Quais são os principais problemas causados pelo ar poluído e contaminado? A partir da análise de uma imagem se uma cidade poluída, pelos automóveis: como é o ambiente onde você mora? A partir da ilustração de uma pessoa tossindo no quarto: qual a possibilidade de outra pessoa se contaminar?

E após o questionário e com o auxílio de recursos audiovisuais, apresentamos slides com várias imagens demonstrativas, buscamos relacionar os conceitos com exemplos da própria vivência dos alunos. Posteriormente, fizemos a utilização de duas maquetes construídas com materiais simples como isopor, papelão e tinta guache, as quais representavam cidades poluídas pela ação do homem. Esta atividade foi fundamental para despertar o interesse dos alunos, que puderam interagir falando sobre a sua realidade, e junto a isso buscava-se também demonstrar o papel que exercemos sobre a natureza, buscando suscitar a consciência ambiental.

Ao final da aula repassamos o questionário inicial, para identificar o aprendizado dos alunos sobre a aula. Segundo Piaget (1988), a fonte de motivação quando trata-se de desenvolvimento intelectual é o desequilíbrio. Por isso a ludicidade é importante na realização das aulas, pois quando o professor através de uma aula lúdica consegue desequilibrar um aprendente estará dando ao mesmo a oportunidade de encontrar o equilíbrio.

Durante a aula os alunos mostraram-se interessados e participativos, mas próximo ao final, os alunos tornaram-se um pouco inquietos, acredito que essa falta de atenção ocorreu justamente por conta da faixa etária de idade que vai de 11 a 13 anos: ainda são crianças entrando na pré-adolescência.

Com relação aos questionários, ao compararmos o inicial com o final, verificamos pelas qualidades das respostas, que a aula cumpriu com o objetivo esperado que era fazê-los compreender o conteúdo e associá-lo com o contexto dos estudantes. E ficamos satisfeitos com o resultado alcançado, apesar de identificamos que ainda precisamos de muita preparação para atuar como docente.

A regência é uma prática essencial na graduação, pois é o momento onde se descobre a verdadeira realidade de uma sala de aula, quando você tem alunos com diferentes níveis de aprendizado e o seu papel como professor é justamente trabalhar com essas dificuldades dos seus alunos, e não somente enche-los de informações, mas construir um sentido para essas informações na vida desses alunos. Também é na regência que você constata suas capacidades como professor e suas limitações dentro da sala de aula.

Segundo PIMENTA (2002) é indispensável o estágio supervisionado na formação do docente principalmente de alunos de graduação, através dele o futuro professor tem a oportunidade de se aproximar do futuro ambiente de trabalho enfrentando dificuldades como a convivência, as diferentes linguagens e saberes de um público distinto.

Portanto, esta prática na formação do professor é indispensável, já que é através desta que são adquiridas experiências a serem melhoradas e desempenhadas no decorrer da docência, pois, de acordo com Bondia (2002), [...] É a experiência aquilo que “nos passa”, ou que nos toca, ou que nos acontece, e ao nos passar nos forma e nos transforma. Somente o sujeito da experiência está, portanto, aberto à sua própria transformação”.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O comportamento agitado e a falta de atenção dos alunos foram problemas que nos mobilizaram a pensar em uma proposta metodológica diferenciada e assim alcançar os objetivos da atividade planejada.

Esses desafios nos motivaram a buscar alternativas para nos posicionarmos diante da turma para não percermos autoritários, mas com respeito e amigáveis. A aproximação que tivemos com os estudantes, consideramos uma vitória a destacar, pois esta situação contribuiu para refletirmos e superarmos dificuldades, como por exemplo, de controle de comportamento dos alunos, de atenção e de interação no momento de repasse do conteúdo.

Percebemos que foi fundamental a realização de uma atividade que abrangesse a realidade do cotidiano deles e ao mesmo tempo proporcionasse a construção do conhecimento.

Portanto, o estágio supervisionado nos oportunizou perceber que, a prática da docência é bastante desafiadora e acarreta não só repasse de conhecimento mais também aprendizado, que conduz sempre no crescimento. O estágio foi o momento de vivenciar de fato de forma realista a prática docente, não com um olhar de fora, de discente de uma Licenciatura idealizando uma sala de aula e um sistema educacional, mas com uma vivência cotidiana da profissão e todos os aspectos que envolvem a práxis.

A partir desta experiência conhecemos a real importância da disciplina de estágio para o aluno de licenciatura, que está em busca da construção de sua identidade profissional. Aprendemos nas atividades desta disciplina, que os momentos de estágio são fundamentais nos cursos de formação de professores, uma vez que favorecem a ação-reflexão-ação sobre a formação do futuro professor.

5. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, M.I.; PIMENTA, S. G. Estágios supervisionados na formação docente: educação básica e educação de jovens e adultos. ALMEIDA, M. I. de; PIMENTA, S. G. (org.) Centralidade do estágio em cursos de Didática nas Licenciaturas: rupturas e ressignificações. São Paulo: Cortez, 2014.

BONDIA, J. L. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. Rev. Bras. Educ. [online]. 2002, n.19, pp.20-28. ISSN 1413-2478 Disponível em:

>http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141324782002000100003&script=sci_abstract&lng=pt<. Acessado em: 07 de novembro de 2017 as 24:15.

BRASIL. MEC. SEF. Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. Língua portuguesa. Brasília: MEC/SEF, 1988. p.66.

ESTANQUEIRO, A. Comunicar com os filhos/ o papel dos pais na educação. 1ªed. Lisboa: Editorial Presença. 2013, p.15. Disponível em:

> <https://www.presenca.pt/editorial/antonio-estanqueiro/><. Acessado em: 30 de outubro de 2017 as 1:30hs.

INFORSATO, E. C.; ROBSON, A. S. A preparação das aulas. In: UNIVERSIDADE ES-TADUAL PAULISTA. Prograd. Caderno de Formação: formação de professores didática geral. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011, p. 86-99, v. 9. Disponível em:

< <https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/585/1/01d15t06.pdf>. Acessado em: 30 de outubro de 2017 as 2:26hs.

LIBÂNEO, C. J. Didática. São Paulo: Cortez, 1994. Disponível em:

><https://pedagogiaaopedaletra.com/sintese-do-livro-didatica-de-jose-carlos-libaneo/><. Acesso em: 30 de outubro de 2017 as 1:27hs.

MAXWELL, J. Relacionamentos 101: o que todo líder precisa saber. 1ª ed. Editora SmartBoo. 2010. Disponível em:

><http://www.portaldalideranca.pt/conhecimento/livros/3421-trabalho-de-equipa-101-o-que-todo-o-lider-precisa-de-saber>>. Acesso em: 30 de outubro de 2017 as 1:45hs.

PETROVICH, A. C. I.; ARAÚJO, M. F. F.; MONTENEGRO, L.A.; ROCHA, A.C.P.; PINTO, E. D. J.; Temas de difícil ensino e aprendizagem em ciências e biologia: experiências de professores em formação durante o período de regência. Revista ENEBIO- número 7- outubro de 2014.

PIAGET, J. A psicologia da criança. Rio de Janeiro: Bertrand, 1988.

PIMENTA, S. G., (org.). Formação de Professores: identidade e saberes da docência. In. Saberes Pedagógicos e Atividade Docente. São Paulo: Cortez, 2002, pp. 15-34.

PIMENTEL, S. C; PONTUSCHKA, N. N. Estágios supervisionados na formação docente: educação básica e educação de jovens e adultos. ALMEIDA, Maria Isabel de; PIMENTA, Selma Garrido. (org.) A construção da profissionalidade docente em atividades de estágio Curricular: experiência na educação básica. São Paulo: Cortez, 2014.p.73.

ROSA, N. e MATA, L. Motivação para a aprendizagem e percepções do clima de sala de aula em alunos do 2.º ano de escolaridade. [Em linha]. ISPA. Lisboa. 2012. Disponível em:><http://repositorio.ispa/bitstream/10400.12/1610/1/CIPE%202012%2011691184.pdf><. Acesso em: 30 de outubro de 2017 as 1:15hs.

SEVERINO, A. J. Metodologia do trabalho científico. 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007.p.120.

SILVA J. R. A Prática Do Estágio Supervisionado, 2009. Disponível em: > <http://professorjosersjunior.webnode.com.br/news/a-pratica-do-estagio-supervisionado/><. Acesso em: 09 de novembro de 2017 as 20:59.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ. Manual de Estágio Supervisionado. Coordenação do Curso de Ciências Naturais, Centro de Ciências Sociais e Educação, Universidade do Estado do Pará, Belém-PA, 2008.

VEIGA, I. P. A. Técnicas de ensino: novos tempos, novas configurações, 2006. Ed. Papirus. Disponível em:> Acesso em: 30 de outubro de 2017 as 00:26hs.

WALLON, H. A evolução psicológica da criança. Lisboa: edições 70. 1968. Disponível em:><http://www.dominiopublico.gov.br>>pesquisa. Acesso em: 31 de outubro de 2017 às 13:37hs.

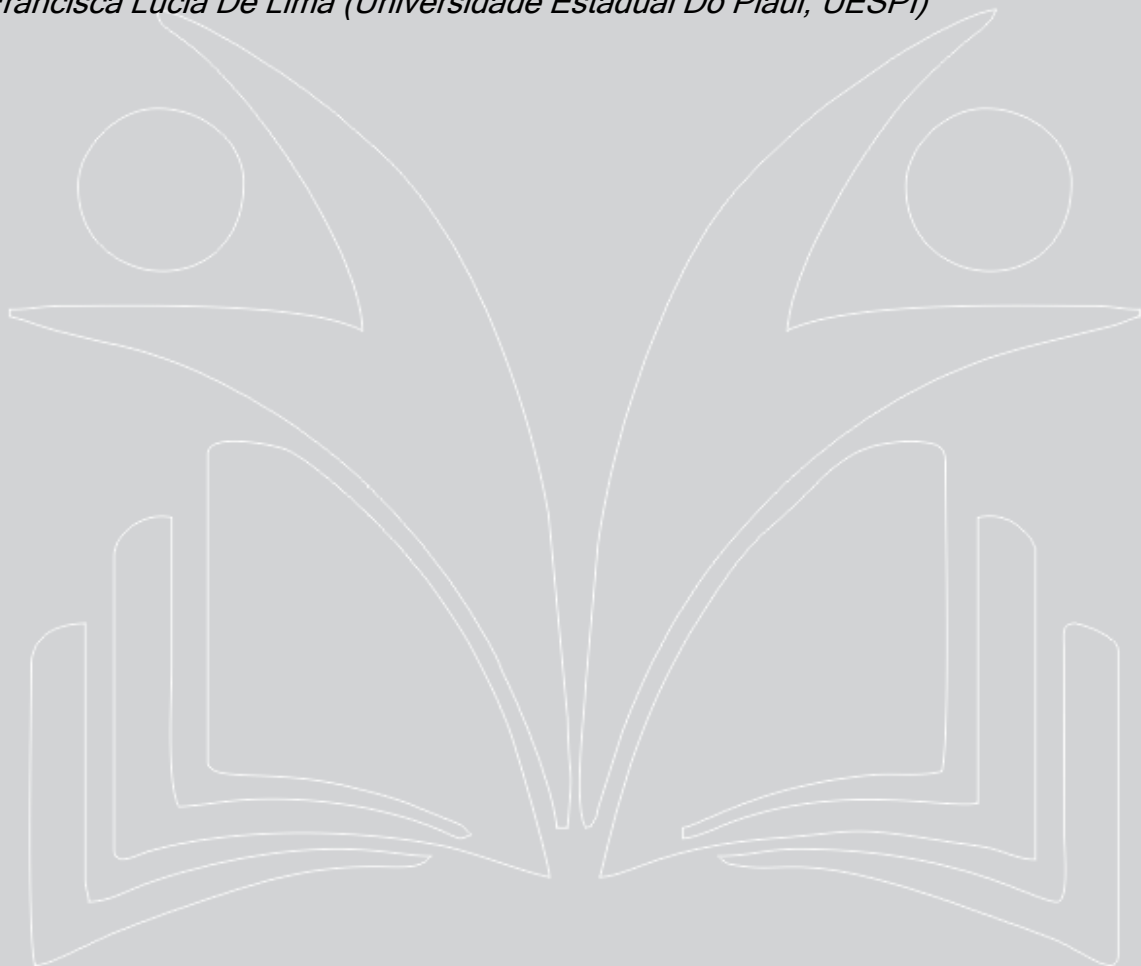
CAPÍTULO 9

SENSIBILIDADE IN VITRO DE CANDIDA ALBICANS FRENTE AO PRINCÍPIO ATIVO CLORETO DE BENZALCÔNIO EM DESINFETANTES COMERCIAIS

André Ricardo Ferreira Da Silva Rocha (Universidade Estadual Do Maranhão)

Eliana Campelo Lago (Universidade Estadual Do Maranhão)

Francisca Lúcia De Lima (Universidade Estadual Do Piauí, UESPI)



INTRODUÇÃO

A levedura oportunista *Candida albicans* é uma das espécies mais importantes do gênero, responsável por diversas infecções, incluindo a candidíase oral (LEVINSON, 2016; MURRAY & PFALLER, 2015), em indivíduos imunodeprimidos (TORTORA et al., 2016). Nem todos os desinfetantes indicam em seus rótulos a ação antifúngica de seus compostos, porém, alguns princípios ativos utilizados possuem esse caráter comprovado (CAMPOS; VALENTE; AVANCINI, 2015; SARTORI et al., 2012). Essa ação pode ser limitada pela concentração de uso do desinfetante e pela quantidade de células microbianas presentes na superfície a ser tratada (DA SILVA AQUINO et al., 2016). Coelho et al. (2008) e Da Silva et al. (2015) utilizando desinfetantes contendo formulações com compostos de caráter antifúngico, dentre eles o Cloreto de Benzalcônio, verificaram que nem sempre estas substâncias estão em quantidade ideal, ocasionando, acúmulo de resistência de patógenos a estes agentes.

Conhecer a atividade antimicrobiana in vitro dos desinfetantes de uso geral, tal qual sua composição e princípio ativo é importante para determinar onde melhor se aplica o produto. Crespo (2016) descreve o Cloreto de Benzalcônio, dentre os compostos de amônio quaternário, como o mais utilizado para fins germicidas pelo grande espectro de ação, atuando na permeabilidade das membranas celulares, podendo provocar saída do material citoplasmático, e consequentemente, morte celular (PEDRINI & MARGATHO, 2003; SILVA, A.C., 2016). A legislação vigente em nosso país estabelece que biocidas devam ser analisados quanto à atividade antimicrobiana (DOS REIS et al., 2011; JAHN et al., 2017) haja visto que uma baixa qualidade em produtos domésticos pode acarretar riscos ao consumidor.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a sensibilidade/resistência de cepas patogênicas padrões de *Candida albicans* (ATCC 10231) diante 10 desinfetantes de uso domiciliar industrializados e comercializados na cidade de Teresina, Piauí, tendo como princípio ativo o Cloreto de Benzalcônio.

METODOLOGIA

Foram utilizados 10 diferentes tipos de desinfetantes de uso domiciliar industrializados por macro e microempresas químicas da capital, tendo o amônio Cloreto de Benzalcônio

como princípio ativo. Destes, sete correspondem a empresas de médio e grande porte (Ant01 a Ant07), e três, a desinfetantes de fabricação caseira (Ant08 a Ant10), tidos como artesanais e comercializados por vendedores ambulantes.

Uma amostra padrão da American Type Culture Collection (ATCC) liofilizada da levedura foi descongelada e submetida a três passagens em 5 mL de TSB (Tryptic Soy Broth), com intervalo de 24h cada. Em seguida, repicou-se em TSA (Tryptic Soy Agar), incubada a 35°C /72h em estufa B.O.D. Introduziu-se fragmentos da borda das colônias em 5,0mL de MH (Muller Hinton Broth) e incubados durante 24h /35°C. Este inóculo foi utilizado como correspondente final com 0,5 de turvação na escala de McFarland (1-2 X108 UFC/mL).

Após o crescimento, acrescentou-se a cada tubo 10 esferas de vidro estéreis (2mm) e as mesmas ficaram por até 15 min para contaminação superficial com o fungo. As esferas foram transferidas para placas de Petri contendo papel de filtro estéril e incubadas por 40 min/35°C. Os desinfetantes foram diluídos conforme instruções do fabricante em tubos contendo 5 mL de água estéril. Transferiu-se as esferas contaminadas para os tubos com os desinfetantes e incubadas por 10 ou 15min a temperatura ambiente. Com pinça estéril, estas esferas foram transferidas para tubos contendo caldo MH esterilizado e incubadas à 35°C/48h.

Foi considerada insatisfatória a ação do antimicrobiano em turbidez acima de 0,0625 (7%, do número de células iniciais). De acordo com a INCQS/FIOCRUZ (Instituto Nacional de Controle da Qualidade em Saúde/Fundação Oswaldo Cruz), o desinfetante deve inibir o crescimento de 98,3% do inóculo microbiano, esse percentual é obtido apenas em leituras com turbidez Blank.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que, dentre os dez, três obtiveram crescimento máximo na escala de McFarland, sendo eles o Ant01, Ant05 e Ant08. Nos mesmos, foi observada uma variação de 1,6 a 2,7 x 10⁵ UFC/mL em 48h, confirmando a insuficiência como antifúngico destes produtos. Estes resultados corroboram com Coelho et al. (2008), em testes, envolvendo linhagens padronizadas, nenhum dos agentes utilizados na desinfecção apresentou qualquer efeito no crescimento da levedura. Essa resistência

observada é um alerta aos consumidores, visto que, esse patógeno tem presença constante, sendo parte da microbiota de mucosas, e que diversos fatores acarretam aumento no crescimento normal sendo possível o desenvolvimento de candidíase.

Os desinfetantes Ant02, Ant04 e Ant07 mostraram-se excelentes no controle de crescimento da levedura, obtendo Blank na escala. Campos, Valente e Avancini (2015), observaram a eficiência de desinfetantes comerciais, mesmo quando não mencionada em seus rótulos. Estes agentes podem apresentar atividade antifúngica significativa. Nestes, o composto ativo, mostrou-se mais concentrado em até 0,1%, e portanto mais eficiente que os demais.

Desinfetantes comerciais podem possuir carácter antifúngico em até 100%, mesmo quando não indicado na embalagem, pois os compostos antimicrobianos podem ser comuns entre bactérias e fungos (SARTORI et al., 2012). Cloreto de Benzalcônio é considerado, por Campos, Valente e Avancini (2015), um composto de grande espectro antimicrobiano, atuando inclusive, no combate a fungos patógenos, como a *C. albicans*.

Valores mostrados por Ant03, Ant09 e Ant10 mostraram crescimento do microrganismo sob ação dos desinfetantes, evidenciado pela turvação máxima de 0,5 em 48h e crescimento de colônias médio de $1,9 \times 10^5$ UFC/mL. Menos eficientes, portanto, que o agente Ant06 - que apresentou turvação máxima de 0,125 em 48h, e número de colônias menor ou igual a $0,90 \times 10^5$ UFC/mL. Segundo o que Silva, T. (2014) determinou em seus testes, dois, dos três desinfetantes testados possuem atividade anti-Candida em concentrações mínimas indicadas pelo fabricante. Dessa forma, fica claro que um mesmo princípio ativo pode apresentar variações de eficiência frente a um mesmo microrganismo, pois as variações de concentração são influentes significativamente, tal qual a linhagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alguns desinfetantes, possuem atividade superior a outros, isso se deve principalmente, mas não exclusivamente à concentração do princípio ativo, portanto é necessária avaliação destes desinfetantes frente a leveduras comumente encontradas no local de desinfecção, garantindo a escolha de um agente adequado.

Sugere-se uma reavaliação pelos órgãos de determinação de qualidade de desinfetantes industrializados em Teresina, Piauí, visto que a ação antimicrobiana é questionável em sua maioria, podendo apresentar risco a saúde dos consumidores

REFERÊNCIAS

CAMPOS, Felipe Lopes; VALENTE, Patrícia; AVANCINI, Cesar Augusto Marchionatti. Atividade dos desinfetantes iodóforo e composto quaternário de amônio sobre *Candida* padrão e isolados clínicos de mastite bovina. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal: RBHSA*, v. 10, n. 4, p. 716-725, 2016.

COELHO, Lidianne Gama Cabral et al. Ação antimicrobiana de soluções de uso doméstico sobre a espécie *Candida albicans* proveniente de cultura de estoque da cavidade bucal de idosos. *Arquivos em Odontologia*, v. 44, n. 1, 2016.

CRESPO, Sofia Buenaventura. Determinação de concentrações mínimas bactericidas em biofilmes do biocida cloreto de benzalcônio. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária. 2016.

DA SILVA AQUINO, Ismael et al. Evaluation of disinfectants for elimination of fungal contamination of patient beds in a reference hospital in Piauí, Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 188, n. 11, p. 644, 2016.

DA SILVA, André F. Teixeira et al. Aero microbiota fúngica do ambiente hospitalar do centro cirúrgico e da unidade de terapia intensiva de um hospital de Toledo-pr. *Acta Biomedica Brasiliensia*, v. 4, n. 1, p. 114-121, 2015.

DOS REIS, Lúcia Margarete et al. Avaliação da atividade antimicrobiana de antissépticos e desinfetantes utilizados em um serviço público de saúde. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 64, n. 5, p. 870-875, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE CONTROLE DA QUALIDADE EM SAÚDE – INCQS, Procedimento Operacional Padronizado, Método de Diluição de Uso. POP -65.3240.011. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ. 2017.

JAHN, Carolina et al. Caracterização dos Genes de metalo-beta-lactamaseblaNDM, blaSPM e blaIMP em *Pseudomonas aeruginosa* Resistentes a Carbapenems. *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção*, v. 1, n. 1, 2017.

JAHN, Carolina et al. Caracterização dos Genes de metalo-beta-lactamaseblaNDM, blaSPM e blaIMP em *Pseudomonas aeruginosa* Resistentes a Carbapenems. *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção*, v. 1, n. 1, 2017.

LEVINSON, Warren. Microbiologia médica e imunologia. McGraw Hill Brasil, 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Departamento de Informática do SUS (DATASUS) Morbidade Hospitalar Do SUS – Piauí. Disponível em:

<<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defctohtm.exe?sih/cnv/nipi.def>> Acesso em: 10 de Maio de 2017.

MURRAY, Patrick; PFALLER, Michael A. Microbiología médica. Elsevier Brasil, 2015.

PEDRINI, S. C. B.; MARGATHO, L. F. F. Sensibilidade de microrganismos patogênicos isolados de casos de mastite clínica em bovinos frente a diferentes tipos de desinfetantes. *Biológico*, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 391-395, 2003.

SARTORI, Lúcio Cláudio et al.. In Vitro Evaluation Of The Efficacy Of Commercial Disinfectants Used In Pre And Post-Dipping Against Candida Spp Isolated From Bovine Mastitc Milk./Avaliação in vitro da eficácia de desinfetantes comerciais utilizados no pré e pós-diping.. *Ars Veterinaria*, v. 28, n. 4, p. 240-243, 2012.

SILVA, Andréia Cristina Araújo et al. A segurança do paciente em âmbito hospitalar: revisão integrativa da literatura. 2016.

SILVA, Taíse et al. Avaliação da efetividade de diferentes agentes químicos na redução de colônias de Candida albicans em amostras de resina acrílica de base de prótese total: um estudo piloto. 2014.

CAPÍTULO 10

PARA ENTENDER E ESTUDAR FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

Marcos Diones Ferreira Santana (Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Universidade Federal do Oeste do Pará).

Ludyanne da Silva Sousa (Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Universidade Federal do Oeste do Pará).

Haroldo Sá Mirando Júnior (Instituto de Biodiversidade e Florestas, Universidade Federal do Oeste do Pará).

Camila Sousa dos Santos (Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Universidade Federal do Oeste do Pará).

Jéssica Aires dos Santos (Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Universidade Federal do Oeste do Pará).

Ivan Alves dos Santos Júnior (Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Universidade Federal do Oeste do Pará).

Túlio da Silva Lara (Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Universidade Federal do Oeste do Pará).

Resumo: Os Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA) compõem um grupo heterogêneo de diversos taxa de fungos, associados às raízes de mais de 80% de todas as espécies vegetais. Vivendo em associação simbiótica com as plantas, contribuem para o crescimento, nutrição, proteção contra pragas e doenças e auxiliam em condições de estresse hídrico. Sua presença implica num complexo processo de desenvolvimento, concomitantemente às alterações bioquímicas, fisiológicas e morfológicas das plantas,

principalmente no sistema radicular, tornando-o mais ramificado e capaz de explorar melhor o solo. Nesse contexto, considerando os FMA de grande importância e a necessidade de descentralizar os estudos difundindo técnicas menos danosas à saúde dos usuários, além de fácil acesso, para atender regiões com grande diversidade, mas com pouca tecnologia e tradição micológica, abordamos nesta revisão as principais características e benefícios dos FMA, suas estruturas típicas e as duas metodologias principais para iniciar qualquer estudo com micorriza arbuscular.

PALAVRAS-CHAVE: FMA; fungo simbiótico; técnicas sobre micorrizas.

1. INTRODUÇÃO

Micorriza é uma relação mutualística entre determinados fungos do solo e o sistema radicular de quase todas as plantas terrestres e algumas aquáticas (MOORA et al., 2016). Trata-se de uma interação resultante de uma união orgânica entre as raízes e o micélio do fungo, com dependência fisiológica e metabólica íntima e recíproca (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002). O termo micorriza é de origem grega, onde *myke* significa fungo e *rhiza* significa raiz (BERBARA et al., 2006), sendo literalmente um fungo de raiz.

As micorrizas podem ser classificadas em três formas básicas, dependendo da relação com o hospeiro: as ectomicorrizas, endomicorrizas e ectoendomicorrizas (HARLEY, 1969; SMITH e READ, 2008). As ectomicorrizas são caracterizadas pela presença de hifas entrelaçadas entre a epiderme da raiz de plantas vascularizadas e o córtex celular, denominada de rede de Hartig, que não penetram no interior das células corticais. As endomicorrizas, pelo contrário, penetram as células corticais radiculares através de suas hifas, sem provocar deformações no sistema radicular da planta. As ectoendomicorrizas, por sua vez, apresentam características tanto de ectomicorrizas como de endomicorrizas, pois podem penetrar as células corticais e ainda manter o manto externo de hifas (MIKOLA, 1965).

Dessas, as endomicorrizas, também chamadas de Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA), são as mais comuns e amplamente distribuídas no mundo (DAVISON et al., 2015). O termo foi cunhado por Frank em 1885 ao reconhecer as estruturas especiais desses fungos nas raízes das árvores, atribuindo na época a denominação “micorriza vesicular-arbuscular” (VAM). Em 1888, o autor descreveu a morfologia e inferiu sobre o papel fisiológico desses fungos mudando a terminologia para “Micorriza arbuscular” (AM), pois percebeu que nem todas as endomicorrizas desse tipo desenvolvem vesículas, mas todas formam arbúsculos.

Os FMA formam uma das associações simbióticas mais comuns e generalizadas na natureza, podendo infectar até 80% das plantas terrestres (BERBARA et al., 2006; BRUNDRETT e TEDERSOO, 2018). Trata-se de uma associação extremamente difundida na natureza (SIQUEIRA et al., 2002; SMITH e READ, 2008), ocorrendo desde áreas árticas (CABELLO et al., 1994), desérticas (YANG et al., 2008), até áreas de floresta boreal (ÖPIK et al., 2008) e tropical (GOTO et al., 2011), favorecendo o estabelecimento de

comunidades vegetais, especialmente quando a fertilidade do solo é o fator limitante, como nos trópicos (van der HEIJDEN et al., 2008; SOUZA et al., 2010).

De modo geral, esses organismos reduzem os efeitos de materiais tóxicos no solo, auxiliam na recuperação de áreas degradadas, facilitam a absorção de nutrientes pelas plantas, e com isso, podem influenciar na redução do uso de fertilizantes na agricultura (HELGASON e FITTER, 2005; SMITH e READ, 2008; PARNISKE, 2008). Sobretudo, o estudo dos FMA é fundamental em regiões onde a fertilidade do solo e o estresse hídrico são fatores limitante.

2. DIVERSIDADE

Os registros fósseis sugerem que a relação entre os FMA e as plantas surgiu entre 400 e 460 milhões de anos atrás (REDECKER et al., 2000; DOZTLER et al., 2006; 2009; SILVA, 2008; SMITH e READ, 2008). Essa simbiose já foi observada ocorrendo em várias linhagens, desde as mais antigas, como as hepáticas até as angiospermas (SMITH e READ, 2008) e é considerada um importante ponto de partida da colonização do ambiente terrestre pelas plantas, além de permitir elevadas taxas, em escala global, de transferência de nutrientes e sequestro de carbono (BONFANTE e GENRE, 2010).

Atualmente os FMA encontram-se inseridos no filo Mucoromycota, subfilo Glomeromycotina (SPATAFORA et al., 2016). O número de espécies continua com grande oscilação, principalmente devido a taxonomia que ainda se limita a análise dos esporos desses fungos, também chamados de glomerosporos, cuja a produção depende da espécie, da interação com o hospedeiro e de fatores externos como a disponibilidade de água e nutrientes do solo (BEVER et al., 2001; MOHAMMAD et al., 2003; PANWAR e TARAFDAR, 2006; PANWAR et al., 2011).

Com o advento das técnicas moleculares, uma estimativa mais recente foi proposta por Öpik et al. (2014) que sugeriram a existência de até 1000 espécies para o mundo. No entanto, se considerar que aproximadamente 80% das plantas seriam colonizados por FMA (BRUNDRETT e TEDERSOO, 2018) e que na América do Sul existem aproximadamente 143.903 espécies de plantas nativas

(ULLOA-ULLOA et al., 2017), seriam pelo menos 100.000 plantas hospedeiras possíveis. Deve-se considerar que até 60 espécies de FMA podem se associar a um único

hospedeiro vegetal (DAVISON et al., 2015) e dessa forma, é possível estimar que o número de espécies de FMA, apenas na América do Sul, seria maior que o total mundial proposto por Öpik et al. (2014), sendo o Brasil o país de maior diversidade no continente (COFRÉ et al., 2019).

Essas estimativas indicam a necessidade de maior integração entre os ecologistas e taxonomistas desse grupo de fungos, principalmente diante da necessidade de compreensão dos processos fisiológicos nas comunidades vegetais e nos ecossistemas (BERBARA et al., 2006).

3. RECONHECIMENTO DOS FMA

Estudar os FMA não é uma tarefa simples, pois esses organismos são simbiontes obrigatórios, o que significa que só crescem e sobrevivem na presença de raízes de plantas hospedeiras (GOMIDE et al., 2009) e não podem ser cultivados em meios de culturas tradicionais. Assim, é preciso cultivá-los na presença de uma planta hospedeira a partir de esporos extrarradiculares, sendo a associação confirmada por meio da visualização de algumas estruturas típicas importantes como esporos, hifas, arbúsculos e vesículas.

Os esporos são estruturas multinucleadas de paredes espessas produzidos para propagação dos fungos que se originam da diferenciação de hifas vegetativas (ZOBEL, 2005; SMITH e READ, 2008). As hifas funcionam como extensão das raízes das plantas devido à sua grande capacidade de ramificação, podendo exceder 100 metros de hifas por centímetro cúbico do solo (MILLER et al., 1995), favorecendo a exploração do solo e realizando absorção de água e nutrientes. Os arbúsculos são estruturas altamente ramificadas para a troca de nutrientes com a planta que dão o nome para esse grupo de fungos “Arbusculares”, efêmeras e responsáveis por transferir os nutrientes às plantas (GIANINAZZI-PEARSON, 1996). As vesículas são estruturas de reserva de lipídeos, inter ou intracelulares, com tamanho variável entre 30 a 100 mm, presente em alguns grupos e ausentes em outros (SIQUEIRA, 1994). Na figura 1 são mostradas estruturas típicas dos FMA (aumento de 400 vezes) com auxílio de um microscópio de luz.

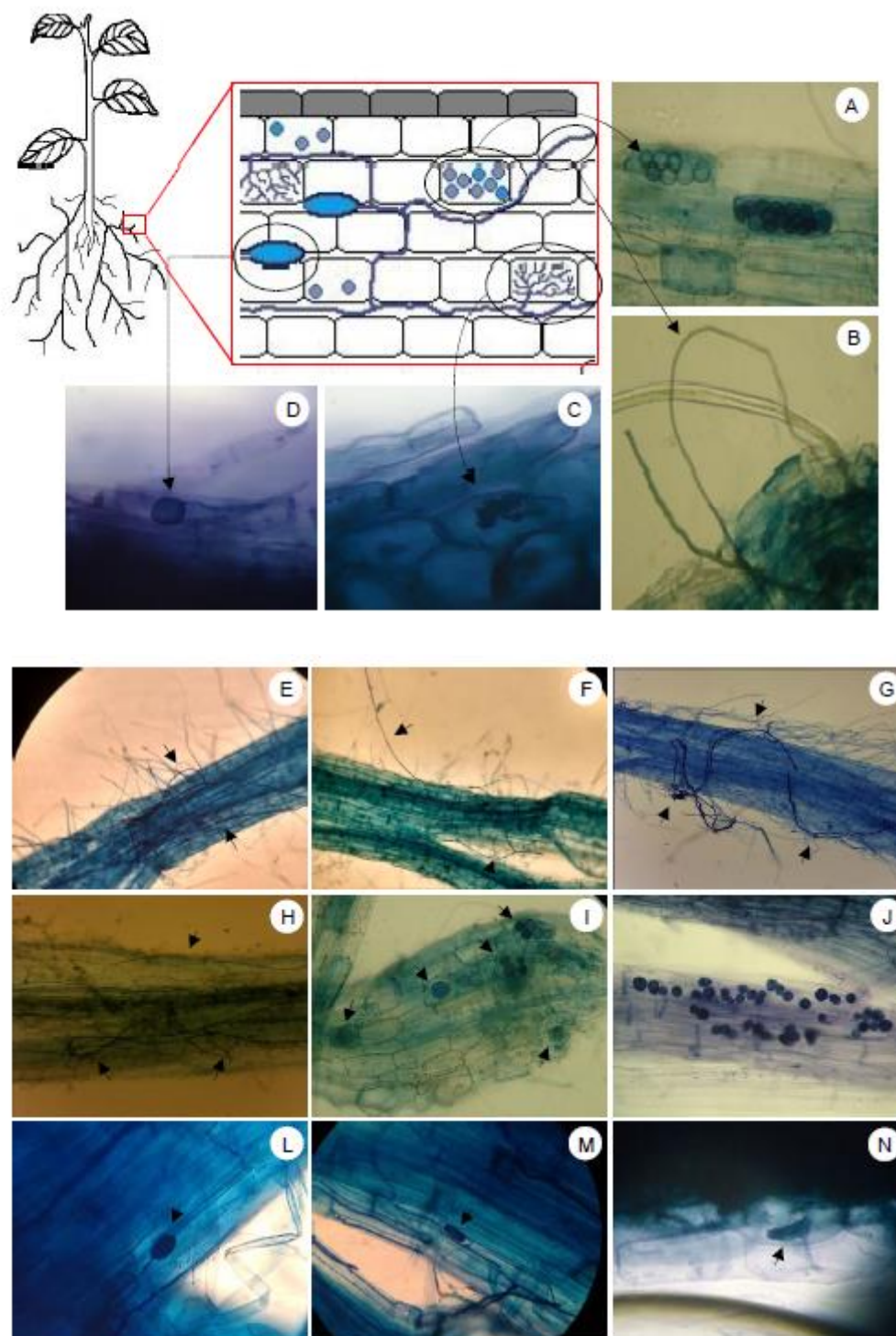


FIGURA 1: Esquema da infecção por Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA) no sistema radicular e estruturas típicas da simbiose (setas). A) Esporos; B) Hifas; C) Arbúsculo; D) Vesícula; E-G) Hifas extrarradiculares; H) Hifas intrarradiculares; I-J) Esporos intrarradiculares; L-M) Vesícula; N) Arbúsculo.

4. BENEFÍCOS DOS FMA

Os FMA constituem um dos componentes mais valiosos da biota dos solos, principalmente por seus benefícios ambientais que devem ser considerados como um recurso biótico de grande utilidade na gestão sustentável dos solos (SIEVERDING, 1991). Sobretudo, pela relação harmônica e íntima com as plantas, que secretam sinais químicos (fatores de micorrização - MYC) em condições de estresse nutricional para estimular a germinação de esporos dos FMA e atraí-los (LAMBAIS e RAMOS, 2010).

Historicamente, devido à sua relação restrita com o sistema radicular, Heinrich Anton de Bary, em 1869, acreditou que esses fungos eram parasitas, já que precisam viver nas raízes das plantas. No entanto, com o avanço dos estudos científicos, descobriu-se que eles formam associações mutualistas (a planta fornece ao fungo os hidratos de carbono sintetizados na fotossíntese e, por outro lado, o fungo facilita a aquisição de água e nutrientes à planta, através do aumento da sua área de absorção) (SMITH et al., 2010; SAMPAIO, 2012).

Essa simbiose mutualística confere efeitos nutricionais positivos, a partir dos mecanismos de absorção e mobilização de nutrientes que esses fungos apresentam, ainda mais eficientes que raízes (NIELSEN et al., 2002). Geralmente, as raízes finas se posicionam na camada superficial do solo, onde a zona de nutrientes é maior, sendo estas raízes as que concentram maior taxa de associações com os FMA. Nessas raízes são induzidos os maiores comprimentos de hifa extrarradiculares, explorando ainda mais o solo e captando mais nutrientes (BERBARA et al., 2006; SAMPAIO, 2012).

De modo mais específico, a planta fornece ao fungo substrato energético oriundo da fotossíntese, e este, através da rede de hifas, capta nutrientes do solo, podendo fornecer à planta até 80% do fósforo, 25% do nitrogênio, 10% do potássio, 25% do zinco e 60% do cobre disponível (MARSCHNER e DELL, 1994; MOREIRA e SIQUEIRA, 2006; SMITH e READ, 2008). Além disso, esses fungos também conferem maior tolerância contra pragas, fitopatógenos e estresse hídrico (SHIAVO e MARTINS, 2002; LYNCH e HO, 2005) e salino (GIRI et al., 2002). Essa simbiose torna-se uma ferramenta muito útil na produção de plantas para reflorestamento (SANTANA et al., 2018) e de interesse agrônomo.

(SANTOS et al., 2018), principalmente diante dos altos índices de degradação ambiental da última década.

Um dos benefícios ainda pouco considerando dos FMA é a capacidade de aumentar a tolerância das plantas aos metais pesados existentes em solos contaminados a partir da retenção do contaminante nas raízes abrandando a translocação para a parte aérea (CABRAL et al., 2010), além de, juntamente com as hifas, aumentarem a agregação do solo (Rillig e Mummey, 2006).

Contudo, é sabido que os FMA podem colonizar diferentes plantas e apresentar distintos comportamentos (DUMAS-GAUDOT et al., 1996). Então, para efeitos benéficos, a inoculação de FMA deve ser praticada na formação das mudas, no caso de plantas arbóreas, para garantir o estabelecimento da simbiose (ZANGARO e ANDRADE, 2002; REIS et al., 2006) ou estar presente no ato da germinação da semente em plantas com ciclo de vida mais rápido.

Plantas inoculadas crescem mais rapidamente (PENG et al., 2013; BOFF et al., 2014), exigem menos insumos e toleram mais o estresse à doenças e transplante para o campo, além de favorecerem a redução dos custos com adubação (SAGGIN-JUNIOR e SIQUEIRA, 1996; JANOS, 1988; BOFF, 2010). Outro fator importante diz respeito ao crescimento do sistema radicular das plantas, algo de grande importância, principalmente para plantas destinadas ao reflorestamento e recuperação de ambientes degradados ou cultivadas em solos de baixa fertilidade (SOARES et al., 2012).

5. NOSSAS OBSERVAÇÕES

Para aumentar as chances de sucesso em atividades de recuperação ambiental e restabelecimento dos processos naturais dos ecossistemas, por exemplo, é necessária a produção de mudas de essências florestais nativas capazes de suprir a demanda dos programas de recomposição vegetal. Simultaneamente a essa problemática, há a preocupação de que as mudas selecionadas tenham alta capacidade de sobrevivência em campo e se adaptem às condições edafoclimáticas locais (CARRASCO e CASTANHEIRA, 2004).

Nesse aspecto, Santana et al. (2018) observaram resultados animadores quanto ao desenvolvimento de mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber) infectadas com FMA nativos em relação as plantas não infectadas

(Figura 2). Essa espécie arbórea e leguminosa, é indicada para recuperação ambiental, além do valor econômico considerando seu potencial na indústria madeireira.

FIGURA



FIGURA 2: Plantas de paricá com 60 dias de cultivo. A) Paricá sem a infecção por Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA); B) Paricá infectado por FMA; C) Confirmação da infecção por meio da visualização das estruturas típicas dos FMA (setas).

Diante desses resultados, é inegável que a utilização de FMA pode ser adotada como estratégia de manejo para resolução de problemas ambientais (TRINDADE et al., 2010), favorecendo as plantas e tornando-as ecologicamente mais competitivas e diminuindo a necessidade de maiores cuidados na fase de muda. Em caso de plantas de interesse da agricultura, como o milho (*Zea mays* L.), os benefícios do uso de FMA na produção vegetal são mais evidentes (Figura 3). Essa cultura é grande importância mundial devido

ao seu valor nutricional, e à produção de matérias-primas para o mercado bioenergético.



FIGURA 3: Plantas de milho com 15 dias de cultivo. A) Plantas sem a infecção por Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA); B) Plantas de milho com infecção por FMA; C) por meio da visualização das estruturas típicas dos FMA (setas); D-F) Aspecto do crescimento do sistema radicular do milho sem os FMA; G-I) Aspecto do desenvolvimento do sistema radicular na presença dos FMA.

A inoculação de mudas com esses fungos favorece o crescimento e a adaptação das plantas aos estresses bióticos e abióticos do solo, principalmente o estresse hídrico (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006; SOARES e CARNEIRO, 2010; COLEMAN-DERR e TRINGE, 2014; CHITARRA et al., 2016). Essas informações foram corroboradas em nossas pesquisas (dados não publicados), nas quais plantas cultivadas por 15 dias na presença de FMA nativos, toleraram mais a falta de água por um período de 10 dias (Figura 4AB), ao passo que nas mesmas condições, as plantas na ausência da infecção apresentaram resultados totalmente opostos (Figura 4CD).

Figura

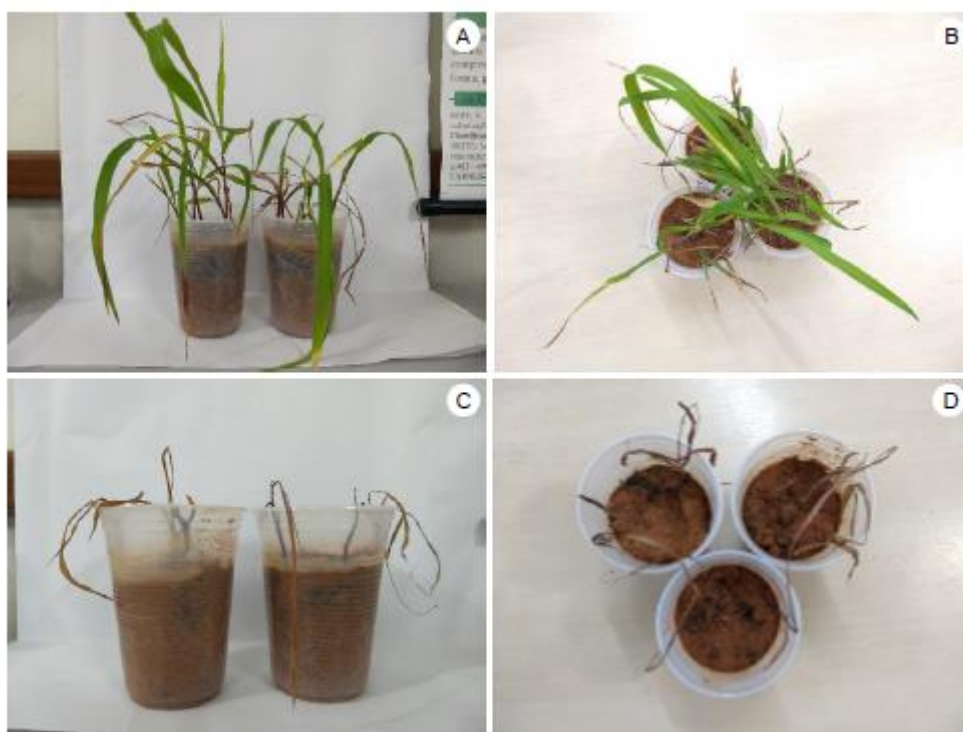


Figura 4: Plantas de milho com 15 dias de cultivo submetidas ao estresse hídrico por 10 dias. A-B) Plantas com infecção por Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA); C-D) Plantas na ausência da infecção por FMA.

Em plantas de interesse agrícola, essa maior capacidade absorção de água, tem interferência direta na produção de grão, que em campo, nos estádios V12 a R3, que são os momentos de maior necessidade hídrica pela planta, pode ocorrer a redução de número, abortamento, e enchimento dos grãos (SUN et al., 2017). No entanto, o estudo desses benefícios oriundos da interação micorrízica arbuscular deve ser exaustivamente

explorado para entender o seu funcionamento e planejar o uso em biotecnologias sustentáveis (SEI, 2012).

6. MÉTODOS PARA ESTUDO DOS FMA

Os FMA constituem importantes ferramentas biotecnológicas, mas seu estudo requer o uso de metodologias necessárias e específicas. Algumas técnicas são amplamente difundidas entre os estudiosos de FMA e em contribuição, detalhamos duas delas, igualmente necessárias, para início de qualquer pesquisa envolvendo FMA: (i) a técnica de extração dos esporos de FMA do solo proposta por Gerdemann e Nicolson (1963), seguida conjuntamente da centrifugação em sacarose 50% sugerido adicionalmente por Jenkins (1964) e (ii) a técnica de coloração de micorriza proposta por Phillips e Hayman (1970) para visualização das estruturas típicas dos FMA no tecido radicular da planta hospedeira.

6.1. EXTRAÇÃO E ANÁLISE DOS ESPOROS DE FMA

Como mostrado na figura 5, os passos para a extração dos esporos dos FMA iniciam-se com o preparo da amostra, podendo ser uma amostra composta, de solo rizosférico oriunda da área estudada, geralmente em torno de 100g, homogeneizada com auxílio de um bastão de vidro, em 200 mL de água em um Becker de capacidade de 500 mL. Após mistura, a amostra (excluindo o solo que decantou no fundo do Becker) passa pelo peneiramento e decantamento úmido em uma peneira Tamis com malha de 50 μ m (GERDEMANN e NICOLSON, 1963), sob uma tornei de vazão mediana para limpeza da amostra. O resultante do peneiramento, é distribuído em tubos tipo Falcon de 15 mL (pelo menos 5 mL da amostra por tubo) e completado com sacarose (JENKINS, 1964) a 50% para então serem centrifugadas a 3.000 rpm por 15 minutos.

Decorrido o tempo de centrifugação, as amostras devem passar novamente pela peneira para retirada da sacarose sob água corrente de vazão mediana. Após lavagem, os esporos podem ser quantificados em uma placa de

Petri de acrílico de 90 mm de diâmetro quadriculada (1 $\times$ 1cm) com auxílio de um microscópio estereoscópico com aumento de 40 vezes.

Figura 5: Técnica de extração de esporos de Fungos Micorrízico Arbusculares (FMA). A) Coleta da amostra em campo; B) Peneiramento da amostra; C) Lavagem da amostra para retirar o excesso de solo; D) Adição de sacarose; E) Centrifugação das amostras; F) Lavagem para retirada da sacarose; G) Observação dos esporos de FMA em microscópio estereoscópico.



Figura 5: Técnica de extração de esporos de Fungos Micorrízico Arbusculares (FMA). A) Coleta da amostra em campo; B) Peneiramento da amostra; C) Lavagem da amostra para retirar o excesso de solo; D) Adição de sacarose; E) Centrifugação das amostras; F) Lavagem para retirada da sacarose; G) Observação dos esporos de FMA em microscópio estereoscópico.

6.2. COLORAÇÃO DOS FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

Para reconhecer a existência da simbiose micorrízica e estudá-la, é necessário o emprego de metodologias que auxiliam na visualização das estruturas específicas intrarradicais dos FMA, tais como esporos, hifas, vesículas e arbúsculos. Dentre as já conhecidas (NICOLSON, 1959; GERDEMAN, 1955), destaca-se a técnica tradicionalmente aceita e amplamente difundida entre os micorrizologistas proposta por de Phillips e Hayman (1970).

Essa técnica consiste em clarificar as raízes submergindo-as em hidróxido de potássio (KOH) a 10% em tubos de ensaio e estes, aquecidos a uma temperatura acima de 80 °C em banho maria por até 15 minutos. Em seguida, as raízes são lavadas em água corrente para retirar o KOH e acidificadas em ácido clorídrico (HCl) 1N por 1 minuto para então, serem coloridas com Azul de Tripiano (Trypan Blue) a 0,05% em banho maria na mesma temperatura que o procedimento de descoloração, por 5 minutos. Ver figura 6.

Figura

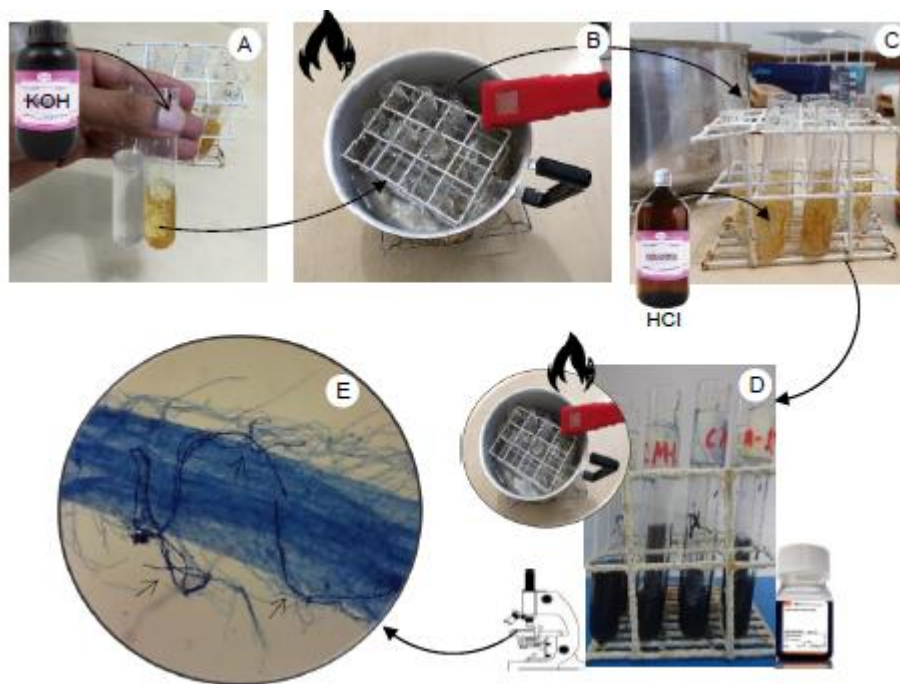


Figura 6: Coloração de Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA) proposta por Phillips e Hayman (1970). A-B) Descoloração do sistema radicular com KOH; C) Acidificação com HCl das raízes descoloridas; D) Coloração dos FMA com Azul de Tripiano; E) Observação de hifas (setas) dos FMA.

O corante Azul de tripano pode ser dissolvido em lactofenol como indicado pelos autores, ou em uma solução ácida de glicerol (KOSKE e GEMMA, 1989) ou mesmo numa simples solução em ácido acético a 25% (MAULER-MACHNIK e NASS, 1990). No entanto, esses itens são considerados de alto risco a saúde dos usuários por causarem toxicidade e serem cancerígenos (CHUNG, 1983) devido a emissão de vapores durante o processo de coloração (ROBERTSON et al., 1982), já que o procedimento exige calor enquanto colore as estruturas dos FMA, podendo irritar os olhos, pele ou mesmo causar mutagenicidade (ROBERTSON et al., 1982; CHUNG, 1983).

Isso dificulta o uso da técnica em instituições com pouca tecnologia ou por usuários inexperientes como estagiários em treinamento ou alunos em uma aula prática de laboratórios. Em resposta a necessidade de estudos e mais autonomia, alguns autores propuseram a substituição dos constituintes da técnica tradicional por opções menos danosas e mais acessíveis para o estudo das MA. Atribuiu-se aqui maior atenção a Silva et al., (2015) que sugeriram a modificação da técnica indicando produtos menos perigosos e de fácil acesso. Nesse estudo, os autores substituíram o KOH por soda caustica comercial (NaOH) a 10%, o HCl por vinagre e indicaram corantes naturais a base de polpas de açaí, açafrão e urucum para substituir o azul de tripano.

Na figura 7 é apresentada a técnica de Phillips e Hayman (1970) com as modificações de Silva et al. (2015), usando como modelo raízes de milho colonizadas com FMA nativos da região de Santarém, PA, com 15 dias de cultivo, a 27 °C e fotoperíodo de 12 horas. As raízes foram cortadas em segmentos de 5 cm e submetidas ao clareamento em NaOH 10% aquecidas em banho-maria, em temperatura acima de 80 °C por 15 minutos e em seguida, lavadas em água corrente. Após, foram acidificadas em vinagre por 1 minuto e posteriormente coloridas com corantes a base de polpa de açaí, açafrão e urucum a 5% (v/v) por cinco minutos, usando o vinagre como solvente dos corantes.

Com resultados animadores e testados com sucesso aqui, essa técnica pode ser empregada em atividades didáticas e em pesquisas sem perda de qualidade da coloração dos FMA. Contudo, sugere-se a leitura do artigo para maiores detalhes quanto a produção dos corantes.



Figura 7: Técnica de coloração de Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA) proposta por Phillips e Hayman (1970) com modificações segundo Silva et al. (2015). A-B) Descoloração do sistema radicular com NaOH em banho maria; C) Acidificação com vinagre comercial do sistema radicular descolorido; D) Coloração dos Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA) com produtos naturais; E) Açaí; F) Açafrão; G) Urucum. Setas apontam para hifas de FMA.

Para fins fotográficas, de visualização, estudos e sobretudo, ensino dos FMA, os corantes naturais apresentaram bons resultados colorindo visivelmente todas as estruturas do fungo, mesmo que com maior intensidade as hifas e em menor resolução os arbúsculos. Sobretudo, a técnica pode ser aplicada no ensino em prejuízo à saúde dos usuários.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fungos micorrízicos melhoram consideravelmente o desenvolvimento das plantas e as ajudam a lidar com as mudanças nos ambientes. Quanto já estão adaptados aos ambientes e às plantas, os benefícios na resposividade dos vegetais podem ser ainda

maiores, além do crescimento, com o desenvolvimento de um sistema radicular mais ramificado e capaz de explorar mais e melhor o solo. Esse aspecto denota uma grande variabilidade na eficiência simbiótica e o grande potencial de uso dos FMA como ferramentas biotecnológicas de extrema importância no desenvolvimento sustentável.

É importante mencionar que com uma maior capacidade absorção de água, nutrientes minerais e maior tolerância à falta de água, as plantas tornam-se agronomicamente superiores e ecologicamente mais competitivas. Dessa forma, esses fungos podem colaborar com a diminuição ou até mesmo extinção do emprego fertilizantes sintéticos e agrotóxicos. Pelas razões apresentadas aqui, além de muitas outras, é preciso difundir e popularizar as técnicas de estudo dos FMA e sua relação com as plantas com o intuito de ampliar o conhecimento e conseqüentemente, as possibilidades de aplicação, já que se trata do mais inesperado e surpreendente fenômeno da natureza.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERBARA, R. L. L.; SOUZA, F. A.; FONSECA, H. M. A. Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. *Nutrição Mineral de Plantas*. 1 ed. Viçosa: SBCS, v. 3, p. 53-88, 2006.

BEVER, J. D.; SCHULTZ, P. A.; PRINGLE, A.; MORTON, J. B. Arbuscular mycorrhizal fungi: More diverse than meets the eye, and the ecological tale of why. *Bioscience*, v. 51, p. 923-931, 2001.

BOFF, V. L. Avaliação da dependência micorrízica do *Schislobium parahyba* Var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (paricá) para ser empregado na recuperação de áreas degradadas na Amazônia. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Marabá, Universidade Federal do Pará, p. 48, 2010.

BOFF, V. L.; MELLO, A. H.; MANESCHY, R. Q. Fungos micorrízicos Arbusculares em mudas de paricá: colonização, dependência e relações com o desenvolvimento das plantas. *Enciclopédia Biosfera*. Centro Científico Conhecer, v. 10, p. 1824-1831, 2014.

BONFANTE, P.; GENRE, A. Mechanisms underlying beneficial plant–fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. *Nature Communications*, v. 1, p. 48, 2010.

BRUNDRETT, M. C.; TEDERSOO, L. Evolutionary history of mycorrhizal symbioses and global host plant diversity. *New Phytologist*, v. 220, p. 1108-1115, 2018.

CABELLO, M.; GASPAR, L.; POLLERO, R. *Glomus antarticum* sp. nov.; a vesiculararbuscular mycorrhizal fungus from Antartica. *Mycotaxon*, v. 51, p. 123-128, 1994.

CABRAL, L.; SIQUEIRA, J. O.; SOARES, C. R. F. S.; PINTO, J. E. B. P. Retenção de metais pesados em micélio de fungos micorrízicos arbusculares. *Química Nova*, v. 33, p. 25-29, 2010.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, p. 147-157, 2008.

CARRASCO, P. G.; CASTANHEIRA, S. A. Recipientes e substratos na produção de mudas de espécies florestais de Restinga em Ilha Comprida, SP. *Arquivos do Instituto de Biologia*, v. 71, p. 305-307, 2004

CHITARRA, W.; PAGLIARA, C.; MASERT, B.; LUMINI, E.; SICILIANO, I.; CASCONI, P.; SHUBERT, A.; GAMBINO, G.; BALESTRINI, R.; GUERRIERI, E. Insights on the Impact of Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis on Tomato Tolerance to Water Stress. *Plant Physiology*, v. 171, p. 1009-1023, 2016.

CHUNG, K. T. The significance of azo-reduction in the mutagenesis and carcinogenesis of azo dyes. *Elsevier*, v. 114, p. 269-281, 1983.

COFRÉ, M. N.; SOTERAS, F.; IGLESIAS, M. R.; VELÁZQUEZ, S.; ABARCA, C.; RISIO, L.; ONTIVERO, E.; CABELLO, M. N.; DOMÍNGUEZ, L. S.; LUGO, M. A. Biodiversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi. in South America: A Review. In:

Pagano, M. C.; Lugo, M.A. (eds.). *Mycorrhizal Fungi in South America, Fungal Biology*. 2019.

COLEMAN-DERR, D.; TRINGE, S. G. Building the crops of tomorrow: advantages of symbiont-based approaches to improving abiotic stress tolerance. *Frontiers in Microbiology*, v. 283, p. 1-6, 2014.

DAVISON J. Global assessment of arbuscular mycorrhizal fungus diversity reveals very low endemism. *Science*, v. 349, p. 970-973, 2015.

DOTZLER, N.; KRINGS, M.; TAYLOR, T. N.; AGERER, R. Germination shields in *Scutellospora* (Glomeromycota: Diversisporales, Gigasporaceae) from the 400 million-year-old Rhynie chert. *Mycological Progress*, v. 5, p. 178-184, 2006.

DOTZLER, N.; WALKER, C.; KRINGS, M.; HASS, H.; KERP, H.; TAYLOR, T. N.; AGERER, R. Acaulosporoid glomeromycotan spores with a germination shield from the 400-million-year-old Rhynie chert. *Mycological Progress*, v. 8, p. 9-18, 2009.

DUMAS-GAUDOT, E.; SLEZACK, S.; DASSI, B.; POZO, M. J.; GIANINAZZIPEARSON, V.; GIANINAZZI, S. Plant hydrolytic enzymes (chitinases and β -1,3- glucanases) in root reactions to pathogenic and symbiotic microorganisms. *Plant and Soil*, v. 185, p. 211-221, 1996.

FRANK, B. Über die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Baume durch unterirdische Pilze. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, Berlin, v. 3, p. 128-145, 1885.

GERDEMANN, J. W. Relation of a large soil-borne spore to phycomycetous mycorrhizal infections. *Mycologia*, v. 47, p. 619-632, 1955.

GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of British Mycological Society*, v. 46, p. 235-244, 1963.

GIRI, B.; KAPOOR, R.; MUREJI, K. G. VA Mycorrhizal Tecnicas/ VAM Technology in establishment of plant under salinity stress conditions. In: MUREJI, K. G.; MANOHARACHARY, C.; CHAMOLA, B. P. *Techniques in mycorrhizal studies*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.

GOMIDE, P. H. O.; SANTOS, J. G. D.; SIQUEIRA, J. O.; SOARES, C. R. F. S. Diversidade e função de fungos micorrízicos arbusculares em sucessão de espécies hospedeiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, p.1483-1490, 2009.

GOTO, B. T.; SILVA, G. A.; MAIA, L. C.; SOUZA, R. G.; COYNE, D.; TCHABI, A.; LAWOUIN, L.; HOUNTONDJI, F.; OEHL, F. *Racocetra tropicana*, a new species in the Glomeromycetes from tropical areas. *Nova Hedwigia*, v. 92, p. 69-82, 2011.

HARLEY, J. L. The biology of mycorrhiza. London: Leonard Hill Ltd., v. 2, p. 334, 1969.

HELGASON, T.; FITTER, A. The ecology and evolution of the arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycologist*, v. 19, p. 96-101, 2005.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reports*, v. 48, p. 692, 1964.

KOSKE, R. E.; GEMMA, J. N. *Glomus nanolumen* (Endogonaceae), a new species from Hawaii. *Mycologia*, v. 81, p. 935-938, 1989.

LAMBAIS, M. R.; RAMOS, A. C. Sinalização e transdução de sinais em micorrizas arbusculares. In: SIQUEIRA, J. O.; SOUZA, F. A. de; CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M. *Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil*. Lavras: Ed. da UFLA, p. 119-132, 2010.

LYNCH, J. P.; HO, M. D. Rhizoeconomics: carbon costs of phosphorus acquisition. *Plant Soil*, v. 269, p. 45-56, 2005.

MARSCHNER, H.; DELL, B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*, v. 159, p. 89-102, 1994.

MAULER-MACHNIK, A.; NASS, P. Simple method for early diagnosis of *Pseudocercospora herpotrichoides* using the Bayer Ceral Diagnostic System after Verreet/Hoffmann. *Gesunde Pflanzen*, v. 42, p. 130-132, 1990.

MIKOLA P. Studies on the ectendotrophic mycorrhiza of Scots pine in Finland. *Acta Forestalia Fennica*, v. 79, p. 1-56, 1965.

MILLER, R. M., REINHARDT, D. R.; JASTROW, J. D. External hyphal production of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in pasture and tallgrass prairie communities. *Oecologia*, v. 103, p. 17-23, 1995.

MOHAMMAD, M. J.; HAMAD, S. R.; MALKAWI, H. I. Population of arbuscular mycorrhizal fungi in semi-arid environment of Jordan as influenced by biotic and abiotic factors. *Journal of Arid Environment*, v. 53, p. 409-417, 2003.

MOORA, M.; ÖPIK, M.; DAVISON, J.; JAIRUS, T.; VASAR, M.; ZOBEL, M.; ECKSTEIN, R.L. AM fungal communities inhabiting the roots of submerged aquatic plant *Lobelia dortmanna* are diverse and include a high proportion of novel taxa. *Mycorrhiza*, v. 26, p. 735-745, 2016.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e Bioquímica do Solo*. Lavras: Universidade Federal de Lavras, p. 305-329, 2002

MOREIRA, F. M.; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. 2 ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, p. 729, 2006.

NICOLSON, H. Mycorrhiza in the Gramineae I vesicular-arbuscular endophytes, with special reference to the external phase. *Trans. Br. Mycol. SOC.*, v. 42, p. 421-438, 1959.

NIELSEN, J. S., JONER, E. J., DECLERCK, S., OLSSON, S.; JAKOBSEN, I. Phospho-imaging as a tool for visualization and noninvasive measurement of P transport dynamics in arbuscular mycorrhizas. *New Phytol*, v. 154, p. 809-819, 2002.

OPIK, M.; DAVISON, J.; MOORA, M.; ZOBEL, M. DNA-based detection and identification of Glomeromycota: the virtual taxonomy of environmental sequences. *Botany-Botanique*, v. 92, p. 135-147, 2014.

OPIK, M.; MOORA, M.; ZOBEL, M.; SAKS, U.; WHEATLEY, R.; WRIGHT, F.; DANIELL, T. High diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in a boreal herb-rich coniferous Forest. *New Phytologist*, v. 179, p. 867-876, 2008.

PANWAR, J.; TARAFDAR, J. C. Arbuscular mycorrhizal fungal dynamics under *Mitragyna parvifolia* (Roxb.) Korth. in Thar Desert. *Applied Soil Ecology*, v. 34, p. 200-208, 2006.

PANWAR, V.; MEGHVANSI, M. K.; SIDDIQUI, S. Short-term temporal variation in sporulation dynamics of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi and physico-chemical edaphic properties of wheat rhizosphere. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 18, p. 247-254, 2011.

PARNISKE, M. Arbuscular mycorrhiza: the mother of plant root endosymbioses. *Nature Reviews Microbiology*, v. 6, p. 763-775, 2008.

PENG, S.; GUO, T.; LIU, G. The effects of arbuscular mycorrhizal hyphal networks on soil aggregations of purple soil in southwest China. *Soil Biology & Biochemistry*, Elmsford, v. 57, p. 411-417, 2013.

PHILIPS, D. A.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, Cambridge, v. 55, p. 158-161, 1970.

REDECKER, D.; KODNER, R.; GRAHAM, L. E. Glomalean Fungi from the Ordovician. *Science*, v. 289, p. 1920-1930, 2000.

REIS, V. M., OLIVEIRA, A. L. M., BALDANI, V. L.D., OLIVARES, F. L., BALDANI, J. I. Fixação biológica de nitrogênio simbiótica e associativas. In: FERNANDES, M. S. (ed.) *Nutrição Mineral de Plantas*. SBCS, Viçosa, p. 154-194, 2006.

RILLIG, M. C.; MUMMEY, D. L. Mycorrhizas and soil structure. *New Phytologist*, v.171, p.41-53, 2006.

ROBERTSON, J. A.; HARRIS, W. J.; MCGREGOR, D. B. Mutagenicity of azo dyes in the Salmonella/activation test. *Carcinogenesis*, Oxford, v. 3, p. 21-23. 1982.

SAGGIN-JÚNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O.; GUIMARÃES, P. T. G.; OLIVEIRA, E. A. Colonização do cafeeiro por diferentes fungos micorrízicos: efeitos na formação das mudas e no crescimento em solo fumigado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 19, p. 213-220, 1996.

SAMPAIO, A. M. N. C. O papel das micorrizas no modo de produção biológico da alface (*Lactuca sativa* L.). Dissertação (Mestrado em Agricultura Biológica) - Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Portugal, p. 84, 2012.

SANTANA, M. D. F.; SILVA, J. D. S.; CASTRO, A. B.; ALBINO, U. B. Micorrizas da Transamazônica (BR-230) e sua influência no cultivo do paricá. *Agroecossistemas*, v. 10, p. 43-54, 2018.

SANTOS, J. K. S.; SANTANA, M. D. F.; LARA, T. S. Responsividade de plantas de milho à inoculação com Fungos Micorrízicos Arbusculares da rizosfera de ipê amarelo, v. 10, p. 253-264, 2018.

SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum*, em substrato agroindustrial. *Revista Brasileira Fruticultura*, v. 24, p. 519-523. 2002.

SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum*, em substrato agroindustrial. *Revista Brasileira Fruticultura*, v. 24, p. 519-523, 2002.

SEI, F. B. Diversidade de rizobactérias e coinoculação com fungos micorrízicos na nutrição fosfatada e expressão gênica no feijoeiro. Tese (Doutorado em Manejo do solo) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages - SC, p. 117, 2012.

SIEVERDING, E. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical Agrosystems. GTZ, Rossdorf, p. 58-61, 1991.

SILVA, A. L. M.; SANTANA, M. D. F.; PEREIRA, J. C. J.; RAIMAM, M. P.; ALBINO, U. B. Amazonian açai and food dyes for staining arbuscular- micorrhizal fungi. *Pesq. flor. bras.*, Colombo, v. 35, p. 475-479, 2015.

SILVA, C. R. Geodiversidade do Brasil: Conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, p.264, 2008.

SIQUEIRA, J. O. Micorrizas arbusculares. In: ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. (Ed.). *Microrganismos de importância agrícola*. Brasília: Embrapa, p. 151-194, 1994.

SIQUEIRA, J. S.; LAMBAIS, M. R.; STÜRMER, S. L. Fungos Micorrízicos Arbusculares: Características, associação simbiótica e aplicação na agricultura. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, v. 25, p. 12-21, 2002.

SMITH, S. E.; FACELLI, E.; POPE, S.; SMITH, F. A. Plant performance in stressful environments: interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. *Plant Soil*, v. 326, p. 3-20, 2010.

SMITH, S. E.; READ, D. J. *Mycorrhizal symbiosis*. London, Academic Press, 3: p. 785, 2008.

SOARES, A. C. F.; SOUSA, C. S.; GARRIDO, M. S.; LIMA, F. S. Fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e nutrição de mudas de jenipapeiro. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, p. 47-54, 2012.

SOARES, C. R. F. S.; CARNEIRO, M. A. C. Micorrizas arbusculares na recuperação de áreas degradadas. In: SIQUEIRA, J.O.; DE SOUZA, F.A.; CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M. (eds). *Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil*. Lavras: UFLA, cap. 15, p. 441-474, 2010.

SOUZA, R. G.; GOTO, B. T.; SILVA, D. K. A.; SILVA, F. S. B.; SAMPAIO, E. V. S. B.; MAIA, L. C. The role of arbuscular mycorrhizal fungi and cattle manure in the establishment of *Tocoyena selloana* Schum. in mined dune areas. *European Journal of Soil Biology*, v. 46, p. 237-242, 2010.

SPATAFORA, J. W.; CHANG, Y.; BENNY, G. L.; LAZARUS, K.; SMITH, M. E.; BERBEE, M. L.; BONITO, G.; CORRADI, N.; GRIGORIEV, I.; GRYGANSKYI, A.; JAMES, T. Y.; O'DONNELL, K.; ROBERSON, R. W.; TAYLOR, T. N.; UEHLING, J.; VILGALYS, R.; WHITE, M. M.; STAJICH, J. E. A phylum-level phylogenetic classification of zygomycete fungi based on genome-scale data. *Mycologia*, v. 108, p. 1028-1046, 2016.

TRINDADE, A. V.; SAGGIN-JÚNIOR, O. J.; SILVEIRA, A. P. D. Micorrizas arbusculares na produção de mudas de plantas frutíferas e café. In: SIQUEIRA,

J. O.; SOUZA, F. A.; SOUSA, N. *Tecnologia micorrízica para o reflorestamento*. 2010

ULLOA-ULLOA, C.; ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P.; BECK, S.; BELGRANO, M. J.; BERNAL, R.; BERRY, P. E.; BRAKO, L.; CELIS, M.; DAVIDSE, G.; FORZZA, R. C.; GRADSTEIN, S. R.; HOKCHE, O.; LEÓN, B.; LEÓN-YÁNEZ, S.; MAGILL, R. E.; NEILL, D. A.; NEE, M.; RAVEN, P.

H.; STIMMEL, H.; STRONG, M. T. VILLASEÑOR, J. L.; ZARUCCHI, J. L. ZULOAGA, F. O.; JØRGENSEN, P. M. An integrated assessment of the vascular plant species of the Americas. *Science*, v. 358, p. 1614-1617, 2017.

van der HEIJDEN, M. G. A.; BARDGETT, R. D.; van STRAALLEN, N. M. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, v. 11, p. 296-310, 2008.

ZOBEL, R. W.; WRIGHT, S. F. Roots and Soil Management: Interactions between roots and the soil. R.W. ZOBEL; S.F. WRIGHT (EDS), ED. S.F. Management of Arbuscular Mycorrhizal Fungi. USA: American Society of Agronomy, p. 183-197, 2005.

YANG, Y.; CHEN, Y.; LI, W. Arbuscular mycorrhizal fungi infection in desert riparian forest and its environmental implications: A case study in the lower reach of Tarim River. *Progress in Natural Science*, v. 18, p. 983-991, 2008.

ZANGARO, W.; ANDRADE, G. Micorrizas arbusculares em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M. E. E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; SHIBATA, O. (eds.). A bacia do rio Tibagi. Edição dos editores. Londrina, p. 171-210, 2002.