

EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA COMO PRÁTICA DE ENSINO EM AULAS DE BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO

INVESTIGATIVE EXPERIMENTATION AS A PRACTICE OF TEACHING IN BIOLOGY CLASSES IN MIDDLE SCHOOL

Aline Cristine Albuquerque Silva 

Letícia de Andrade Ferreira 

Paulo Sérgio de Araujo Sousa 

Elenice Monte Alvarenga 

Resumo

O ensino apresenta uma diversidade de metodologias para serem aplicadas em sala de aula, visando a melhoria do processo de aprendizagem, e sabe-se que, especialmente em cursos técnicos, é importante se buscar associar os conteúdos teóricos estudados com situações do cotidiano e explorá-los de modo prático. Em vista disso, o presente trabalho teve como objetivo investigar como a experimentação no ensino de Biologia pode contribuir para o aprendizado dos alunos do ensino médio. Para isso, foram verificados, a partir de questionários, os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos, e realizados experimentos com organismos-teste (minhocas e células de raiz de cebola), que foram expostos aos agrotóxicos em práticas laboratoriais. Sendo o resultado obtido por meio de comparações entre o rendimento das turmas. Com isso, observou-se que houve uma melhora no rendimento dos estudantes e grande contribuição ao ensino, já que as aulas práticas melhoraram significativamente o aprendizado, o que foi demonstrado do ponto de vista quantitativo. Além disso, as atividades propostas também serviram para melhorar o conhecimento dos discentes quanto a temáticas ambientais de suma relevância.

Palavras-chave: Investigação. Bioindicadores. Toxicidade.

Abstract

Teaching has a diversity of methodologies to be applied in the classroom, aiming at improving the learning process, and it is known that, especially in technical courses, it is important to seek to associate the theoretical contents studied with everyday and exploratory situations. In view of this, the present study aimed to investigate how experimentation in Biology teaching can contribute to the learning of high school students. For this, students' previous knowledge about the contents was verified, using questionnaires, and experiments were carried out with test organisms (earthworms and onion root cells), which exposed pesticides in laboratory practices. The result being obtained through comparisons between class performance. Thus, it was observed that there was an improvement in student performance and a great contribution to teaching, since practical classes significantly improved learning, which was demonstrated from a quantitative point of view. In addition, the proposed activities also served to improve students' knowledge of highly relevant environmental topics.

Keywords: Investigation. Bioindicators. Toxicity.

Introdução

Entende-se que, tradicionalmente, as aulas na educação básica ocorrem de forma expositiva, em que o professor ainda é tido como o detentor do conhecimento e o discente recebe o conteúdo sem que haja interação, de modo que, nesse formato de aula teórica, há pouco ou quase nenhum questionamento e comprovação por parte dos alunos em relação aos conteúdos trabalhados. Para Peña (2001), é preciso ter coragem de mudar, de romper com o formal, com o objetivismo, de transformar o ato pedagógico num ato de conhecimento da vida, para que o aluno saiba enfrentar a vida num processo dialético entre a teoria e a prática.

Sabe-se que, em cursos técnicos, é sempre importante se buscar associar os conteúdos teóricos estudados com situações do cotidiano e explorá-los de modo prático. Neste sentido, em cursos técnicos de Agricultura tornam-se bastante relevantes abordagens que tratem da temática sobre os agrotóxicos, uma vez que, infelizmente, essas substâncias se mostram frequentes na realidade laboral de profissionais da área agrícola.

O ensino precisa ser integrado, tornando-se necessário que o conteúdo ensinado em aulas teóricas seja posto em prática como investigação do que foi ensinado. Assim, é necessário que ocorra a alfabetização científica que consiste em fazer com que os alunos desenvolvam o que aprenderam na teoria e explorem em prática por meio da observação, análise, reflexão e posicionamento crítico de forma concreta. Essa alfabetização científica deve apresentar uma linguagem compatível com o nível de ensino para facilitar a aprendizagem. A educação científica na perspectiva do letramento como prática social implica um desenho curricular que incorpore práticas que superem o atual modelo de ensino de Ciências predominante nas escolas (SANTOS, 2007).

Sobre isso, como estratégia metodológica eficaz que remeta à alfabetização científica, pode-se mencionar a exploração de aulas experimentais, que trabalhem conceitos científicos envolvendo questões do cotidiano.

Como tema cotidiano útil a ser explorado nessas estratégias metodológicas úteis à educação científica, pode-se mencionar o uso de pesticidas químicos em cultivos. Sabe-se que os pesticidas são frequentemente utilizados em plantações para evitar perdas pela ocorrência de inimigos naturais dos cultivos. O Brasil é o maior consumidor mundial de agrotóxicos e com grandes números de trabalhadores expostos aos problemas causados por estes produtos químicos (CARNEIRO et al., 2012). O uso frequente de agrotóxicos oferece riscos como a contaminação dos solos, das águas superficiais e subterrâneas e dos alimentos, apresentando, conseqüentemente, efeitos negativos em organismos terrestres e aquáticos, além de problemas relativos à intoxicação humana, pelo

consumo de água e alimentos contaminados, sem mencionar o risco de intoxicação ocupacional de trabalhadores e produtores rurais (SPADOTTO, 2006).

Baseando-se nesses fatos, a utilização de organismos bioindicadores vem se disseminando cada vez mais, com o objetivo de se avaliar a contaminação ou mesmo identificar a presença de contaminantes, como os agrotóxicos. Os bioindicadores têm um papel importante na pesquisa científica, por auxiliar na busca por respostas rápidas e práticas na identificação de poluentes, por meio de testes de toxicidade (bioensaios), úteis na determinação do efeito biológico de uma substância desconhecida ou de uma substância-teste, como agrotóxicos.

Um bioindicador muito utilizado para detecção de contaminantes são bulbos de *Allium cepa* (cebola), além de minhocas que também são bastante utilizadas em estudos para se determinar contaminação. Segundo Fiskesjö (1995), a raiz é comumente a parte da planta que entra em contato com os poluentes do solo ou da água. A observação do sistema teste do crescimento radicular em bulbos de *Allium cepa* tem mostrado que essa planta é bastante sensível à presença de contaminantes ambientais, especialmente à presença de substâncias solúveis em água. Neste sistema teste, a indicação de toxicidade é observada pela inibição do crescimento das raízes e pelos efeitos adversos causados aos cromossomos, que são verificados na forma de aberrações cromossômicas e alterações nos padrões de normalidade da divisão celular (FISKESJÖ, 1995). Os efeitos de contaminantes sobre a proliferação celular mostra-se como ferramenta útil ao ensino de conteúdos relativos à Biologia Celular no ensino médio.

As minhocas também se destacam como organismos bioindicadores devido ao seu nicho ecológico (PAPINI; ANDREA, 2004). As minhocas são representantes da macrofauna, permitem a entrada de ar e de água no solo, como decompositores facilitam a drenagem do solo através da escavação, e por esse motivo são mais vulneráveis ao contato com poluentes porque podem absorver ou bioacumular substâncias tóxicas, além de servirem de alimentos para outros organismos e transferir os agentes contaminantes para outras teias alimentares.

Assim, neste trabalho, buscou-se investigar como a experimentação vem sendo explorada na disciplina de Biologia em turmas de ensino médio em escola pública federal de Cocal-PI. Para isso, buscou-se explorar indicadores de alfabetização científica e conhecimentos específicos relativos à Biologia Celular junto aos estudantes de segundo ano do ensino médio integrado ao técnico em Agricultura. Além disso, comparou-se o rendimento desses estudantes àqueles do segundo ano do ensino médio integrado ao técnico em Administração, que não tiveram acesso às ações experimentais, de modo a se demonstrar a relevância da abordagem experimental investigativa na sedimentação de conhecimentos relativos à Biologia Celular.

Metodologia

Campo de trabalho

Este projeto foi realizado no município de Cocal-PI, que se encontra localizado na microrregião do litoral piauiense, mesorregião do norte piauiense e que possui uma população estimada em 27.338 habitantes, segundo o IBGE (2017). Neste município, 696 estudantes encontram-se matriculados no nível médio de ensino da educação básica (IBGE, 2015). Assim, as ações deste projeto foram realizadas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) *campus* Cocal, espaço educativo que dispõe de aproximadamente 200 alunos matriculados no ensino médio e, mais especificamente, 64 estudantes no segundo ano do ensino médio.

Verificação de indicadores de alfabetização científica e conhecimento frente aos conteúdos de Biologia Celular

Com o objetivo de averiguar como a experimentação investigativa, enquanto prática de ensino de Biologia no ensino médio, pode contribuir para o aprendizado, foi aplicado um questionário como ferramenta de coleta de dados, em que foram obtidas informações de caráter mais geral sobre a utilização de organismos-modelo para identificação da contaminação por agrotóxicos, em momento prévio à realização das atividades práticas. Além disso, foram obtidas informações de caráter específico, relativas aos conteúdos, supostamente já estudados em aulas teóricas, sobre Biologia Celular. Além do levantamento de informações de cunho mais específico sobre os conteúdos trabalhados em Biologia Celular, também foram abordadas questões sobre: grupos controle; grupos teste ou experimentais; toxicidade aguda; toxicidade subaguda que ocorre pela contaminação causada por agentes químicos durante vários dias e mutações que ocorrem nas células devido a exposição a agrotóxicos.

É importante se ressaltar que o questionário foi aplicado duas vezes, antes e após a realização das atividades de ensino propostas neste projeto, buscando-se demonstrar se houve incremento do nível de conhecimento dos alunos acerca da temática após as atividades propostas.

Atividades experimentais em aulas práticas

As práticas laboratoriais foram realizadas como proposta de experimentação investigativa em turma de segundo ano do curso técnico integrado ao médio em Agricultura. Como parâmetro de comparação, à turma de segundo ano do curso técnico integrado ao médio em Administração não foram ofertadas tais aulas práticas laboratoriais, tendo em vista a inexistência de relação direta entre a temática cotidiana abordada (uso de agrotóxicos e seus efeitos à proliferação celular) e o curso de Administração.

Em uma das ações, minhocas adultas com clitelo e massa superior a 300 mg foram submetidas a tratamentos com agrotóxicos utilizados em cultivos no município de Cocal-PI. Tais minhocas foram expostas aos tratamentos por meio da técnica do papel filtro tratado, conforme adaptação da metodologia proposta no protocolo 207 da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 1984). Segundo esta metodologia, as substâncias químicas nas concentrações definidas são embebidas em papel filtro, que forra a superfície interna de frascos de vidro de aproximadamente 3 cm de diâmetro, contendo uma minhoca cada. Os animais foram, então, mantidos em ambiente escuro por um período de até 14 dias, ao final do qual foi determinada, por meio da concentração letal média (CL50), a toxicidade aguda das substâncias químicas utilizadas. Foi estabelecido um grupo controle, com submissão das minhocas apenas a água, e, em todos os casos, os testes foram realizados em triplicatas.

Em outra ação experimental, bulbos de cebola de aproximadamente 3-3,5 cm de diâmetro foram expostos ao contato com agrotóxicos utilizados em cultivos em Cocal-PI. Após um período de 48 h de exposição aos tratamentos foi atestada a viabilidade da produção de raízes, observando o surgimento das mesmas. Decorridos cinco dias de tratamento, com substituição diária dos meios, foi, então, avaliada a toxicidade subaguda de tais substâncias, de acordo com a metodologia do teste da inibição do crescimento de raízes de *Allium cepa* descrita por Fiskesjo (1985, p. 99-112). Segundo esta metodologia foram observados parâmetros macroscópicos, como a medição diária do comprimento das raízes e, após sua remoção, aferição da massa em uma balança semianalítica. Além disso, parâmetros microscópicos também foram observados, como a ocorrência de aberrações cromossômicas e nos processos de divisão celular. Neste experimento, grupo controle foi exposto somente a água e, em todos os casos, os testes foram realizados em triplicatas.

A análise estatística dos resultados obtidos nos experimentos foi realizada com o uso dos softwares *Microsoft Excel*® e *GraphPad Prism*®.

Resultados e Discussão

Verificação de indicadores de alfabetização científica e conhecimento frente aos conteúdos de Biologia Celular pré-realização de ações práticas

Após a aplicação de instrumento específico para coleta de dados foi possível observar que, 48% dos alunos do ensino médio integrado ao técnico em Agricultura afirmaram que as aulas expositivas são suficientes e contribuem para a aprendizagem nas aulas de Biologia, enquanto 52% dos alunos afirmaram que tais abordagens não são suficientes para fins de consolidação do conhecimento em Biologia. O mesmo questionamento foi realizado aos alunos do ensino médio integrado ao técnico em Administração e 11% deles responderam que as aulas expositivas são suficientes na contribuição à sua aprendizagem e 89% dos estudantes responderam que não são

suficientes e que outras ações merecem ser realizadas, de modo a se permitir a consolidação dos conhecimentos. Questionados, ainda, se as aulas práticas melhorariam o aprendizado, 100% dos alunos de ambos os cursos afirmaram que tal abordagem implica em melhoria no aprendizado. Rosito (2008) esclarece que as atividades experimentais são benéficas quando se fundamentam na solução de problemas, envolvendo questões da realidade dos alunos, que possam ser submetidas a conflitos cognitivos.

Questionados sobre como ocorrem as intoxicações por agrotóxicos, 70% dos alunos do médio integrado ao técnico em Agricultura acertaram ao responder que estas ocorrem por exposições cutâneas e ou pulmonares, por um curto período de tempo ou por exposições prolongadas, e a mesma resposta foi dada por 63% alunos do curso técnico de Administração. Já, outros 30% dos estudantes da turma de Agricultura e 37% dos alunos da turma de Administração afirmaram que o processo de intoxicação por agrotóxicos ocorre por agentes patogênicos.

Ao serem questionados sobre a consequente morte de organismos como minhocas, eventualmente presentes em solo exposto à contaminação por agrotóxicos, 78% dos estudantes da turma de Agricultura afirmaram que há relação entre o aumento de mortes e a presença de agrotóxicos. A mesma resposta foi dada por 93% dos estudantes de Administração, enquanto 22% dos estudantes de Agricultura escolheram a alternativa em que se afirma não haver interferência na viabilidade dos organismos pelo uso de agrotóxicos no solo. A mesma resposta foi dada por 7% dos estudantes de Administração.

O questionário aplicado também dispunha de uma questão referente à possibilidade de ocorrência de alterações celulares em minhocas e células de raízes de cebola pela exposição a agrotóxicos, e 83% dos estudantes de Agricultura afirmaram haver relação entre o exposto, enquanto 17% deles acreditam não haver relação. Já na turma de Administração, 85% dos estudantes afirmaram haver relação entre alterações celulares e o uso de agrotóxicos, enquanto 15% deles acredita não haver possibilidade de ocorrência de alterações nos organismos. É importante destacar que a cebola é utilizada para avaliar danos no DNA, observados por meio da análise de aberrações cromossômicas e distúrbios no ciclo mitótico (GUSMÃO; SILVA; MEDEIROS, 2017).

Foram feitas também perguntas relacionadas aos conteúdos específicos de Biologia Celular, que guardassem relação direta com o que foi abordado nas atividades práticas realizadas. Desse modo, os alunos foram questionados sobre o processo de divisão celular mitótica e verificou-se que 4% dos estudantes da turma de Agricultura e 81% dos estudantes da turma de Administração responderam que este se trata de um processo de divisão celular na qual os cromossomos são reduzidos à metade nas células-filhas. Já, 96% dos estudantes da turma de Agricultura e 19% dos alunos da turma de Administração mencionaram que se trata de uma divisão celular na qual uma

célula dará origem a outras duas células iguais à original. Esse mesmo conceito é definido por Santana et al. (2017), estabelecendo-se que a principal característica da mitose é ser um tipo de divisão celular em que uma célula dará origem a duas novas células com o mesmo número de cromossomos da célula inicial, além de ser importante para o crescimento e desenvolvimento dos tecidos multicelulares.

Quando questionados sobre as fases de ocorrência do processo de mitose, 9% dos alunos da turma de Agricultura e 30% dos estudantes da turma de Administração mencionaram que a mitose ocorre em 5 fases, enquanto 91% da turma de Agricultura e 70% da turma de Administração acertaram ao responder que a mitose ocorre em 4 fases diferentes. É importante esclarecer que a mitose não possui 5 etapas e que segundo Junqueira e Carneiro (2005), costuma-se identificar mitose como a própria divisão celular. Para facilitar seu estudo, a mitose é subdividida em quatro etapas: prófase, metáfase, anáfase e telófase.

Finalmente, quando questionados sobre características básicas de algumas fases da divisão celular, como por exemplo, a fase em que os cromossomos se encontram no plano equatorial da célula em divisão, notou-se que 65% dos estudantes da turma de Agricultura e 48% dos estudantes da turma de Administração erraram ao responder que este fato ocorre na prófase. Já 35% dos estudantes da turma de Agricultura e 52% dos alunos da turma de Administração acertaram ao responder que esta seria uma característica típica da metáfase. Embora nesse questionamento a maioria dos alunos da turma de Agricultura tenham errado a resposta, percebe-se que, de um modo geral que, os estudantes da turma de Agricultura obtiveram um melhor desempenho, quando questionados sobre o processo de divisão celular da mitose. Segundo Lopes e Rosso (2013) A metáfase começa logo após a ruptura da carioteca, quando deixa de existir limite físico entre o citoplasma e o material nuclear, e na região equatorial da célula, forma-se a placa equatorial. Foram feitas ainda questões que se referiam a indicadores de alfabetização científica dentro do contexto dos conteúdos trabalhados. Uma das questões, objetivava verificar a percepção dos estudantes frente à necessidade de experimentos, para que possam consolidar os conhecimentos trabalhados em aulas teóricas com o auxílio de livros didáticos, por exemplo. Neste sentido, 4% dos estudantes da turma de ensino médio integrado ao técnico em Administração afirmaram que o livro didático já é suficiente para as ações relativas ao seu aprendizado e 96% dos alunos da turma de Agricultura e 96% da turma de Administração afirmaram que as aulas práticas servem como complemento às aulas teóricas. Cerca de 4% dos estudantes da turma de Agricultura responderam que a aula prática não terá relação com a teoria. É importante destacar o ponto de vista sobre a alfabetização científica conforme Sasseron e Carvalho (2008), segundo os quais deve decorrer de forma que os alunos trabalhem as habilidades dos conteúdos ministrados em sala de aula, podendo, assim, compreender

os pressupostos teóricos e aplicá-los em problemas da realidade cotidiana, sendo capazes de discutir e propor soluções para esses problemas. Deve ser ressaltado também que esse processo de alfabetização científica deve ser iniciado desde a educação básica, incentivando os alunos a desenvolverem uma consciência crítico-social dos conteúdos propostos pelo professor (SASSERON; CARVALHO, 2011; SILVA, 2017).

Em outro questionamento, foi proposta uma situação no qual em uma fazenda com um pomar de goiabeiras, as mesmas, ao dar frutos apresentavam na maioria deles larvas de insetos, e que um jovem agricultor resolveu investigar. Para isso, cobriu algumas goiabas com saquinhos deixando as demais goiabas expostas. Diante dessa situação, foi questionado aos alunos participantes o que eles acreditavam que poderia acontecer com as goiabas que estavam cobertas com saquinhos, e 18% dos estudantes da turma de Agricultura responderam que as goiabas seriam infestadas por larvas, enquanto 65% dos estudantes acertaram ao optar pela afirmativa que mencionava que as goiabas não seriam infestadas por larvas. Além disso, 17% dos estudantes erraram ao optar por responder que as goiabas desenvolveriam outros tipos de larvas. Já na turma do médio integrado ao técnico em Administração, 22% alunos erraram ao afirmar que as goiabas seriam infestadas por larvas, 74% acertaram ao escolher a alternativa que afirmava que as goiabas não seriam infestadas por larvas e 4% erraram ao concluir que as goiabas desenvolveriam outros tipos de larvas. Pôde-se notar um conhecimento maior em termos percentuais, o que implica uma relação maior entre o conhecimento teórico e o que poderá ser vivenciado no cotidiano desses estudantes, remetendo ao que Bybee e DeBoer afirmam:

O currículo de ciências deve ser relevante para a vida de todos os estudantes, e não só para aqueles que pretendem seguir carreiras científicas, e os métodos de instrução devem demonstrar cuidados para a diversidade de habilidades e interesses dos estudantes. (1994, p.376, tradução nossa)

Dando seguimento aos questionamentos relativos à alfabetização científica, ponderou-se que em uma lagoa de um município ao norte do estado do Piauí teria sido identificada grande mortalidade de peixes, e que próximo a essa lagoa verificou-se que havia um cultivo de hortaliças, onde se costumava fazer uso de agrotóxicos. A pergunta feita aos alunos foi se haveria alguma relação entre os dois fatos observados, e as respostas dadas pelos alunos da turma de ensino médio integrado ao técnico em Agricultura demonstram que, 4% dos estudantes erraram ao afirmar que não poderia existir qualquer relação entre os dois fatos. Alternativamente, 83% dos estudantes acertaram ao afirmar que haveria relação entre os fatos observados, uma vez que os peixes poderiam ter morrido em consequência de exposições constantes aos resíduos de agrotóxicos utilizados no cultivo de hortaliças, e que estes podem estar sendo levados pela chuva para a lagoa. Para 13% dos estudantes, haveria relação entre os fatos observados, mas em consequência de os

peixes estarem se alimentando das hortaliças contaminadas com agrotóxicos. Já na turma de Administração, 19% dos estudantes erraram ao afirmar que não haveria relação entre os fatos e 74% dos alunos acertaram ao optar pela alternativa que afirmava que os peixes morriam pela contaminação da água da lagoa. Apenas 7% dos alunos erraram ao optar pela alternativa que descrevia que os peixes eram contaminados pelo consumo das hortaliças. Assim, segundo estudos realizados por Veiga et al. (2006) e Lara, Garcia, Batista (2018), nos períodos chuvosos há uma maior incidência de contaminação de coleções de água, em virtude do surgimento e aumento de pragas que se relaciona de modo direto a um aumento significativo do uso de agrotóxicos. Após o término das chuvas, os agricultores fazem uma nova aplicação do produto, contribuindo para a contaminação nas águas das proximidades (ESTEVES et al. 2018).

Sobre a utilização de bioindicadores, os alunos foram questionados sobre o que poderia ocorrer em consequência da exposição de organismos bioindicadores a agrotóxicos durante um dia inteiro (intoxicação aguda). Frente a isso, 52% dos alunos da turma de Agricultura acertaram ao afirmarem que poderiam ocorrer algumas alterações celulares como efeito da exposição a agrotóxicos, enquanto 39% dos estudantes afirmaram que as alterações nas células só ocorreriam se os organismos fossem expostos por um período superior a um dia e 9% deles afirmaram que não ocorreriam alterações celulares, pois os agrotóxicos não são capazes de causar nenhuma alteração celular em organismos. Na turma de Administração, 33% dos estudantes acertaram ao afirmarem que ocorreriam alterações celulares, 62% afirmaram que só ocorreriam alterações se houvesse um tempo maior de exposição e 3% afirmaram que não haveriam alterações celulares. Segundo Silva (2008), o teste agudo avalia a mortalidade dos organismos e leva entre 24 e 48 horas para que se obtenham resultados. O teste de toxicidade subaguda foca na avaliação de parâmetros quantitativos, como os efeitos de substâncias no crescimento do organismo em estudo.

Após a contextualização de uma situação de utilização de agrotóxicos no cultivo de vegetais, os alunos foram solicitados a responder uma questão com sugestão que evitasse a utilização de agrotóxicos na plantação. Nesse sentido, 22% dos discentes do curso técnico em Agricultura afirmaram que, acrescentar uma maior quantidade de água ao agrotóxico para que este ficasse menos concentrado e, assim, fosse menos agressivo ao solo seria uma boa solução. Entretanto, 61% dos alunos demonstrou entendimento ao apontar a utilização de vespas como agentes de controle biológico e 17% dos alunos erraram ao mencionar a substituição do agrotóxico por outro menos agressivo ao meio ambiente. Na turma de Administração, 33% dos alunos apontaram que o ideal seria o acréscimo de água ao agrotóxico, enquanto 63% dos alunos acertaram pela escolha da sugestão de controle biológico com a utilização das vespas e apenas 4% dos alunos erraram ao optar pela substituição do agrotóxico por um menos agressivo. É importante interligar situações

que poderão ocorrer no cotidiano dos alunos da pesquisa, dessa forma despertar o interesse por práticas relacionadas a forma de conservação do ambiente de maneira geral.

Dias (2005, p. 57), afirma que:

A conservação da biodiversidade é vital para a sobrevivência e bem-estar dos seres humanos, pois nos oferece produtos essenciais, incluindo alimentos, medicamentos e matérias primas às indústrias. As plantas e animais são úteis no controle de pestes e enchentes, na manutenção do clima e a produtividade do solo, na degradação do lixo, purificação do ar e na manutenção da qualidade da água. Como vemos as interações entre a biodiversidade é o que mantém o equilíbrio do ambiente global.

Ao final, foi também realizada a disponibilização de imagens ilustrativas de frascos cobertos e descobertos com finalidade de exemplificar as formas de trabalho em laboratório como meio de um experimento sobre o desenvolvimento de larvas em frascos cobertos e descobertos com o intuito de comprovar a Teoria da Biogênese. Aos estudantes foi questionado qual deles representaria o frasco pertencente ao grupo experimental. Os estudantes da turma de Agricultura apontaram que o frasco coberto corresponderia ao grupo experimental (4%), enquanto 9% dos alunos mencionaram que seria o frasco descoberto e 87% deles mencionaram que ambos os frascos poderiam corresponder a grupos experimentais. Já quanto aos alunos da turma de Administração, 33% mencionaram que seria o frasco coberto, enquanto 33% afirmaram que corresponderia ao frasco descoberto e 34% deles afirmaram que poder-se-ia considerar os dois frascos como representantes de grupos experimentais. De acordo com Perales e Jimenez, *apud* Barros e Carneiro (2005), relacionar a imagem com o processo de ensino e aprendizagem retrata a relação com um instrumento pedagógico que o professor usa para prender a atenção do estudante. Desta forma, pode facilitar a compreensão do texto, bem como despertar o interesse para a aprendizagem.

Indicadores de alfabetização científica e conhecimentos específicos de Biologia Celular pós-realização de ações práticas

A aplicação dos questionários após a aula prática com os alunos do segundo ano do curso de ensino médio integrado ao técnico em Agricultura forneceram novos dados a este estudo com possibilidade de comparação como os resultados descritos anteriormente.

Os estudantes foram questionados novamente quanto a suficiência das aulas expositivas para seu processo de aprendizagem em Biologia e 35% deles afirmaram que são suficientes, enquanto outros 65% afirmaram que aulas expositivas não são suficientes. Esses resultados diferem dos obtidos anteriormente, uma vez que no questionário realizado antes das aulas práticas a maioria dos estudantes acreditava que a estratégia expositiva de aula seria suficiente ao aprendizado de determinados conteúdos em Biologia. Questionados, ainda, se as aulas práticas melhorariam o aprendizado, 100% dos estudantes afirmaram que sim, resultado que se assemelha ao obtido após

aplicação do primeiro instrumento, antes da aula prática. Desse modo, demonstra-se que o laboratório constitui-se em um ambiente de aprendizagem significativo no que se refere à capacidade do aluno em poder associar assuntos relacionados à teoria presente nos livros didáticos e a realização de experiências, pois a mudança de ambiente permite ao aluno visualizar os conteúdos das Ciências de forma dinâmica e atrativa (BEREZUK, INADA, 2010).

Questionados sobre como ocorrem as intoxicações por agrotóxicos, 83% dos estudantes afirmaram que estas ocorrem por exposições cutâneas e ou pulmonares por um curto ou prolongado tempo, e 17% deles afirmaram se dar por agentes patogênicos. É possível perceber que nesse questionamento os estudantes tiveram um percentual de acertos menor antes da realização da aula prática. Segundo Soares e Vinholi Júnior (2018) embora a maioria dos alunos das escolas públicas detenha conhecimentos sobre os agrotóxicos, estes conhecimentos geralmente não contêm embasamento científico. Utilizando-se da experimentação, entretanto, percebeu-se que houve um melhor aprendizado em relação à ocorrência de intoxicações com agrotóxicos, demonstrando-se potencial incremento no conhecimento sobre essa temática.

Foi perguntado se poderia haver mortalidade de minhocas e de células de raízes de cebola após ficarem expostas a agrotóxicos durante alguns dias e 96% dos estudantes afirmaram que sim, enquanto 4% afirmaram que não. No instrumento aplicado antes da realização da aula prática, 78% dos estudantes de Agricultura acreditavam que a mortalidade ocorria por presença de agrotóxicos e 22% deles acreditavam não haver relação entre o uso de agrotóxicos e a mortalidade das células ou organismos. Sabe-se que a resposta de cada organismo está fortemente influenciada, seja pelas condições físicas, químicas e biológicas do ambiente, assim como pelas condições fisiológicas, morfológicas, estruturais e nutricionais do mesmo. Desse modo, os bioindicadores podem agregar elementos ou substâncias como forma de resposta a eventuais desequilíbrios ambientais por contaminação (BAGLIANO, 2012).

Também foi questionado se seria possível que ocorressem alterações em minhocas e em raízes de cebola pela exposição a agrotóxicos, ao que 91% dos estudantes afirmou que sim, enquanto 9% afirmou que não. O resultado, em comparação ao obtido na aplicação do instrumento de verificação dos conhecimentos prévios antes da aula prática demonstra que, com realização da experimentação ocorreu uma contribuição no conhecimento que os alunos já detinham em relação a temática experimental abordada.

Nas perguntas relativas à Biologia celular, foi questionado sobre o que é mitose e 100% dos participantes afirmaram que trata-se de divisão celular no qual uma célula dará origem a duas células iguais à original, demonstrando-se total compreensão por todos os estudantes quanto a este processo de divisão celular. Em outra pergunta, foi questionado em quantas fases ocorre a mitose

e 13% dos estudantes afirmaram que ocorre em cinco fases, enquanto 87% deles afirmou que ocorre em quatro fases. Nesse sentido, não houve incremento no conhecimento dos estudantes em relação a esta temática, uma vez que na aplicação do instrumento antes da realização da aula prática, uma proporção maior dos estudantes demonstrou deter o conhecimento sobre o tema.

Na seqüência, foi perguntado em qual fase os cromossomos encontram-se no plano equatorial da célula em divisão e 39% dos estudantes afirmaram ser na prófase, enquanto 61% deles acertaram ao afirmar ser na metáfase. Antes da realização da aula prática, a maioria dos estudantes não havia conseguido responder corretamente esta questão. No entanto, com a abordagem experimental notou-se que os alunos detiveram maior conhecimento sobre a temática trabalhada, sendo que segundo Pessoa, Maki e Fialho (2018) a utilização de práticas é um fator importante, que pode ser utilizado para contribuir na aprendizagem dos alunos diante de conteúdos que possam trazer uma difícil compreensão, tal como os conteúdos relativos à biologia celular.

Nas questões relativas aos indicadores de alfabetização científica foram realizadas perguntas com três alternativas de respostas cada uma. Em um dos questionamentos foi descrito que um professor após uma aula teórica sobre plantas resolveu levar os alunos para uma aula prática em laboratório; nesse sentido, o questionamento foi se haveria alguma contribuição para melhoria do conhecimento dos alunos com a realização dessa atividade. Cerca de 96% dos estudantes afirmaram que esta serviria de complemento às aulas expositivas, enquanto 4% deles afirmaram que não, pois provavelmente os alunos não relacionariam as organelas presentes nas células de bulbos de cebola com o conhecimento obtido nas aulas expositivas. O resultado obtido demonstra que a maioria dos estudantes consegue perceber que a prática pode contribuir para a compreensão do conteúdo proposto nesta aula experimental, confirmando, assim, que os indicadores de alfabetização contribuem para o ensino de biologia, já que uma das características da alfabetização científica é propor aos alunos meios de investigar e compreender o conhecimento científico de forma prática (COLL; MORENO, 2010; GRESCZYSCZYN; CAMARGO FILHO; MONTEIRO, 2018).

Na questão relativa ao pomar com goiabeiras que davam frutos contendo larvas de insetos, questionou-se aos alunos sobre o que teria acontecido com as goiabas que estavam cobertas com saquinhos. Nesse sentido, 26% dos estudantes afirmaram que as goiabas dos saquinhos também seriam infestadas por larvas de moscas, enquanto 57% deles afirmaram que as goiabas nos saquinhos não seriam infestadas pelas larvas e 17% dos estudantes optaram pela alternativa que afirmava que as goiabas desenvolveram outros tipos de larvas diferentes. Quanto ao indicador de alfabetização científica aqui verificado, notou-se que, após realização da aula prática não houve incremento do conhecimento dos alunos sobre o tema.

Os participantes foram também questionados sobre se poderia haver alguma relação entre uma lagoa que foi identificada com grande mortalidade de peixes e a proximidade com o cultivo de hortaliças em que se costuma fazer uso de agrotóxicos. Nesse sentido, nenhum aluno optou pela alternativa que afirmava que não haveria relação entre os fatos observados e 91% deles acertaram ao afirmarem que haveria relação entre os fatos, considerando-se que os peixes poderiam ter morrido em consequência da exposição constante aos resíduos de agrotóxicos utilizados no cultivo de hortaliças e que podem estar sendo levados pela chuva para a lagoa. Cerca de 9% dos estudantes afirmaram que a contaminação se deu pelo fato de os peixes se alimentarem de hortaliças contaminadas. Assim, comparando-se os resultados obtidos com aqueles anteriores à realização da aula prática nota-se que houve incremento no conhecimento dos estudantes acerca do processo.

Sobre os efeitos da exposição de bioindicadores (células de raízes de bulbos de cebola e minhocas) a agrotóxicos, verificou-se que 48% dos estudantes acertaram ao afirmar que eles poderiam sofrer algum tipo de alteração celular, enquanto 52% deles afirmaram que as alterações celulares só ocorreriam se os organismos bioindicadores fossem expostos aos agrotóxicos por um maior período de tempo. Novamente, quanto ao indicador de alfabetização científica aqui verificado, notou-se que, após realização da aula prática não houve incremento do conhecimento dos alunos sobre o tema.

Em questão sobre o uso de agrotóxicos em cultivos, 4% dos estudantes afirmaram que seria uma boa opção acrescentar uma maior quantidade de água ao agrotóxico para que este ficasse menos concentrado e, assim, menos agressivo ao solo. Outros 87% dos estudantes acertaram ao sugerir a utilização de vespas, que serviriam como agente de controle biológico e, assim, evitariam a utilização de agrotóxicos. Já 9% dos estudantes sugeriram a substituição do agrotóxico por outro menos agressivo. Assim, em relação a este indicador de alfabetização científica, houve incremento no conhecimento dos estudantes sobre a temática.

No último questionamento abordado, tratou-se sobre o experimento de Francesco Redi e a Teoria da Biogênese, utilizando-se imagens ilustrativas para indicação de qual seria o grupo experimental. Nesse sentido, para 4% dos estudantes o frasco coberto corresponderia ao grupo experimental, enquanto para 22% dos estudantes o frasco aberto corresponderia ao grupo experimental. Cerca de 74% dos estudantes afirmaram que os dois frascos corresponderiam à definição de grupo experimental. É importante frisar que tanto no questionário aplicado antes da aula prática quanto no questionário aplicado após a aula prática, não houve compreensão correta do conceito de grupo experimental por todos os estudantes. Destaque-se que, muitas vezes os alunos não estabelecem uma relação entre as diversas formas ilustrativas relacionadas aos

conteúdos. No contexto da pesquisa em ciências, é comum termos contato com diversas maneiras de representação das informações (ROTH, 2013).

Considerações Finais

Após a realização do trabalho, concluiu-se que as aulas práticas melhoraram significativamente o aprendizado, uma vez que, no comparativo entre as turmas de ensino médio integrado ao técnico em Agricultura e Administração, antes e após a realização das aulas práticas, nota-se um significativo avanço no aprendizado relativo aos conteúdos abordados. Esta conclusão fundamenta-se no fato de que em quase todos os questionamentos realizados no instrumento aplicado após a aula prática houve aumento percentual de acertos na turma de Agricultura, demonstrando, assim, uma melhoria na qualidade do aprendizado frente aos conteúdos de Biologia abordados.

É válido mencionar que as atividades propostas também serviram para melhorar o conhecimento dos discentes do curso de Agricultura, sobre a utilização de agrotóxicos e seus efeitos aos organismos vivos, uma vez que esta temática se relaciona de modo direto com outros componentes disciplinares de seu curso e trata-se de temática de importância vital para seu cotidiano no trabalho na área de Agricultura.

Finalmente, é importante ressaltar que a alfabetização ou letramento científico contribui para os processos de aprendizagem dos conteúdos em Biologia, uma vez que as mais diversas habilidades podem ser desenvolvidas junto aos alunos com o suporte desses preceitos. Dentre tais habilidades, pode-se mencionar a seriação da informação, o raciocínio lógico, a reflexão, o levantamento de hipóteses e o estímulo aos estudantes para que concebam um conhecimento baseado nos saberes e experiências vividas.

Referências

BAGLIANO, R. V. Principais organismos utilizados como bioindicadores relatados com uso de avaliadores de danos ambientais. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, vol.2, n.1, 2012.

BARROS, M. M. V.; CARNEIRO, M. H. S. Os conhecimentos que os alunos utilizam para ler as imagens de mitose e de meiose e as dificuldades apresentadas. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 5., 2005, Bauru. **Anais...** Bauru: ENPEC, 2005. Disponível em: www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigo/3/pdf/p319.pdf Acesso em 07 maio 2019.

BEREZUK, P. A.; INADA, P. Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v.32, n.2, p.207-215, 2010.

BYBEE, R. W.; DEBOER, G. E. **Research on Goals for the Science Curriculum**. In: GABEL, D.L. (ed.). *Handbook of Research in Science Teaching and Learning*. New York: McMillan, 1994.

CARNEIRO, F. F.; RIGOTTO, R. M.; ALGUSTO, L. G. S.; FRIEDRICH, K.; RISOLO, A.; FARIA, N. M. X.; ALEXANDRE, V. P.; MELLO, M. S. **Dossiê Abrasco - Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Parte I - Agrotóxicos, Segurança Alimentar e Nutricional e Saúde. Rio de Janeiro: Abrasco, 2012.

COLL, C.; MONERO, C. **Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar as tecnologias da informação e da comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010. p.29.

DIAS, G. F. Educação Ambiental: princípios e práticas. **Rev. e Ampl**, ed. 6. Ed, São Paulo: Gaia, 2005. p.57.

ESTEVES, C. S.; VASCO, A. N.; SANTOS, H. B.; SILVA, C. L.; ESTEVES, C. S. RISCOS AMBIENTAIS DO USO DE AGROTÓXICOS NA PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS NO MUNICÍPIO DE ITABAIANA, SERGIPE. **Encontro Regional de Agroecologia do Nordeste**, v. 1, n. 1, 2018.

FISKESJO, G. The *Allium* test a standard in environmental monitoring. **Hereditas, Sweden**, vol. 102, n. 1, p. 99-112, 1985.

GRESCZYSCZYN, M. C. C.; CAMARGO FILHO, P. S.; MONTEIRO, E. L. Determinação do nível de alfabetização científica de estudantes da etapa final do ensino médio e etapa inicial do ensino superior. **R. bras. Ens. Ci. Tecnol.**, v. 11, n. 1, p. 192-208, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2017**. 2017 Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas de Populacao/Estimativas 2017/estimativa dou 2017.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2017/estimativa_dou_2017.pdf). Acesso em: 11 set 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. **Brasil/ Piauí/ Cocal: Panorama**. 2015. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/pi/cocal/panorama>. Acesso em: 11 set 2019.

JUNQUEIRA, L. C. U.; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan. 2005. 355p.

GUSMÃO, A. O. M.; SILVA, A. R.; MEDEIROS, M. O. A BIOTECNOLOGIA E OS AVANÇOS DA SOCIEDADE. **Biodiversidade**, v. 16, n. 1, p. 135-154, 2017.

LARA, B. D.; GARCIA, G. P. P.; BATISTA, A. M. M. ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO DE CASOS CONFIRMADOS DE DENGUE EM BELO HORIZONTE – MG, DESDE 2009 A 2016. **Sustentare**, v. 2, p. 135-146, 2018.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio: volume 1. 2**. Ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

OECD (Organization for Economic Development). **Guideline for Testing of Chemicals n° 207: Earthworm Acute Toxicity Test**. Paris, 1984.

PAPINI, S.; ANDREA, M. M. Ação de minhocas *Eisenia foetida* sobre a dissipação dos herbicidas simazina e paraquat aplicados no solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Vol. 28, p. 67-73, 2004.

PESSOA, F. B.; MAKI, C. S.; FIALHO, M. C. Q. ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO DE CITOLOGIA E HISTOLOGIA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO. **Rev. Ciênc. Ext.**, v. 14, n. 2, p. 138-146, 2018.

PEÑA, M. JIMENEZ, D. J. **Interdisciplinaridade: questão de atitude**. FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. (Coord.), Práticas interdisciplinares na escola. 8 ed. Ed. Cortez, São Paulo, SP, 2001, 158p.

ROSITO, B. A. **O ensino de Ciências e a experimentação**. In: Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas/ Org. Roque Moraes – Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000. p. 209.

ROTH, W. M. Undoing Decontextualization or How Scientists Come to Understand Their Own Data/Graphs. **Science Education**. v. 97, n. 1, 80-112, jan. 2013.

SANTANA, P. K. S.; RODRIGUES, I. P.; PACIENCIA, G. P.; PAZ, P. COMPARATIVO DE EXPECTATIVAS DE CASOS DE CÂNCER DE MAMA EM MULHERES NO BRASIL PARA O ANO DE 2016. **Revista Enfermagem e Saúde Coletiva**, v. 1, n. 1, p. 13-25, 2017.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira Educação** [online], vol.12, n.36, p. 474- 492, 2007.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v 13, n.3, 2008. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/14599/mod_resource/content/1/Almejando%20a%20AC.pdf. Acesso em: 18 set 2017.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SILVA, P. S. **Avaliação da toxicidade e genotoxicidade das águas do Rio Criciúma (SC) utilizando como organismos bioindicadores *Artemia sp.*, *Daphnia magna* e *Allium cepa* L.** 2008. 88 f. Monografia – Faculdade de Ciências Biológicas (Universidade do Extremo Sul Catarinense), Criciúma, 2008.

SILVA, T. D. D. CONHECER O DESCONHECIDO: POR UMA EDUCAÇÃO CRÍTICA – CRIATIVA FORMADORA DE UMA CONSCIÊNCIA CIDADÃ. In: Anais do Congresso Internacional de Políticas Públicas para a América Latina, 2017, Itajaí. **Anais...** Itajaí: Congresso Internacional de Políticas Públicas para a América Latina, 2017. p. 104-104.

SOARES, S. A.; VINHOLI JÚNIOR, A. J. AGROTÓXICOS: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR NO ENSINO MÉDIO EM UMA ESCOLA DO CAMPO NO DISTRITO DE IPEZAL/MS. **REVISTA ELETRÔNICA ITINERARIUS REFLECTIONIS**, v. 14, n. 1, 2018.

SPADOTTO, C. A. **Avaliação de riscos ambientais de agrotóxicos em condições brasileiras**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 20 p.

VEIGA, M. M.; SILVA, D. M.; VEIGA, L. B. E.; FARIA, M. V. C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. **Caderno de Saúde Pública**. v.22, n.11, p. 2.391-2.399, 2006.