



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL

CAIO RODRIGO MOURA SANTOS

EXPERIMENTOS EM ECOLOGIA PARA INCREMENTAR A EFICÁCIA DO ENSINO EM
ÁREAS RURAIS NO NORDESTE DO BRASIL

MACEIÓ, JULHO DE 2019

CAIO RODRIGO MOURA SANTOS

EXPERIMENTOS EM ECOLOGIA PARA INCREMENTAR A EFICÁCIA DO ENSINO EM
ÁREAS RURAIS NO NORDESTE DO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado à coordenação do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional da Universidade Federal de Alagoas (PROFBIO/UFAL) como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Vandick da Silva Batista

MACEIÓ, JULHO DE 2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho

S237e Santos, Caio Rodrigo Moura.
Experimentos em ecologia para incrementar a eficácia do ensino em áreas rurais no Nordeste do Brasil / Caio Rodrigo Moura Santos. – 2019. 83 f. : il. color

Orientador: Vandick da Silva Batista.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional. Maceió, 2019.

Bibliografia: f. 53-58.
Anexos: f. 59-63.
Apêndices: f. 64-83.

1. Vygotsky, L. S. (Lev Semenovich), 1896-1934. 2. Educação. 3. Ecologia - Teoria do conhecimento. 4. Construtivismo (Educação). I. Título.

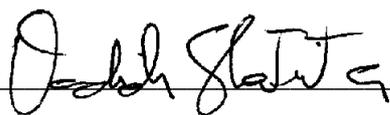
CDU: 372.850.4

Folha de Aprovação

AUTOR: CAIO RODRIGO MOURA SANTOS

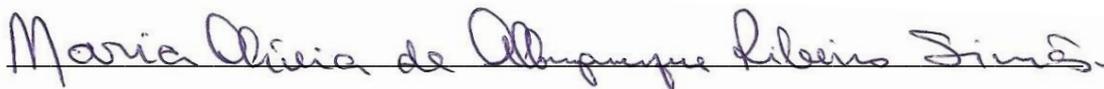
EXPERIMENTOS EM ECOLOGIA PARA INCREMENTAR A EFICÁCIA DO ENSINO EM ÁREAS RURAIS NO NORDESTE DO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Mestrado
submetido ao corpo docente do Mestrado
Profissional de Ensino de Biologia em
Rede Nacional da Universidade Federal
de Alagoas e aprovado em 24 de julho de
2019.

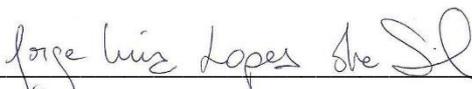


(Doutor, Vandick da Silva Batista, UFAL) (Orientador)

Banca Examinadora:



(Doutora, Maria Olívia de Albuquerque Ribeiro Simão, UFAM) (Examinadora Externa)



(Doutor, Jorge Luiz Lopes da Silva, UFAL) (Examinador Interno)

RELATO DO MESTRANDO

O curso PROFBIO/UFAL, indiscutivelmente consolidou uma mudança completa na forma em que enxergava o trabalho docente no ensino público. Desde o início, vivenciamos experiências e fomentamos discussões muito ricas a respeito da prática docente, priorizando sempre a qualidade de oferta do ensino de biologia que poderemos proporcionar para nossos alunos. Individualmente, pudemos apresentar, discutir e compartilhar dificuldades e alternativas para a melhoria do ensino de biologia em todas as áreas. A qualidade do material disponibilizado e dos professores da instituição também contribuiu significativamente no processo de construção, desconstrução e reconstrução de teorias e conceitos biológicos que já estavam estagnados ou mal compreendidos.

Em cada semestre, pudemos aplicar metodologias construídas a partir dos conteúdos abordados naquele período e cada aplicação proporcionou um novo crescimento. Como forma de derrubar algumas barreiras pessoais, busquei selecionar conteúdos para aplicação nas AAASAs que sentia dificuldade de trabalhar no ensino médio. E, assim como foi a proposta de todas as AAASAs, pude verificar a importância da inclusão da abordagem investigativa para o processo de ensino e aprendizagem de ciências.

O resultado de todo esse esforço refletiu diretamente na vida dos alunos. As aplicações metodológicas propostas nas AAASAs e o produto de meu TCM, por si só, já apresentaram melhora significativa na aprendizagem dos conteúdos pelos alunos, o que foi comprovado pela realização dos testes em cada uma dessas etapas. Além disso, a preocupação com a metodologia e a qualidade das informações relacionadas aos temas da biologia que passei a fornecer para meus alunos cresceu muito. Isso aconteceu independente da obrigação de seleção da turma que se encaixasse ou não na proposta da AAASA ou TCM. Essa preocupação foi observada por outros colegas professores e, ao passo que os provocavam para uma reflexão sobre sua atuação docente, também incentivava a uma busca por uma qualificação constante.

Considero então que o PROBIO consolidou uma evolução completa e indispensável para minha formação. Resumir seu sentido em minha vida para um simples título, é negar minha responsabilidade como educador. Todo o conhecimento construído e compartilhado durante o curso teve uma resposta rápida e direta na aprendizagem dos meus alunos e, sou hoje, mais uma testemunha de que o impacto social na educação básica é real e muito evidente.

AGRADECIMENTOS

A Deus por seu infinito amor por mim demonstrado em todos os dias de minha vida.

A minha esposa Eline e minha filha Emily Vitoria. São por elas e para elas todo o meu esforço, dedicação e sonhos.

A toda minha família por sempre acreditar e vibrar junto comigo em cada conquista.

Aos professores deste curso, em especial ao Dr Vandick da Silva Batista que sempre transcendeu seu papel de professor me orientando para a vida.

Aos grandes guerreiros da primeira turma PROFBIO/UFAL por compartilhar comigo tantos momentos únicos durante esse processo.

Ao Instituto Biota de Conservação que despertou em mim a consciência para meu papel humano neste mundo.

Aos meus amigos de sal por me fazer lembrar todos os dias que o amanhã pode ser ainda melhor.

A filosofia do surf que me ensinou a simplicidade, companheirismo, paciência, serenidade, amor pela natureza, gratidão, fé, dentre tantos outros valores que permitiram a construção interna do que sou hoje.

A todos serei eternamente grato.

Este Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) foi desenvolvido no Laboratório de Conservação e Manejo de Recursos Renováveis (LACOM) do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Alagoas, sob a orientação do Prof. Dr. Vandick da Silva Batista, e contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

“Um passo a frente e você não está mais no mesmo lugar.” (Chico Science)

RESUMO

O ensino de ecologia do ensino médio tem caminhado para uma abordagem cada vez mais superficial de conceitos e fenômenos, muitas vezes, bem distantes da realidade dos alunos. Isso acaba promovendo uma aprendizagem simplista desse conteúdo, dificultando a compreensão do funcionamento dos sistemas ecológicos de forma integrada e, conseqüentemente, gerando confusões conceituais e concepções ecológicas equivocadas. A presente proposta de pesquisa tem como objetivo testar a eficácia do uso de experimentos práticos sob uma abordagem interacionista, para o aprendizado de Ecologia de Populações por alunos do Ensino Médio. Para isso, propomos a utilização de experimentos ecológicos para aumentar a apropriação de conhecimentos de alunos do ensino médio num contexto de escola rural. Considerando as características agrícolas da região onde a escola estava inserida, construímos e aplicamos dois experimentos utilizando conceitos básicos sobre ecologia de populações que foram aplicados em cultivos agrícolas para observar a viabilidade dessas populações na área da horta escolar. Os alunos foram sorteados aleatoriamente para desenvolver as atividades da sequência didática e divididos em grupos individuais, duplas e trios, para testar a influência das interações sociais na formação de estruturas cognitivas. Os alunos foram submetidos a dois testes para avaliação quantitativa e qualitativa. A análise estatística demonstrou que os resultados foram significativos com $P > 0,05$ e o teste de Tukey comprovou que os alunos que trabalharam em grupos, alcançaram melhores resultados do que aqueles que realizaram as mesmas tarefas individualmente, o que justificou a utilização da abordagem construtivista. De forma complementar, nossa pesquisa também realizou uma análise cienciométrica de publicações sobre modelos metodológicos instrucionais para o ensino de ecologia. Os resultados confirmam que teorias pedagógicas não são explicitadas na maioria das publicações analisadas o que permitiu realizar uma série de reflexões importantes sobre o uso de teorias pedagógicas para a construções de modelos instrucionais na área de Ecologia.

Palavras-chave: Educação, epistemologia ecológica, construtivismo, Vygotsky.

ABSTRACT

To teach ecology in high school is a challenge to leave pure conceptual approaches to move towards the current real life of students. Teaching difficulties end up promoting simplistic learning of this content with deep connection to students' interests. Moreover, the understanding of the ecological systems dynamics in an integrated way may generate conceptual confusion and misconceptions. This research proposal aims to test the effectiveness of the use of practical experiments under an interactionist approach to the learning of population ecology by high school students. For this, we propose the use of ecological experiments to increase the appropriation of knowledge of high school students in a rural school context. The school is in an agricultural region where we built and applied two experiments using basic concepts on population ecology. The demonstrative experiments were applied to crops testing the viability of these populations. Students were randomly assigned to develop the educational sequence activities and divided into individual, double, and triplet groups to examine the influence of social interactions on the formation of cognitive structures. Students underwent pre and post-tests for quantitative and qualitative assessment. Statistical analysis showed that the results were significant at $P < 0.05$. Tukey test showed that students who worked in groups achieved better results than those who performed the same tasks individually, supporting the Vygotsky constructivist approach. A scientometric analysis was also performed on articles dealing with instructional methodological to teach ecology. The results confirm that pedagogical theories are not explicit in most of the analyzed publications. Results allowed to make a series of reflections on the limited actual use of pedagogy to construct instructional models in the area of ecology.

Key-words: Education, ecology epistemology, construtivismo, Vygotsky

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

FIGURA 1 - Consolidação das principais teorias da aprendizagem e seus idealizadores	17
FIGURA 2 - Localização da escola no município de coruripe. A) vista aérea da escola com destaque para o local utilizado para plantio da horta.	29
FIGURA 3 - Aula teórica expositiva sobre a temática proposta para todos os alunos das duas turmas selecionadas.....	31
FIGURA 4 - Sorteio dos alunos para definir o grupo controle e grupo experimental.	32
FIGURA 5 - Fotografia da turma durante a aplicação do pós-teste	33
FIGURA 6 - Esquema representativo da disposição dos canteiros para o experimento 1.....	34
FIGURA 7 - Esquema representativo da disposição dos canteiros do experimento 2.	34
FIGURA 8 - Rede de relações entre teorias pedagógicas, métodos e temas ecológicos identificados nos artigos analisados.....	42
FIGURA 9. Alunas analisando canteiros que não tiveram sucesso por fatores de interferência não programados.	54

QUADROS

QUADRO 1 - Publicações anuais por tema em ecologia	39
QUADRO 2 - Métodos de ensino aplicados nos artigos analisados.....	39

GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Percentual de publicações de temas ecológicos nas três revistas analisadas desde 2005. ...	38
GRÁFICO 2 - Quantidade de horas dedicadas ao estudo complementar da turma 1.	45
GRÁFICO 3 - Quantidade de horas dedicadas ao estudo complementar.	45
GRÁFICO 4 - Relação nível de instrução dos pais x horas de estudo da turma 1.	46
GRÁFICO 5 - Relação nível de instrução escolar dos pais x horas de estudo da turma 2.....	46
GRÁFICO 6 - Relação entre a dedicação aos estudos complementares e a atividade financeira da turma 1	47
GRÁFICO 7 - Relação entre a dedicação aos estudos complementares e a atividade financeira da turma.	47
GRÁFICO 8 - Médias comparativas dos diferentes grupos no pós-teste. Ep = erro padrão.....	49

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Comparação do resultado das duas turmas no pré-teste.....	48
TABELA 2 - Comparação do resultado das duas turmas no pós-teste.....	48
TABELA 3 - Resultado do teste tukey comparando as médias de cada grupo entre si.....	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DA BASE CONCEITUAL E TEÓRICA DA PESQUISA	16
2.1. Bases pedagógicas	16
2.1.1. Principais teorias/conceitos	16
2.1.2 A teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget	18
2.1.3. A teoria de aprendizagem de Vygotsky	19
2.1.4. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel	21
2.2. Bases em ecologia	22
2.2.1. Epistemologia ecológica	22
2.2.2. Ecologia populacional.....	24
2.3. Desafios ao uso das teorias/conceitos	24
3. OBJETIVOS E HIPÓTESES CIENTÍFICAS	26
3.1. Contextualização para os objetivos e hipóteses	26
3.2. Objetivo geral.....	26
3.3. Objetivos específicos	26
3.4. Hipóteses	27
4. MÉTODOS	28
4.1. Pesquisa cienciométrica	28
4.2 Estudo de caso em escola rural	28
4.2.1. Local de estudo e público-alvo	30
4.2.2. Critérios de inclusão e exclusão	31
4.2.3. Dados primários e secundários	31
4.2.4. Desenho experimental.....	33
4.2.5. Análise estatística	35
5. BASES PEDAGÓGICAS DE EXPERIMENTOS DIDÁTICOS EM ECOLOGIA	36
5.1. Resultados	38
6. EXPERIMENTAÇÃO E COOPERAÇÃO NO APRENDIZADO DE ECOLOGIA EM ÁREAS RURAIS	43
6.1. Resultados	44
7. DISCUSSÃO GERAL E SUGESTÕES	50
8. CONCLUSÕES	56
REFERÊNCIAS	57
ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	63
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO SÓCIO CULTURAL	68
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO AVALIATIVO	69

APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE .	71
APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE	74
APÊNDICE E – GUIA DE AULA PRÁTICA	77

INTRODUÇÃO

As exigências educacionais atuais têm demonstrado uma necessidade progressiva de compreensão do mundo num contexto científico, econômico e social, visando a construção de sujeitos mais críticos e mais participativos. Dessa forma a escola precisa assumir um papel singular de construção de saberes essenciais nessa formação social, enfatizando a capacidade do aluno ser protagonista de sua história, não mais assumindo a passividade nessa estrutura (DAYRELL, 2003).

Entendendo que a construção cognitiva do indivíduo se dá por meio do reconhecimento de suas relações sociais (CHARLOT, 2006), o aluno constitui sua essência originária de fora para dentro através do acúmulo de experiências dele com ele mesmo, com os outros e com o ambiente no qual está inserido. Assim, tais experiências são promovidas por relações e o estudo em ecologia tem parcela importante na compreensão do papel de cada indivíduo para contribuir com uma sociedade ecologicamente justa e sustentável.

Apesar disso, a temática tem sido trabalhado de forma superficial no Ensino Médio, pois a compreensão ecológica refere-se não somente à compreensão dos conceitos gerais em ecologia como interações, níveis tróficos, capacidade de carga e dinâmica populacional, mas também as relações e impactos através da consideração da posição e do papel de cada indivíduo nos ecossistemas.

Muitos educadores acreditam que a “alfabetização científica” é mais facilmente alcançada com a utilização de experimentos e investigações que possibilitem a construção de conceitos e abordagens argumentativas (DEBOER, 2000; HURD, 1998; LAUGKSCH, 2000; MILLER, 1983).

Entretanto, a abordagem experimental no ensino de ecologia não é comum, o que tem limitado a aprendizagem significativa, refletindo na omissão da prática da ecologia como ciência (FINN; MAXWELL; CALVER, 2002). Esse cenário pode ser um indício de que o ensino de ecologia não esteja levando em consideração às pesquisas educacionais que demonstram a importância da experimentação e do trabalho prático para a aprendizagem de ciências (ABRAHAMS; MILLAR, 2008; ARMBRUSTER et al., 2009; KLAHR; NIGAM, 2005).

A busca crescente por alternativas didáticas que possam facilitar o processo de ensino e

aprendizagem, estudos epistemológicos tiveram um crescimento exponencial no final do século passado. Hofer & Pintrich (1997), realizaram um levantamento histórico dos programas que envolveram estudos sobre como o conhecimento é construído, onde apresentaram um quadro geral das principais teorias epistemológicas divulgadas até então. No entanto, o mesmo trabalho apresenta questões teóricas e metodológicas que ainda não foram respondidas pela psicologia educacional. Dentre essas questões, os autores evidenciam a necessidade de pesquisas epistemológicas futuras que considerem a natureza do conhecimento e os contextos étnicos e culturais onde podem ser potencializados.

Assim, a psicologia educacional precisou, também, diversificar seu campo de atuação, para acompanhar o crescimento do interesse pelo estreitamento das relações entre as estruturas cognitivas envolvidas no processo de ensino e aprendizagem (MCINERNEY, 2005). Nesse contexto, o tipo de abordagem metodológica adotada para a construção de um determinado conhecimento, também ganha destaque como objeto de estudo em pesquisas educacionais, configurando-se como um fator de motivação para aprendizagem (DAVIS; PETISH; SMITHEY, 2006).

Compreendendo a epistemologia como ciência preocupada com a natureza do conhecimento em todas as suas formas de construção e manifestação, as teorias pedagógicas passam a ser estruturas balizadoras nesse processo. Mais do que isso, são fundamentais em qualquer tipo de aplicação metodológica, pois apresentam-se como alicerce para sustentar o meio pelo qual o conhecimento é construído (MAGNUSSON; KRAJCIK; BORKO, 2006).

Nesse contexto, torna-se importante investigar como a construção e aplicação de metodologias que favoreçam a construção de saberes a partir da valorização do contexto local dos aprendizes, podem ser eficazes dentro de um contexto rural. Entretanto, tais metodologias também podem, por vezes, apresentar resultados insatisfatórios por não possuir fundamentação teórica adequada.

Dessa forma, no presente trabalho pretendemos avaliar se as teorias pedagógicas estão sendo consideradas em aplicações metodológicas no ensino de ecologia e testar o efeito da inserção de experimentos ecológicos direcionados para alunos do Ensino Médio de uma escola rural.

2 REVISÃO DA BASE CONCEITUAL E TEÓRICA DA PESQUISA

2.1 Bases pedagógicas

2.1.1 Principais teorias/conceitos

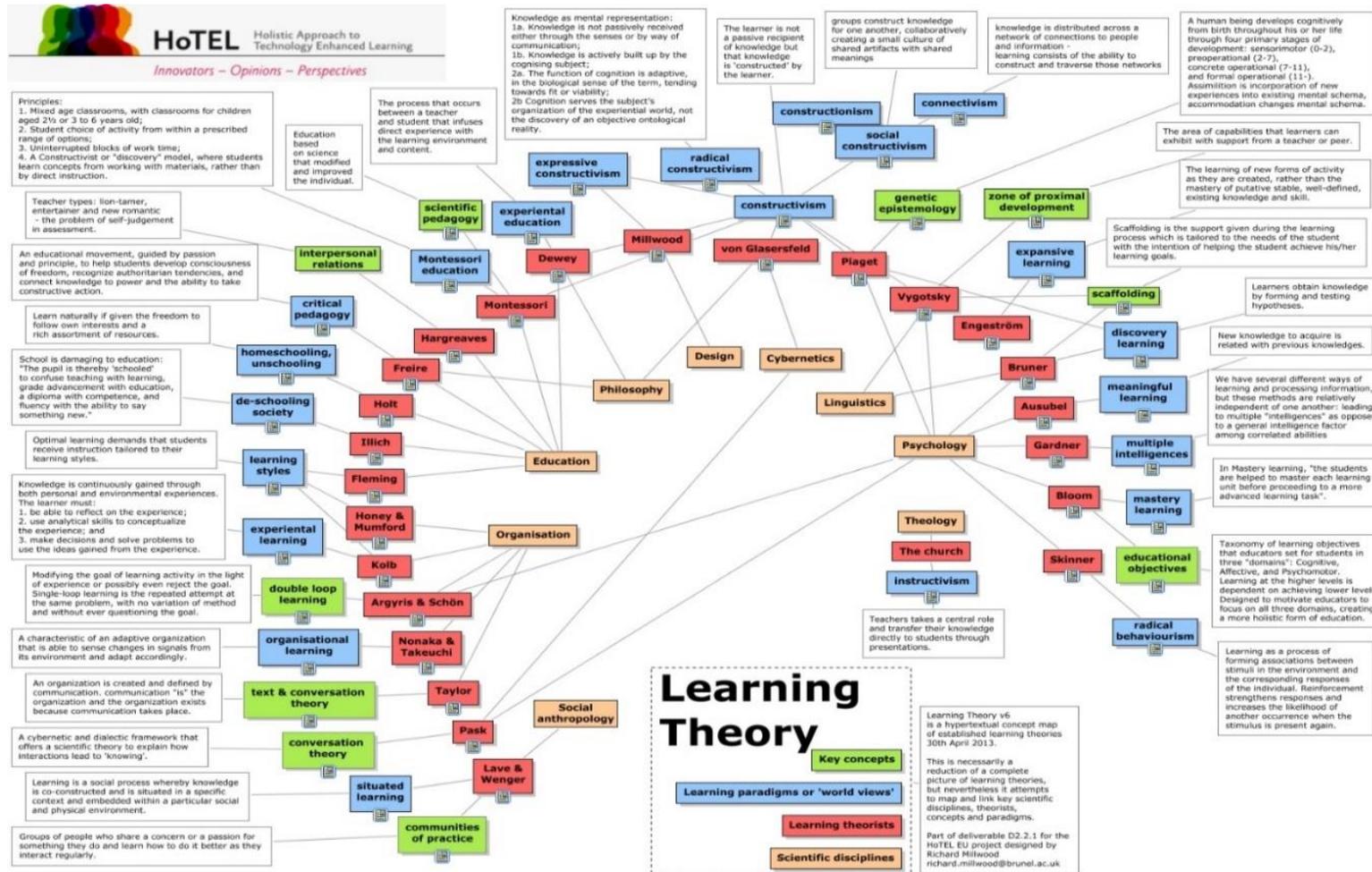
A aprendizagem humana se caracteriza como uma complexa rede de processos que envolvem a aquisição e modificação de conhecimentos, crenças e comportamentos (PRITCHARD, 2008). A compreensão total de sua natureza ainda movimenta uma grande discussão no meio científico, pois os modos em que ela se manifesta é concebido de várias formas, por diferentes teóricos e pesquisadores em todo o mundo (FIGURA 1).

Schunk (2012), apresenta uma caracterização das principais teorias da aprendizagem sob um olhar distante do pragmatismo. As teorias e seus principais defensores são apresentados sem julgamentos, identificando quais são suas principais contribuições no campo da epistemologia. A obra trata de aspectos históricos relevantes nos avanços alcançados pela neurociência e caracteriza teorias mundialmente consolidadas. Mais do que isso, expõe um leque com uma grande variedade de olhares e concepções sobre como o conhecimento pode ser construído.

Essa variedade de teorias pedagógicas existentes acaba criando dois tipos de concepções dentro do meio científico: as teorias são excludentes, sendo apenas uma delas entendida como a mais aceita ou elas são complementares e suas aplicações dependem do objetivo do pesquisador (MCINERNEY, 2005). A primeira linha de pesquisa é constantemente alimentada pela quantidade de publicações que procuram testar uma teoria ou outra em diferentes contextos sociais. Já a busca pela conciliação entre as teorias procura categorizá-las considerando as semelhanças existentes entre elas.

De certo, ainda existem muitos conflitos na consolidação de como realmente ocorre a aprendizagem. Ao que parece, a epistemologia está na verdade, caminhando no sentido oposto a um modelo unificado. No entanto, parece crescer um consenso geral de que a promoção da aprendizagem precisa considerar seus fatores de interferência, que variam de acordo com o público trabalhado.

FIGURA 1 - CONSOLIDAÇÃO DAS PRINCIPAIS TEORIAS DA APRENDIZAGEM E SEUS IDEALIZADORES



Fonte: MILLWOOD, R. 2014, p. 45.

De acordo com o meio no qual se encontra, a escola estabelece uma relação de vínculo mútuo com a sociedade. Se de um lado consegue oferecer condições formativas para a construção de sujeitos sociais, do outro, está passível a ser fortemente influenciada por essa. Assim, torna-se importante reconhecer como ocorrem as interações entre os saberes construídos pelos alunos durante sua constituição enquanto sujeitos, através de uma análise epistemológica agregada nos diferentes processos de aprendizagem e desenvolvimento.

Dentro da psicologia educacional, a abordagem interacionista foi estudada e defendida por diversos pesquisadores em ensino, sendo Piaget e Vygotsky, dois de seus maiores expoentes (PALANGANA, 2001). No entanto, apesar de seguirem a mesma corrente de pensamento, baseada na força da interação entre o indivíduo e o meio social, ambos possuem um perfil analítico particular que são apoiados em diferentes paradigmas, o que parece determinar divergências relevantes em suas teorias (FOSNOT; PERRY, 2005).

2.1.2 A teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget

A psicologia de Jean Piaget teve grande influência de sua formação em Biologia (PALANGANA, 2001). Buscou a compreensão do desenvolvimento cognitivo das crianças através da concepção de que o conhecimento só pode ser construído quando o sujeito passa por um processo contínuo de assimilação e acomodação. Esse processo ocorre quando o objeto de estudo, aquilo que se pretende conhecer, provoca um desequilíbrio onde, a partir daí o sujeito constrói esquemas para readaptar-se a nova situação. Através desse processo cíclico de desequilíbrio e equilíbrio a um nível superior, o qual Piaget denominou como Equilíbrio Majorante, ocorre a construção do conhecimento (PIAGET, 1977).

Esse processo natural ocorre mediante o desenvolvimento de duas capacidades individuais do sujeito: assimilação e acomodação. Piaget considerou que as estruturas cognitivas são construídas quando utilizamos nossos conhecimentos prévios para assimilar algo novo ou quando modificamos esses conhecimentos, realizando comparações com aquilo que conhecíamos antes (PIAGET, 1977). Assim, das duas formas, os conhecimentos prévios são fatores muito importantes para o desenvolvimento da aprendizagem.

Influenciado inicialmente pelas teorias do behaviorismo, Gestalt e a psicanálise, Jean Piaget construiu um modelo teórico próprio através do método clínico-experimental, até então

pouco utilizado para o diagnóstico e descoberta no campo epistemológico (PALANGANA, 2001). Dessa forma, as concepções piagetianas foram dirigidas para o que ele mesmo denominou “psicogenética” onde os sujeitos desenvolvem seus conhecimentos a partir da construção e reconstrução contínua de suas estruturas cognitivas. Seus estudos demonstraram que todo conhecimento provém de uma relação entre o sujeito e o objeto onde a aprendizagem depende sempre de fatores internos e externos ao sujeito, mas essencialmente, de um sistema de equilíbrio que promova sua adaptação.

Piaget considerou ainda, que o sujeito desenvolve seu conhecimento passando por quatro estágios de desenvolvimento cognitivo: sensório-motor, pré-operacional, operatório-completo e lógico formal. Normalmente, os estágios seguem o curso da vida dos indivíduos não sendo possível avançar um estágio sem passar pelo anterior e cada estágio está relacionado com uma faixa etária. Dessa forma, o avanço por esses estágios possui íntima dependência do amadurecimento do sistema nervoso. Ou seja, quando o cérebro amadurece suficientemente para suportar novas relações cognitivas, o indivíduo avança um estágio (PIAGET, 2005).

A ideia de construção da aprendizagem por meio da interação, segundo Piaget, ganha significado quando passamos a conceber nossas ações como frutos de todas as experiências vivenciadas. Mesmo as experiências mais simples conseguem despertar no sujeito um conjunto de novas relações cognitivas. Novas relações, poderão criar bases mais sólidas para relações subsequentes, gerando assim, um novo nível de aprendizagem provocada por progressivas adaptações.

2.1.3 A teoria de aprendizagem de Vygotsky

O método sócio construtivista de Lev Vygotsky também esteve voltado para a importância do interacionismo no desenvolvimento cognitivo humano. Suas principais obras, enfatizam que o funcionamento psicológico não é algo inato ao sujeito e nem pode ser concebido de maneira pronta por imposição do meio, mas sim, através da interação entre sujeito e objeto, fator preponderante para o desenvolvimento cognitivo.

Dessa forma, Vygotsky classificou quatro planos genéticos de desenvolvimento: a filogênese (construção histórica da espécie humana), a ontogênese (construção histórica de cada indivíduo), a sociogênese (história cultural do meio que interfere no desenvolvimento do

indivíduo) e a microgênese (aspectos particulares de cada novo conhecimento adquirido).

Uma característica marcante no modelo teórico criado por Vygotsky é que a interação do homem com o mundo não ocorre de maneira direta, mas é mediada pela utilização de instrumentos simbólicos que promovem essa interação. Em sua obra mais conhecida, *Pensamento e Linguagem* (1934), ele enfatiza que a linguagem é o principal instrumento de representação simbólica presente na constituição do pensamento. No início do desenvolvimento (fase pré-linguística) a criança é capaz de resolver problemas simples no plano concreto e utiliza linguagens para comunicação, porém por não dominar a fala, não a faz por meio da mediação simbólica. Essa característica vai sendo construída com o tempo e, num determinado momento do desenvolvimento, o pensamento e a linguagem se atrelam e vão representar uma parte substancial do pensamento humano fornecendo subsídios para ocorrer a mediação simbólica (VYGOTSKY, 2001, p. 50)

Na obra *Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem*, Vygotsky introduz o conceito de “zona de desenvolvimento proximal” que corresponde ao nível intermediário entre o desenvolvimento real (aquilo que a criança já sabe) e o desenvolvimento potencial (aquilo que está próximo a ser conhecido). É nessa zona, que o sujeito está passível a ser influenciado pelas interações e na qual a intervenção pedagógica pode promover o desenvolvimento (VYGOTSKY; LURIA; LEONTIEV, 2010, p. 18)

Vygotsky defende a ideia de que a aprendizagem ocorre através de uma internalização do ambiente ao pensamento, ou seja, como a aprendizagem de cada indivíduo vai ser definida pela sua interface com o mundo, a aprendizagem é quem promove o desenvolvimento e não o contrário. (VYGOTSKY; LURIA; LEONTIEV, 2010, p. 103).

Apesar da interrupção de seus trabalhos por sua morte precoce, Vygotsky conseguiu contribuir significativamente para a psicologia educacional. Uma de suas contribuições mais influentes está relacionada com os estudos que desenvolveu sobre a aprendizagem de conceitos científicos. Desse modo, ele definiu que há uma diferença muito grande entre os pseudoconceitos e conceitos verdadeiros ou científicos. Contudo, os dois tipos influenciam fortemente no desenvolvimento da aprendizagem dos indivíduos (VYGOTSKY, 2003).

Ao estudar a aprendizagem humana, Vygotsky considerou a existência de três zonas de aprendizagem. Na primeira (zona de desenvolvimento real), o sujeito está familiarizado com o

objeto de conhecimento, pois já possui saberes consolidados sobre ele o que lhe dá capacidade para realizar tarefas sozinho. A segunda zona, se refere a zona de desenvolvimento proximal (ZDP), na qual o sujeito possui capacidade de aprender com a ajuda de outros sujeitos, onde existem saberes emergentes que necessitam da ajuda de alguém mais experiente. Todos os saberes que não são possíveis de alcançar, nem mesmo com ajuda, se encontrarão além da ZDP. Contudo, quando um sujeito aprende algo, essa aprendizagem sai da ZDP e entra na ZDR o que abrirão oportunidades para construção de novos saberes num movimento contínuo e progressivo. Dessa forma, aprendizagens classificadas antes como impossíveis, conseguem entrar na ZDP e tornam-se possíveis (RIEBER, 1999).

O papel do professor nesse contexto, é de facilitar a construção do conhecimento presente na ZDP e possibilitar a descoberta de novas possibilidades de aprendizagem pela inserção de novos saberes dentro desta ZDP (PALANGANA, 2001).

2.1.4 A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel

Em meio a uma infinidade de características individuais diferentes existentes no mundo globalizado, a educação brasileira ainda não conseguiu chegar (pelo menos, não de maneira expressiva) a uma eficiência na qualidade de ensino, em especial, no ensino de Ciências. Diversos pesquisadores da educação têm investido em trabalhos de pesquisa realizados para tentar encontrar as formas e métodos mais eficazes que garantam a aproximação do aluno com os conteúdos ministrado pelo professor. Procurando sempre atualizar conceitos (como por exemplo: interdisciplinaridade, relação cognitiva, dentre vários outros), para acompanhar os avanços deste mundo multidinâmico.

As pesquisas crescem buscando respostas para perguntas cruciais como: por que o aluno atual não quer aprender, ou, qual método utilizar para aproximar o aluno do conteúdo ministrado pelo professor? Na realidade, perguntas como essas não possuem uma resposta precisa, única, que englobe todas as variáveis existentes nos diversos ambientes de ensino e aprendizagem, pois é necessário observar cada aluno de maneira particular admitindo suas deficiências e qualidades para determinada situação.

Apesar de não ser uma teoria recente, a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1968) é aceita por muitos educadores e pensadores da educação no mínimo, como

primeiro passo para aprendizagem dos alunos em suas construções psicológicas e epistemológicas.

A teoria da aprendizagem significativa propõe que os conceitos sejam aprendidos a partir de seus conhecimentos prévios, permitindo, assim, a familiarização com os novos conceitos. Mantendo essa relação sempre, o aluno tem maior facilidade para assimilar o conteúdo no sentido de habituar-se de maneira mais rápida com o mesmo, bem como, atualizar essas informações antes existentes. Estas, Ausubel denominou “conhecimentos prévios”, que segundo o autor seria: “o fator mais importante que influi na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Isto deve ser averiguado e o ensino deve depender desses dados” (AUSUBEL, 1968, p. 38).

Ausubel cita também algumas estratégias que facilitam a abordagem dos conteúdos com os alunos. Como cada conceito novo é proveniente da definição de outro já existente e, existe sempre uma ligação entre esse e aquele, o professor pode guiar o aluno na construção de uma “teia de conceitos” na qual cada item está relacionado com o seguinte de forma hierárquica, ou seja, conceitos específicos ligados a conceitos mais gerais. Essa teia chamada por Ausubel de mapa conceitual auxilia no desenvolvimento do aluno em relacionar um novo conhecimento com aquele que ele já detém e já faz parte de sua estrutura cognitiva. No entanto, cada aluno pode representar ou reproduzir os conceitos ou resolver questões complicadas sem que tenha ocorrido verdadeiramente uma aprendizagem significativa partindo de concepções pré-estabelecidas em sua própria construção lógica (AUSUBEL, 2000).

2.2 Bases em ecologia

2.2.1 Epistemologia ecológica

Concepções sobre ecologia não consistem apenas em meras associações ou reproduções de conceitos e teorias. Muito mais do que isso, compreender o funcionamento dos ecossistemas, por exemplo, requer do aluno a percepção do quanto as ações humanas podem efetivamente causar danos nesses ambientes, bem como proporcionar alternativas sustentáveis para problemas recorrentes. Contudo, para adquirir um aprofundamento dessa espécie, torna-se fundamental a construção de uma relação íntima do aprendiz com o ambiente no qual está inserido.

Nesse contexto, um conceito que está sendo muito difundido na comunidade científica é a Alfabetização Ecológica presentes nas ideias de Fritjof Capra (CAPRA, 2003a). Essa corrente de pensamento enfatiza a mudança comportamental baseada na capacidade de compreensão dos princípios básicos da ecologia. Assim, uma pessoa ecologicamente alfabetizada seria capaz de conceber o mundo como um conjunto de fenômenos e processos interligados e interdependentes e tais pressupostos conduziram para a fomentação, nutrição e construção de comunidades sustentáveis. (CAPRA, 2011)

Em suas principais obras (CAPRA, 2003b, 2006, 2011; CAPRA; STEINDL-RAST; MATUS, 1991), Fritjof Capra alerta para a necessidade de uma mudança de paradigmas e percepções para que possamos enxergar o mundo de forma sistêmica, buscando compreender os problemas da humanidade como “totalidades integradas”.

“Em última análise, esses problemas precisam ser vistos, exatamente como diferentes facetas de uma única crise, que é, em grande medida, uma crise de percepção. Ela deriva do fato de que a maioria de nós, e em especial nossas grandes instituições sociais, concordam com os conceitos de uma visão de mundo obsoleta, uma percepção da realidade inadequada para lidarmos com nosso mundo superpovoado e globalmente interligado.” (CAPRA, 2011, p. 14)

Essa concepção foi inspirada no conceito de “Ecologia Profunda” criado pelo filósofo norueguês Arne Naess da década de 1970 o qual não separa o ser humano ou qualquer outra coisa da natureza. A alfabetização ecológica tem, então, o papel fundamental de fornecer subsídios epistemológicos para construções cognitivas acerca dos diversos problemas ambientais do mundo que também são vivenciados localmente pelos alunos. Como grande parte desses problemas são decorrentes de ações antrópicas individuais, sujeitos ecologicamente alfabetizados terão a capacidade de refletir de maneira mais crítica sobre suas práticas, influenciando diretamente na busca por posturas mais sustentáveis.

Uma grande preocupação da humanidade nas últimas décadas, tem sido a quantidade de recursos naturais disponíveis no planeta ao longo do tempo. Tal preocupação é refletida nas quantidades de problemas ambientais decorrentes de ações antrópicas diversas que, dentre outras consequências, causam a redução populacional das espécies e consequente perda da biodiversidade.

2.2.2 Ecologia populacional

Análises da ecologia populacional das espécies são ferramentas importantes para projetar estimativas populacionais e fomentar estratégias de conservação mais eficazes. Além disso, compreender quais fatores podem influenciar no crescimento ou redução de uma determinada população permite entender o funcionamento dos mecanismos ecológicos atuantes neste ambiente (BEGON, MICHAEL; TOWNSEND, COLIN R.; HARPER, 2007).

Várias pesquisas têm demonstrado a importância do conhecimento sobre ecologia populacional para a gestão de sistemas agrícolas (i.e. DA SILVA et al., 2006; DIDDEN et al., 1994; ZWART et al., 1994). Apesar desta estratégia ter levado ao aumento da produção agrícola, também levou a concentração de renda e não reduz a fome em amplas parcelas das sociedades. Embora grande parte do desmatamento no nordeste brasileiro tenha sido causado pela supressão vegetal para substituição por monoculturas, avanços tecnológicos associados a práticas mais conscientes têm sido eficazes na promoção de culturas cada vez mais produtivas e resistentes que associam produtividade à redução de impactos ambientais (MIGUEL, 2008). Isso demonstra uma mudança de perspectiva do setor agrícola que acompanha a tendência global de sustentabilidade, assim como que a ecologia populacional pode seguir sendo fonte de conhecimento para o bem da sociedade e ser integrada a uma perspectiva sistêmica.

No ensino de Ecologia é fundamental que essa abordagem esteja sempre presente. Da mesma forma, perceber que alternativas para o cultivo agrícola menos impactantes podem ser mais eficientes, é importante para que os alunos compreendam que mudanças de paradigmas são urgentes e que comunidades sustentáveis são possíveis.

2.3 Desafios ao uso das teorias/conceitos

Vários fatores podem ser determinantes para a compreensão de comunidades locais sobre os fenômenos naturais e antrópicos ocorridos. Muito da compreensão vem do conhecimento ecológico local (ou Local Ecological Knowledge – LEK), o qual evidencia um conhecimento acumulado, construído através de experiências vivenciadas e com pouca fundamentação científica (HUNTINGTON, 2000). Entretanto, pouco tem sido avaliado sobre como o professor pode utilizar esse tipo de conhecimento como base para a construção de conceitos e teorias no desenvolvimento da percepção ecológica de seus aprendizes (KIM; ASGHAR; JORDAN, 2017). No processo de ensino e aprendizagem em Ecologia, os alunos

precisam estar abertos para serem submetidos a conflitos internos de comportamento que deve garantir (ao menos) uma reflexão de suas práticas sociais. Com isso, o professor tem a oportunidade para ampliar a percepção ecológica desses alunos através de abordagens instigadoras, visando a integração do LEK com a construção do conhecimento científico e criando, assim, um ambiente propício para uma aprendizagem mais significativa. Portanto, a integração é necessária, porém o tipo de abordagem é o que vai delinear a aprendizagem do conteúdo proposto.

Comunidades rurais como a área onde será realizada a pesquisa, normalmente são fortemente influenciadas pela cultura do cultivo agrícola onde a produção é o grande combustível para o desenvolvimento (RAKES; FIELDS; COX, 2006; STEDMAN, 2006). É nesse ambiente em que o entendimento dos fatores limitantes para o crescimento populacional pode agir como agente fomentador para a alfabetização ecológica. Compreender conceitos básicos em ecologia e conseguir associá-los à essa realidade é, sem dúvidas, o grande desafio dessa proposta.

3 OBJETIVOS E HIPÓTESES CIENTÍFICAS

3.1 Contextualização para os objetivos e hipóteses

Compreendendo a ecologia como um conteúdo necessário para a construção intelectual, ética e social dos aprendizes, seguindo os pressupostos teóricos abordados até aqui, podemos inferir que ainda existem grandes obstáculos para a garantia da construção concisa da aprendizagem sobre conceitos e teorias ecológicas. Neste cenário, os recursos metodológicos utilizados para este fim, ganham importância fundamental. Ademais, o uso de experimentos que consigam demonstrar (mesmo que de forma simplificada) como os fenômenos naturais ocorrem, podem subsidiar discussões mais aprofundadas que facilitam o aprendizado.

Entretanto, escolher um método qualquer sem considerar o perfil no qual a turma está inserida, pode não alcançar o resultado esperado. Ainda mais se levarmos em conta a enorme diversidade de metodologias disponíveis e a infinidade de contextos sociais presentes numa única turma. Dessa forma, alguns desafios foram balizadores desta pesquisa. O uso de experimentos para o ensino de ecologia é uma prática constante no Brasil e no mundo? Qual o papel da pedagogia no uso de experimentos para o ensino de ecologia? Dentro de um contexto rural, é possível utilizar experimentos que melhorem a compreensão de conceitos ecológicos? Para contribuir nas respostas a estes desafios propusemos:

3.2 Objetivo geral

- Testar a eficácia do uso de experimentos práticos sob uma abordagem interacionista, para o aprendizado de Ecologia de Populações por alunos do Ensino Médio.

3.3 Objetivos específicos

- 3.3.1 Determinar o uso de teorias pedagógicas em artigos científicos sobre ensino de ecologia experimental;
- 3.3.2 Construir experimento lúdico que valorize a interpretação dos mecanismos ecológicos dos ambientes onde os alunos estão inseridos;
- 3.3.3 Aplicar o experimento numa sequência didática, avaliando o conhecimento dos alunos antes da aplicação do experimento demonstrativo;
- 3.3.4 Avaliar se houve melhora significativa após a aplicação da sequência na turma.

3.4 Hipóteses

3.4.1 A proposição de experimentos para o ensino de ecologia têm fundamentação pedagógica que embasa sua efetividade na aprendizagem.

Justificativa: Considerando o potencial crescimento de pesquisas dentro do campo da psicologia educacional, bem como, a necessidade de amparar o recurso metodológico à finalidade do ensino, é esperado que haja a associação entre a teoria pedagógica e a prática didática. Mesmo que não haja explicitação da linha teórica a ser seguida, o conjunto de teorias que justificam o uso de um determinado método precisa estar bem definido para dar consistência ao sucesso no atendimento dos objetivos.

3.4.2. A experimentação que esteja vinculada ao conhecimento local em áreas rurais é instrumento que aumentam a eficiência no ensino de ecologia.

Justificativa: Todo método de ensino busca direcionar a aprendizagem por caminhos que minimizem dificuldades específicas apresentada por um grupo de estudantes. Contudo, o método por si só, acaba perdendo seu sentido quando o público-alvo não o recebe adequadamente. Dessa forma, adequar o método ao seu público deverá potencializar seu uso.

Comunidades rurais são grupos sociais que possuem concepções baseadas em sua construção histórico-social, muito diferente de práticas vinculadas ao ambiente e cultura urbana. Assim, a abordagem metodológica deverá ser mais eficiente se considerarmos os pressupostos que envolvam sua cultura, aumentando a contextualização, e daí, a apropriação significativamente dos conteúdos pelos discentes, pois são eles que aglutinarão os conceitos fundamentais para a compreensão dos fenômenos observados.

4 MÉTODOS

4.1 Pesquisa cienciométrica

Os dados referentes à pesquisa cienciométrica foram coletados a partir de análise métrica de produção científica sobre temas ecológicos abordados no ensino básico. Dessa forma, houve a busca por aspectos quantitativos de produção científica para evidenciar padrões ou identificar tipos de abordagem mais utilizadas dentro de uma temática (DE SOLLA PRICE, 1963). O levantamento dos dados foi obtido através da análise de publicações em três revistas científicas: *Teaching Issues and Experiments in Ecology* (TIEE), *Investigações no Ensino de Ciências* (IENCI) e *American Biology Teacher* (ABT).

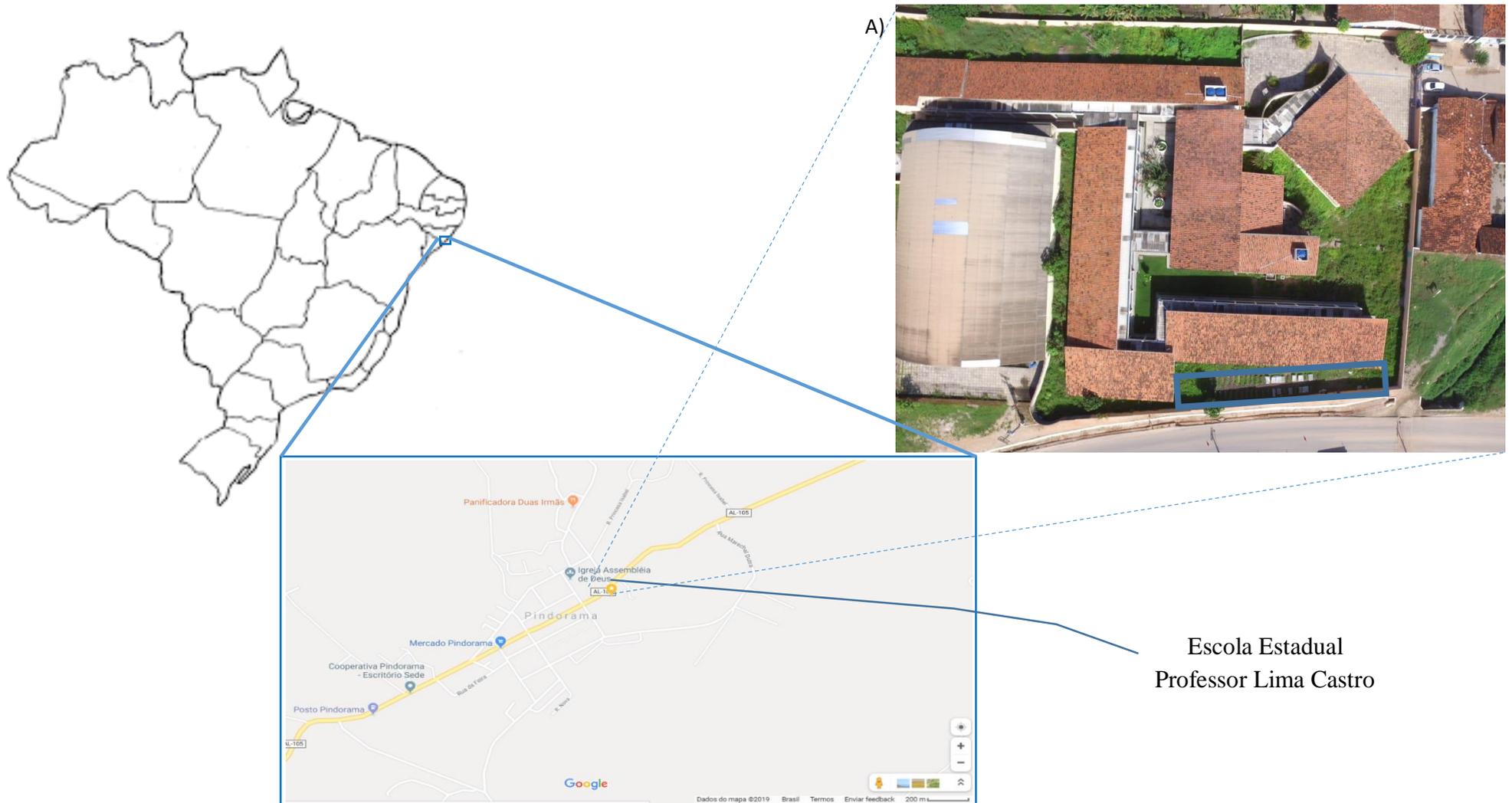
A pesquisa foi direcionada para testar a seguinte questão: Existem teorias pedagógicas embasando a proposição de experimentos em ecologia para estudantes do ensino médio? Nesse sentido, todos os artigos envolvendo ecologia que foram publicados no período de janeiro de 2005 a janeiro de 2019 foram analisados na íntegra para observar se haveria fundamentação pedagógica explícita ou método de ensino que sustentasse a proposta apresentada. Em seguida, os dados coletados foram organizados em tabelas para análise dos padrões encontrados.

Os dados também foram utilizados para construção de um mapa de relações com o objetivo de demonstrar visualmente a predominância dos métodos e teorias identificadas nos artigos e suas relações com as revistas. Para isso, os dados foram inseridos no software PAJEK (versão 0.94, BATAGELJ; MRVAR, 2003) para organizar os vértices em classes e determinar rede de relações entre eles. Em seguida, os dados foram tratados no BibExcel (PERSSON; DANELL; SCHNEIDER, 2009) para gerar o mapa multidimensional diferenciando os vértices conforme os níveis de interação.

4.2 Estudo de caso em escola rural

Para a pesquisa que envolveu a criação, desenvolvimento e aplicação da sequência didática experimental, utilizamos metodologia específica para trabalhar o tema Ecologia de Populações com alunos da disciplina de Biologia do ensino médio. Tal sequência foi desenvolvida em torno do uso de conceitos e teorias ecológicas neste tema, visando avaliar o envolvimento e a construção do conhecimento pelos alunos por meio de atividade prática onde os conceitos teóricos poderiam ser testados diretamente, por meio do cultivo de hortaliças.

FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DA ESCOLA NO MUNICÍPIO DE CORURUPE. A) VISTA AÉREA DA ESCOLA COM DESTAQUE PARA O LOCAL UTILIZADO PARA PLANTIO DA HORTA.



Fonte e escala: Google Maps. Fotografia de Rafael Faustino.

4.2.1 Local de estudo e público-alvo

A pesquisa foi realizada com alunos da Escola Estadual Professor Lima Castro, localizada na zona rural do município de Coruripe-AL (Figura 2). A escola está inserida no povoado de Pindorama, o qual tem influência direta de duas usinas de açúcar e álcool e grandes plantações agrícolas (Figura 3). Por conta de sua localização distante do centro urbano e das características de seu público, a Escola é classificada anualmente no censo escolar como escola rural. A estrutura física da escola compõe um setor administrativo com salas de secretaria escolar, coordenação, grêmio estudantil, direção e sala dos professores, e um setor pedagógico contendo o pátio escolar, cantina, refeitório, cozinha com duas despensas, 13 salas de aula, biblioteca, sala de vídeo, laboratório de ciências, laboratório de informática e ginásio poliesportivo coberto, além de grandes áreas abertas para utilização de projetos e atividades pedagógicas diversas.

Antes do início da abordagem do conteúdo sobre Ecologia, foram selecionadas duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio para a participação nesta pesquisa. Os critérios usados para seleção inicial destas turmas, foi a compatibilidade do horário do professor e o quantitativo de alunos equivalente entre elas.

Para as turmas escolhidas para a pesquisa, foi aplicado um questionário semiestruturado com o objetivo de caracterizar os alunos e controlar as possíveis variáveis que gerem ruído, evitando, assim, a interferência na pesquisa de fatores como: diferença de faixa etária, quantitativo de alunos com distorção de idade ou repetentes e influência da cultura econômica da família. Esse questionário inicial continha um quadro onde os alunos puderam inserir quais atividades realizavam no período que não estavam na escola. Assim, foi possível identificar se esse fator poderia influenciar diretamente na aprendizagem dos alunos. Além disso, o questionário também foi útil para determinar o perfil dos alunos em relação à cultura local, entendendo que, possivelmente, seriam mais sensíveis a construção cognitiva do conhecimento.

Em seguida, realizamos relações entre o tempo dedicado ao estudo e os fatores sociais apresentados pelos alunos. Dessa forma, a relação Nível Instrução dos Pais x Horas de Estudo permitiu categorizar a influência do contexto familiar no nível de interesse com os estudos. Do mesmo modo, também buscamos relacionar como a cultura rural vivenciada pelos alunos poderia influenciar na dedicação aos estudos. Para tanto, relacionamos a média de dedicação aos estudos com a presença do cultivo agrícola no contexto familiar

4.2.2 Critérios de inclusão e exclusão

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Alagoas, onde foi aprovado no dia dois de abril de 2018 conforme parecer substanciado presente no Anexo A. Desse modo, todos os critérios para participação na pesquisa foram observados e respeitados desde o início de sua aplicação.

A análise dos questionários sócio culturais foi responsável por caracterizar as turmas escolhidas, bem como selecionar os alunos pertencentes a estas turmas. Assim, para evitar possíveis variáveis que possam interferir nos resultados, foram utilizados como critérios de inclusão os seguintes fatores: alunos devidamente matriculados com idade entre 14 e 17 anos e alunos pertencentes a grupos familiares com alguma influência agrícola. Da mesma forma, foram considerados os critérios de exclusão a recusa na participação da pesquisa ou a não autorização de seu responsável.

4.2.3 Dados primários e secundários

Após a seleção, o conteúdo teórico/conceitual foi exposto para ambas turmas no mesmo espaço e ao mesmo tempo, sendo aplicado o Questionário de Avaliação dos Conhecimentos Prévios (QACP) logo em seguida para todos os participantes da pesquisa (FIGURA 3).

FIGURA 3 - AULA TEÓRICA EXPOSITIVA SOBRE A TEMÁTICA PROPOSTA PARA TODOS OS ALUNOS DAS DUAS TURMAS SELECIONADAS.



Fonte: autor

No encontro seguinte, cada turma foi dividida por sorteio em dois grupos com a mesma quantidade de alunos, o qual definiu os grupos que foram direcionado para o auditório (grupos controle) e os grupos levados até a área da horta escolar para a realização dos experimentos (grupos experimentais) (FIGURA 4).

FIGURA 4 - SORTEIO DOS ALUNOS PARA DEFINIR O GRUPO CONTROLE E GRUPO EXPERIMENTAL.



Fonte: autor

Os grupos sorteados para a realização do experimento na horta, foram novamente subdivididos em grupos menores para testar o potencial das abordagens sócio interacionistas no âmbito do ensino em comunidades rurais. Dessa forma, os alunos foram sorteados aleatoriamente, definindo quem trabalhou individualmente, em duplas ou em trios, ficando cada grupo responsável pelo plantio num dos canteiros da horta. Após o plantio, todos foram orientados a realizar uma estimativa de crescimento populacional com base nos conceitos trabalhados anteriormente.

Após um período de quinze dias ocorreu o último encontro, onde os alunos dos grupos experimentais, realizaram a comparação das estimativas com a produção alcançada, confrontando as hipóteses levantadas no momento do plantio. Logo em seguida, foi aplicado o questionário pós-teste (FIGURA 5) para todos os grupos das duas turmas, atribuindo-se notas de acordo com o quantitativo de acertos de cada questão.

FIGURA 5 - FOTOGRAFIA DA TURMA DURANTE A APLICAÇÃO DO PÓS-TESTE

Fonte: autor

4.2.4 Desenho experimental

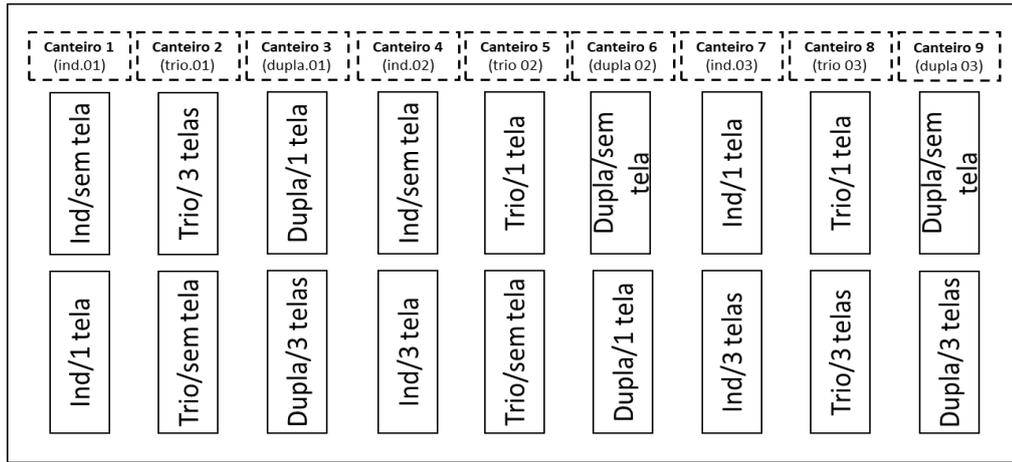
O local utilizado para a realização dos experimentos foi a horta da escola, a qual estava desativada desde o início de 2018. A área total da horta corresponde a 36m², que foi dividida em duas parcelas onde foi realizado um tipo de experimento em cada uma delas. Em cada parcela foram levantados nove canteiros, totalizando 18 canteiros com 3 metros de comprimento por 1 metro de largura. Em seguida, cada canteiro foi dividido em duas partes iguais totalizando 36 sítios de análise experimental. Toda a região da horta, foi adubada com material orgânico antes do plantio e irrigada duas vezes por dia até o dia do último encontro.

Para o plantio na horta, foram utilizadas sementes da planta herbácea *Coriandrum sativum* (coentro-verde) por seu potencial de crescimento rápido, vulnerabilidade a fatores externos e fácil cultivo. As sementes foram adquiridas do mesmo fabricante e nenhum tratamento foi utilizado antes do seu plantio nos canteiros.

A primeira parcela da horta, foi reservada para realização do experimento 1 que abordou a investigação da influência da luminosidade no padrão de densidade populacional da espécie analisada. Para tanto, cada canteiro recebeu um suporte fixo para alocação de telas de nylon que estabeleceram um padrão de sombreamento de 20% em cada tela utilizada, durante toda a fase de crescimento, onde poderiam variar de acordo com a sobreposição de três telas, uma tela ou

nenhuma tela. Assim, cada canteiro foi preparado para receber duas variáveis de sombreamento conforme esquema demonstrado na FIGURA 6. Para acompanhamento das taxas de luminosidade nos canteiros durante o período de crescimento dos indivíduos, foi utilizado o aplicativo de celular Photometer PRO – Lux Light Meter & Tools, disponível gratuitamente na plataforma Play Store.

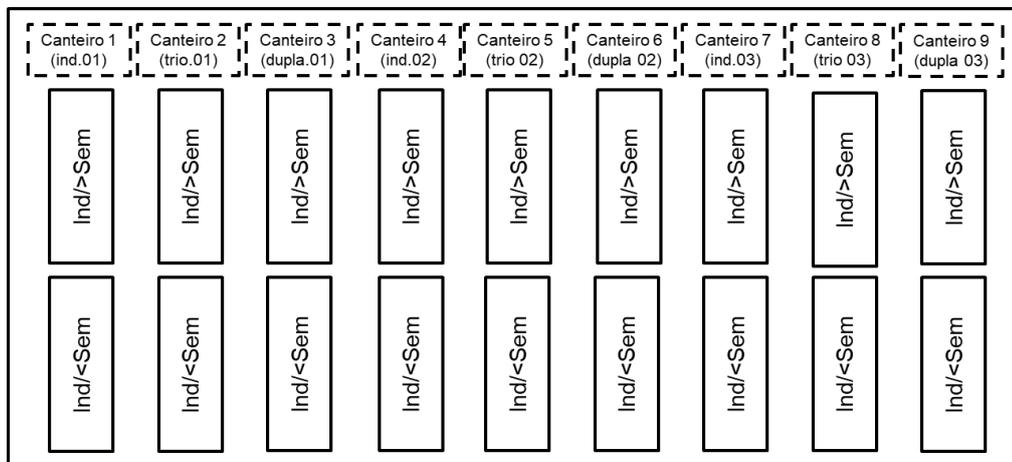
FIGURA 6 - ESQUEMA REPRESENTATIVO DA DISPOSIÇÃO DOS CANTEIROS PARA O EXPERIMENTO 1.



Fonte: autor

Já a segunda região da horta, foi reservada para realização do experimento 2 que abordou a investigação sobre a influência da competição intraespecífica. Este experimento foi preparado realizando o plantio de uma quantidade pequena de sementes em um dos lados do canteiro e uma quantidade bem superior no outro lado conforme FIGURA 7.

FIGURA 7 - ESQUEMA REPRESENTATIVO DA DISPOSIÇÃO DOS CANTEIROS DO EXPERIMENTO 2.



Fonte: autor

Os grupos foram organizados de modo que houvesse a possibilidade de redução da interferência dos grupos vizinhos pela disposição não sequencial dos tratamentos realizados nos

diferentes canteiros. Dessa forma, os diferentes tipos de grupos puderam ter canteiros com todas as possíveis variáveis de sombreamento. Além disso, também houve a preocupação em não deixar canteiros com igual tratamento próximos um dos outros para que, mesmo próximos, os alunos não pudessem ser “contaminados” por seus vizinhos.

4.2.5 Análise estatística

Para todos os questionários respondidos (QLCP e pós testes) pelas duas turmas, foram atribuídas notas de acordo com os acertos nas questões. As notas geraram médias para as duas turmas que foram tabuladas e categorizadas para realização de análise de variância utilizando a ANOVA. Em seguida, foi utilizado o teste Tukey para comparação dos grupos de pesquisa e análise de qual destes, obteve maior significância nos resultados coletados após os experimentos. A significância estatística foi considerada quando $p < 0,05$ (LEVIN, 1987).

5 BASES PEDAGÓGICAS DE EXPERIMENTOS DIDÁTICOS EM ECOLOGIA

O ensino de ecologia possui grande relevância na construção social e crítica de seus aprendizes. Os conhecimentos sobre ecologia têm papel relevante na compreensão e reconhecimento das relações entre os diversos fatores que podem influenciar o meio em todos os níveis de estudo. Também podem servir como uma importante ferramenta na construção de valores humanos responsáveis por nortear condutas e comportamentos (SENICIATO; CAVASSAN, 2009). Entretanto, diversas pesquisas apontam grandes dificuldades na compreensão de conceitos e teorias que envolvem o campo da ecologia nas diferentes modalidades e níveis de ensino no mundo inteiro.

O ensino de ecologia apresenta problemas específicos que dificultam sua transmissão de maneira eficiente (SINKER, 1979). Os autores apresentam a natureza do sujeito, falta de infraestrutura, falta de confiança dos professores e confusões sobre como ensinar ecologia, como sendo as principais dificuldades encontradas. Apesar de ser um trabalho antigo, tais dificuldades ainda persistem até hoje interferindo diretamente no contexto de muitas escolas.

Dentre tais problemas, a escolha da melhor estratégia metodológica para ser aplicada, talvez ainda seja um dos maiores desafios, já que pode ser a principal causa de frustrações de alunos e professores. Em geral, no ensino de ciências, a estratégia metodológica se apresenta como ineficaz, quando não estimula o reconhecimento e de seu uso como um campo de conhecimento científico. Dessa forma, acaba resultando tão somente no distanciando dos alunos do mundo natural (BOWEN; ROTH, 2007). Consequentemente, torna-se importante utilizar estratégias que facilitem a aprendizagem da ecologia teórica e aplicada, estimulando o interesse dos alunos nesse campo de conhecimento.

Finn et al. (2002), consideram a experimentação como um componente fundamental para o ensino de ecologia. Os autores argumentam que, se ecologistas profissionais utilizam a experimentação como componente fundamental para resolver problemas e investigar fenômenos, essa característica precisa sustentar os currículos de cursos e disciplinas que trabalham ecologia. Do mesmo modo, os autores alertam para a falta de trabalhos experimentais nos currículos das escolas que alimentam a percepção da ecologia como ciência não experimental, prejudicando sua compreensão e dificultando a integração dos conceitos e teorias ecológicas com os problemas ambientais. Cherif (1992) abordou que o ensino de ecologia é deficiente quando coexiste com fatores desfavoráveis que influenciavam negativamente na abordagem da ecologia como disciplina científica. O autor destacou que um desses problemas

estaria ligado à carência na utilização de experimentos. Sua pesquisa demonstrou que esse fator acaba distanciando o aluno do conhecimento sobre os fenômenos naturais.

Outras abordagens sustentam que o ensino de ecologia pode ser potencializado com a mudança conceitual baseada nas relações que envolvam interações sociais. Essa perspectiva, que utiliza vertentes, muitas vezes apoiadas na teoria da Aprendizagem Social de Bandura (1977), busca enfatizar a interação dinâmica entre as pessoas e o meio ambiente na construção de significados e identidades (MURO; JEFFREY, 2008).

Sem dúvida, considerando a importância do estudo da ecologia no currículo das ciências no mundo inteiro, inúmeras técnicas de aprendizagem são citadas, produzidas e divulgadas todo o tempo no meio científico. E, apesar de existir grande variedade no método utilizado para a construção desses conhecimentos, a base conceitual utilizada em cada um deles pode fornecer informações importantes sobre como a pedagogia influencia realmente na construção de modelos instrucionais nas escolas.

Behaviorismo, cognitivismo e construtivismo são três das principais teorias de aprendizagem mais utilizadas na criação de ambientes instrucionais. Contudo, é natural que novas teorias surjam no decorrer da história em consonância ou em contrapartida às já existentes, demonstrando não apenas um mundo de possibilidades presentes num espaço educacional, mas principalmente, a grande flexibilização na capacidade humana de aprender e ensinar.

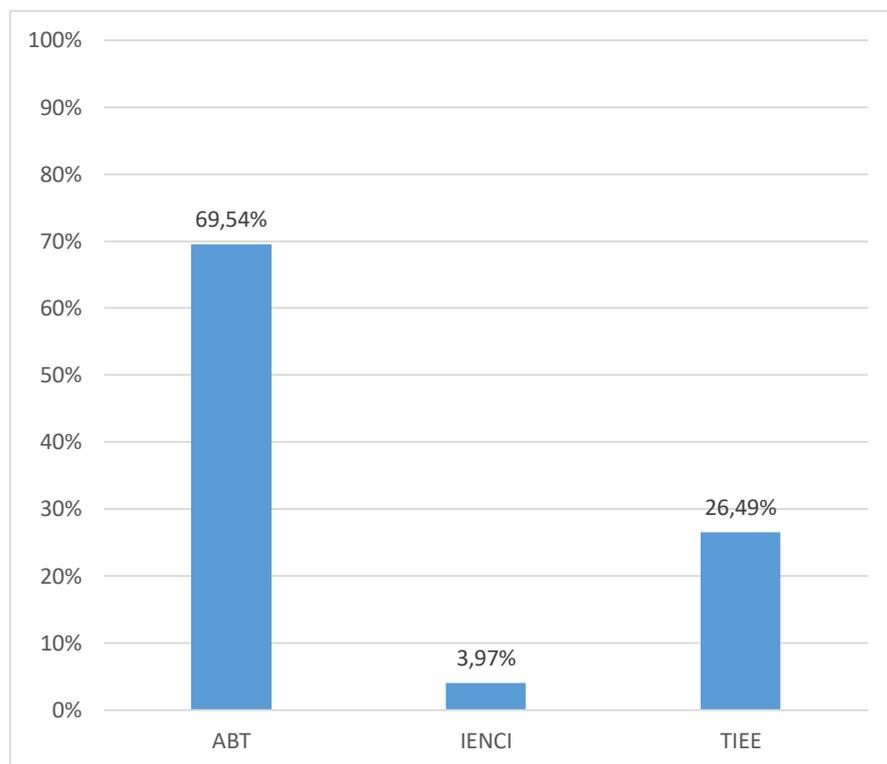
Segundo a perspectiva de Libâneo (1990), métodos de ensino são sequências de ações bem definidas utilizadas para se alcançar objetivos didáticos em relação a um determinado conteúdo. Nesse contexto, é factível a utilização de um ou mais métodos de ensino dentro de uma abordagem teórica, o que por vezes, poderá até mesmo causar confusões sobre o entendimento de qual linha teórica está sendo abordada com o método utilizado (i.e. PRINCE; FELDER, 2006).

No presente artigo hipotetizamos que artigos científicos visando o ensino de ecologia possuem teorias pedagógicas explícitas em função do ambiente de aprendizagem para o qual estão focadas. Para tanto, analisamos trabalhos publicados nos últimos 15 anos em três revistas científicas de ampla divulgação, especializadas em metodologias de ensino de ecologia ou biologia geral.

5.1 Resultados

Foram 151 (cento e cinquenta e um) artigos analisados nas três revistas científicas com aplicações em diferentes países. Dentro desse total, 46 (quarenta e seis) artigos foram publicados na TIEE, seis na IENCI e 105 (cento e cinco) na ABT. O GRÁFICO 1 apresenta a distribuição percentual das publicações.

GRÁFICO 1 - PERCENTUAL DE PUBLICAÇÕES DE TEMAS ECOLÓGICOS NAS TRÊS REVISTAS ANALISADAS DESDE 2005.



Fonte: autor

Os dados demonstraram também que houve um aumento gradual de publicações nos últimos anos com a temática em ecologia com temas que envolvem discussões a respeito da influência antrópica nos recursos naturais (QUADRO 1).

Do total de artigos analisados, apenas nove (5,9%) continham alguma teoria pedagógica sendo citada no texto como fundamentação da proposta metodológica, sendo cinco publicações na revista brasileira IENCI e quatro publicações na revista norte americana ABT. Apesar de ser uma revista específica para temas voltados para ensino de ecologia, a TIEE não publicou nenhum artigo contendo teoria pedagógica.

QUADRO 1 - PUBLICAÇÕES ANUAIS POR TEMA EM ECOLOGIA

Revistas e temas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
ABT	3	8	3	6	11	6	4	7	8	4	9	13	9	14	105
Ecologia de comunidades	2	3			3	3	1	1	1	1	1	1	2	2	21
Ecologia de ecossistemas	1	5	1	2	4	2	1	3	1		1	3	3	4	31
Ecologia de populações			2	1	3	1	1		1		3	2	1	2	17
Educação ambiental				1					1					1	3
Interação antrópica aos recursos naturais				2	1		1	3	4	3	4	7	3	5	33
IENCI			1	1		1		2					1		6
Ecologia de comunidades			1			1									2
Ecologia de ecossistemas								1							1
Ecologia de populações								1					1		2
Educação ambiental				1											1
TIEE	8	6	1		3	4		4		2	1		2	9	40
Ecologia de comunidades	1	4	1		1									2	9
Ecologia de ecossistemas	3	2				2		2			1			2	12
Ecologia de populações	1					2		1					1	3	8
Educação ambiental	1														1
Interações antrópicas aos recursos naturais	2				2			1		2			1	2	10
Total Geral	11	14	5	7	14	11	4	13	8	6	10	13	12	23	151

Fonte: autor

Contudo, todos os artigos analisados nas três revistas apresentaram métodos de ensino diversificados que foram possíveis serem identificados de forma explícita ou não, na metodologia. O QUADRO 2 apresenta todos os métodos de ensino que foram identificados a partir dessa análise. Em alguns artigos, apresentaram características de mais de um possível método de abordagem.

QUADRO 2 - MÉTODOS DE ENSINO APLICADOS NOS ARTIGOS ANALISADOS.

Métodos	ABT	IENCI	TIEE	Total Geral
5e learning	1			1
Abordagem "quebra-cabeça"; Investigação guiada	1			1

(Continuação)

Métodos	ABT	IENCI	TIEE	Total Geral
Alfabetização quantitativa; Pesquisa-ação; Aprendizagem ativa	1			1
Aprendizagem ativa; Aprendizagem baseada em problemas	3			3
Aprendizagem baseada em problemas	14			14
Aprendizagem baseada em problemas; Ensino baseado em Projetos			2	2
Aprendizagem baseada em projetos	7			7
Aprendizagem baseada em projetos; Investigação guiada	7			7
Aprendizagem cooperativa	1			1
Aprendizagem cooperativa			1	1
Aprendizagem cooperativa; Avaliação de literatura básica			1	1
Aprendizagem cooperativa; Pensamento crítico; Investigação orientada; Quebra-cabeças; Investigação aberta; Feedback dos pares			1	1
Aprendizagem formativa; Investigação guiada	1			1
Aprendizagem multissensorial	1			1
Aprendizagem pelo reconhecimento de signos		2		2
Aula expositiva; Aprendizagem baseada em problemas	2			2
Ciência cidadã; Aprendizagem baseada em projetos	1			1
Conhecimentos prévios; Aprendizagem baseada em problemas; Investigação guiada	1			1
Evolução formativa; Investigação Guiada			1	1
Formação conceitual		1		1
Gamificação; Aprendizagem baseada em problemas	1			1
Investigação baseada em problemas		1		1
Investigação guiada	12	1	2	15
Investigação guiada; Aprendizagem Baseada em problemas	46	1	13	60
Investigação guiada; Aprendizagem cooperativa; Pensamento crítico			1	1
Investigação guiada; Aprendizagem cooperativa; Pensamento crítico; Aprendizagem empírica e quantitativa			1	1
Investigação guiada; Inquérito aberto; Previsão-observação-explicação; Discussão em pequenos grupos; Projetos baseados em computador			1	1
Modelagem experimental; Investigação guiada	1			1
Modelo de instrução 4Ex2; Investigação guiada	1			1
Níveis de habilidades cognitivas; Investigação Guiada; Aprendizagem baseada em problemas			1	1
Níveis de habilidades cognitivas; Investigação Guiada; Aprendizagem baseada em problemas.			1	1

(Conclusão)

Métodos	ABT	IENCI	TIEE	Total Geral
Pesquisa guiada; Feedback dos pares; Prever-observar-explicar; Discussão em pequenos grupos; possível quebra-cabeças			1	1
Pesquisa-ação Conhecimentos prévios; Aprendizagem baseada em problemas.			1	1
Pesquisa-ação; Aprendizagem baseada em problemas	1			1
Pesquisa-ação; Conhecimentos prévios; Aprendizagem baseada em problemas.			5	5
Senso de lugar; Aprendizagem baseada em problemas	1			1
Senso de lugar; Aprendizagem baseada em projetos	1			1
Trabalho informal em grupo			7	7
Total Geral	105	6	40	151

Fonte: autor

A caracterização de cada proposta pedagógica permitiu o estabelecimento de relações multidimensionais que demonstram diferentes níveis de significância dada ao método e teoria pedagógicos nos trabalhos. A FIGURA 8, apresenta quais foram os temas ecológicos mais abordados nas três revistas, os concorrentes e suas relações com os métodos de ensino.

6 EXPERIMENTAÇÃO E COOPERAÇÃO NO APRENDIZADO DE ECOLOGIA EM ÁREAS RURAIS

As sociedades humanas historicamente se desenvolveram em detrimento dos recursos naturais. A humanidade se utiliza das funções da natureza bem mais do que qualquer outra espécie, o que acarretam interferências até mesmo irreversíveis. Isso aumenta a necessidade da difusão do conhecimento das leis e teorias ecológicas em todos os níveis de escolaridade para que, dessa forma, o reconhecimento do nosso papel no Planeta seja promovido como responsabilidade social (CARTER; SIMMONS, 2010).

Desde a década de 1970 o mundo inteiro precisou despertar para os problemas ambientais decorrentes da exploração descontrolada dos recursos naturais. Como forma de potencializar a divulgação dessa problemática, o primeiro acordo mundial países visando o comprometimento pela minimização dos danos ao meio ambiente foi assinado por vários países. Conseqüentemente, isso se refletiu na introdução gradativa da ecologia nos currículos de ciências (TILBURY, 1995).

Com o avanço de pesquisas voltadas para a área de educação ambiental, novos pensamentos foram surgindo na tentativa de propagar o uso consciente dos recursos naturais. Partindo do princípio de que os conhecimentos tradicionais poderiam auxiliar na compreensão de fenômenos naturais complexos, a cultura local de grupos tradicionais remanescentes ganhou cada vez mais espaço no meio científico (JONASSEN; ROHRER-MURPHY, 1999). Desse modo, as comunidades tradicionais começaram a ser objeto de interesse de pesquisa, motivando a investigação de como suas habilidades, atitudes e crenças podem influenciar seus comportamentos perante as problemáticas ambientais (HUNTINGTON, 2000). Assim, as relações de ensino e aprendizagem que envolvam alunos pertencentes a esse tipo de contexto, precisa também considerar todos os aspectos que auxiliam na construção da concepção de mundo desses atores (BOWEN; ROTH, 2007).

Dentro de um cenário rural, por exemplo, os valores culturais da atividade no campo que participam da formação da identidade dos alunos precisam ser considerados. Num estudo realizado por Barley & Beesley (2007), apresentaram um levantamento dos fatores que influenciam no sucesso educacional de escola rurais em 21 escolas dos Estados Unidos.

Em meio a várias dificuldades físicas e estruturais, as avaliações demonstraram que a relação de apoio com sua comunidade, a alta retenção de professores e altas expectativas dos alunos, foram fatores atribuídos ao sucesso educacional nestas escolas. O estudo também

apresentou um conjunto de possibilidades de criação de ambientes de aprendizagem que valorizassem esses fatores dentro das escolas.

No Brasil, pesquisas que consideram o ensino dentro da perspectiva rural, também revelam que as características próprias dessas comunidades estão presentes no cotidiano escolar. Molina (2010), apresenta uma síntese de um grupo de pesquisas voltadas para os desafios da educação de escolas rurais. Apesar de revelar condições conflitantes dentro de um cenário desafiador para a educação, os estudos também fazem referência às características do homem do campo como motivadoras da aprendizagem.

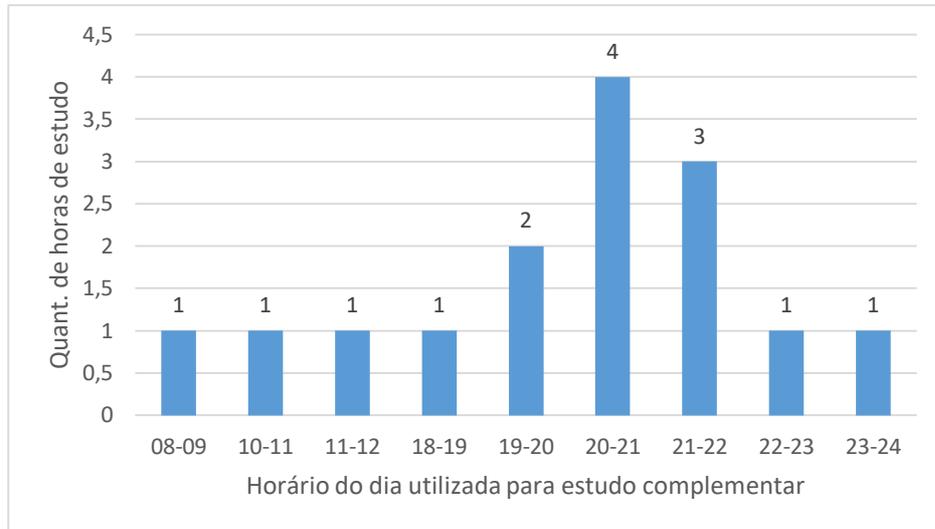
Sob a perspectiva epistemológica de Vygotsky, os sujeitos aprendizes possuem maiores possibilidades para o desenvolvimento de sua aprendizagem se houver uma real interação destes com o meio e entre eles mesmos. Buscando a construção do conhecimento científico por meio de concepções já presentes na vida destes sujeitos, a teoria da Aprendizagem Significativa auxilia no entendimento de que tais interações podem ser fortalecidas quando há significado para a vida deles. Dessa forma, a pesquisa referente a este capítulo, testou a eficiência da aplicação de uma sequência didática experimental, dentro de uma perspectiva construtivista, com foco na interação entre os conhecimentos em ecologia e a cultura local.

6.1 Resultados

Ao todo, 72 alunos participaram diretamente da pesquisa, divididos em duas turmas de igual quantidade. Todos os alunos passaram por todas as etapas da sequência didática seguindo o cronograma de execução.

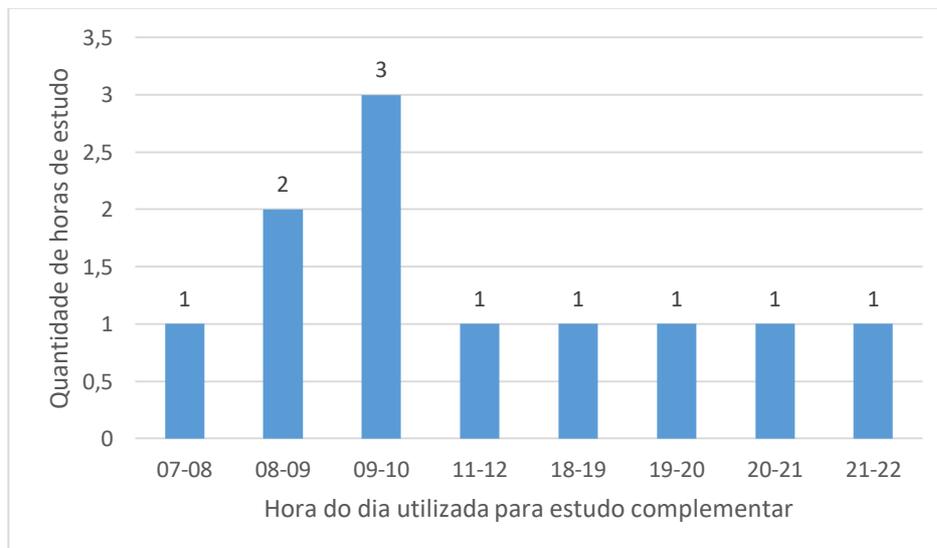
Os questionários socioculturais apresentaram um perfil predominantemente rural para as duas turmas. Além disso, também revelou que há uma diferença entre as turmas com relação a dedicação diária aos estudos fora do ambiente escolar. Contudo, apenas seis alunos (16,6%) da turma 1 e oito alunos (22,2%) da turma 2, responderam dedicar alguma hora de seus dias aos estudos, demonstrando que a minoria dos entrevistados possui o hábito de revisar os conteúdos ministrados em sala de aula. Os gráficos abaixo (GRÁFICO 2 e GRÁFICO 3) apresentam a quantidade de horas dedicadas ao estudo das duas turmas para os alunos que responderam dedicar algum momento do dia para estudar.

GRÁFICO 2 - QUANTIDADE DE HORAS DEDICADAS AO ESTUDO COMPLEMENTAR DA TURMA 1.



Fonte: autor

GRÁFICO 3 - QUANTIDADE DE HORAS DEDICADAS AO ESTUDO COMPLEMENTAR.

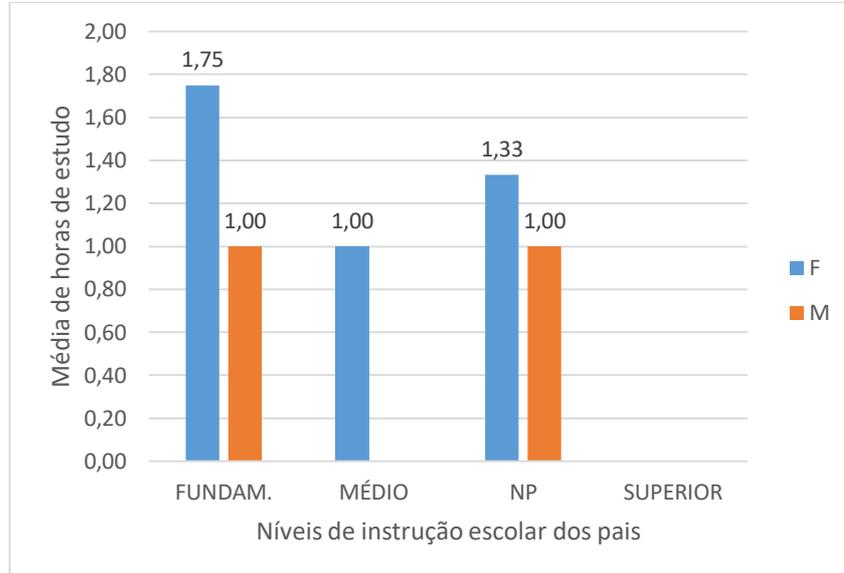


Fonte: autor

A relação Nível de Instrução dos Pais x Horas de estudo, demonstrou que na turma 1, o nível de escolaridade mais elevado, não necessariamente, reflete na dedicação de seus filhos aos estudos em casa. Nessa turma, os alunos que passam mais tempo estudando no horário contrário ao da escola, são aqueles os quais seus pais possuem apenas o nível fundamental completo ou incompleto. Já com a turma 2, houve um resultado mais expressivo nessa relação. Os resultados demonstraram que, quanto maior o nível de escolaridade dos pais, maior a média de horas reservadas para o estudo complementar. Os gráficos abaixo (GRÁFICO 4 e GRÁFICO

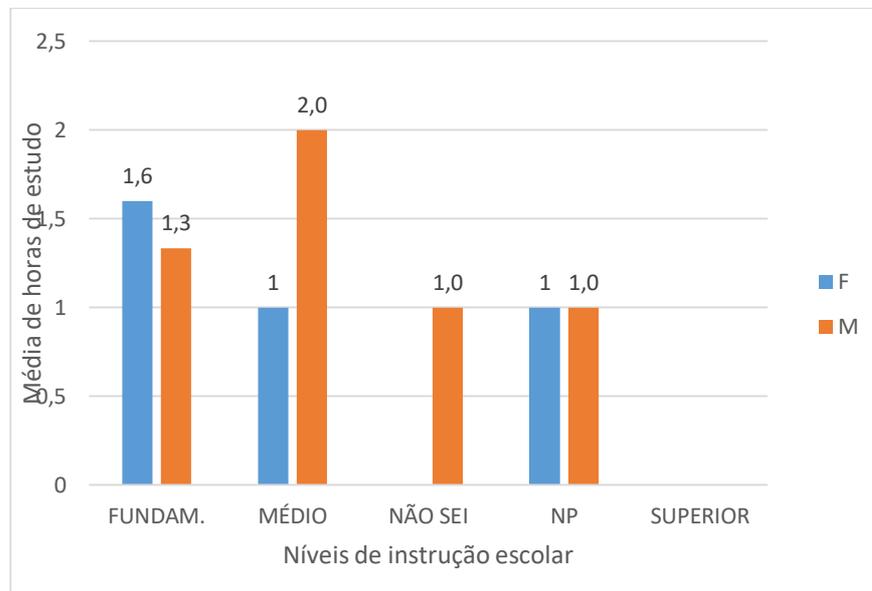
5) demonstram o resultado desta relação para as duas turmas.

GRÁFICO 4 - RELAÇÃO NÍVEL DE INSTRUÇÃO DOS PAIS X HORAS DE ESTUDO DA TURMA 1.



Fonte: autor

GRÁFICO 5 - RELAÇÃO NÍVEL DE INSTRUÇÃO ESCOLAR DOS PAIS X HORAS DE ESTUDO DA TURMA 2.

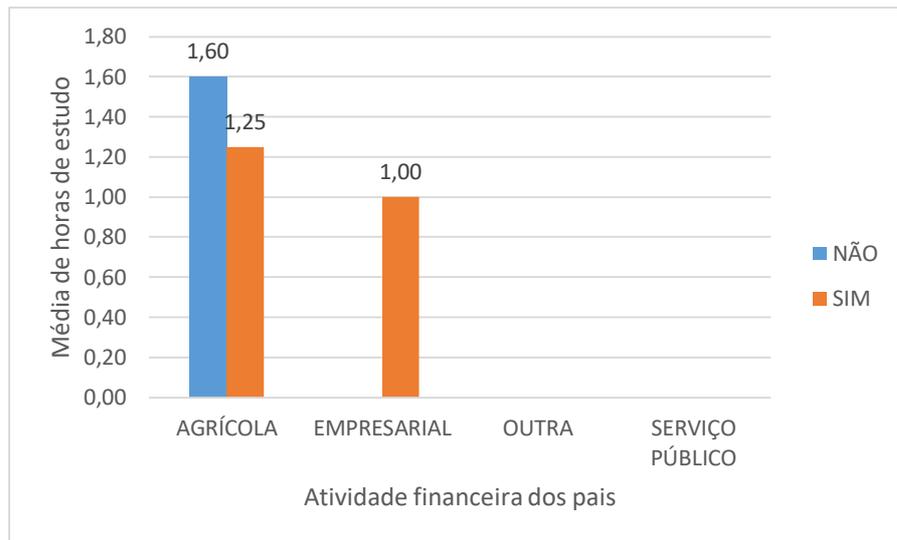


Fonte: autor

Os resultados da relação Atividade Financeira x Horas de Estudo também revelaram uma forte diferença entre as duas turmas. Enquanto na turma 1 ficou claro que os alunos que vivenciam a cultura agrícola em suas famílias também são aqueles que dedicam maior tempo

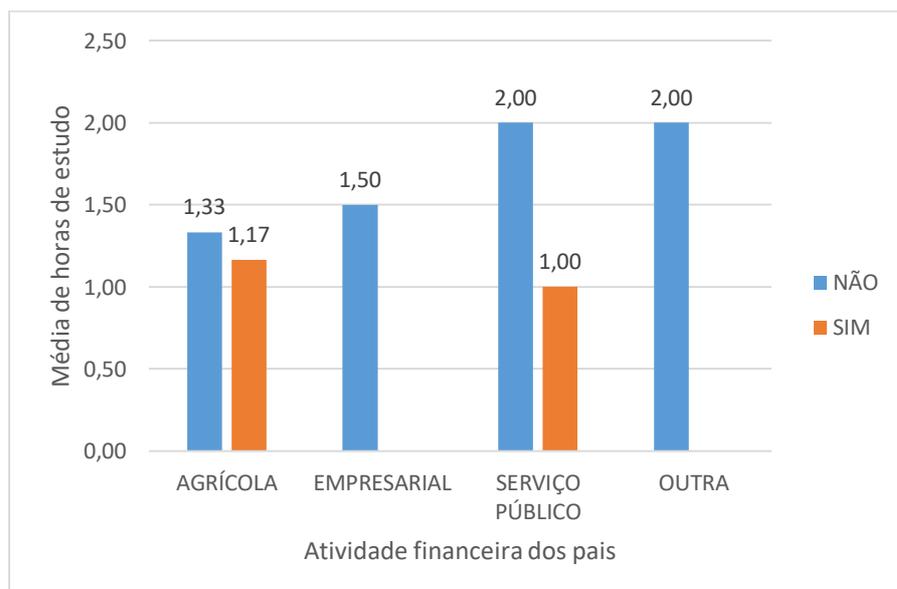
aos estudos complementares, na turma 2, aconteceu o inverso. As maiores médias de horas de estudo da turma 2, são de alunos que foram classificados nas categorias Serviços Públicos e Outras. Os resultados desta relação estão representados nos GRÁFICO 6 e GRÁFICO 7.

GRÁFICO 6 - RELAÇÃO ENTRE A DEDICAÇÃO AOS ESTUDOS COMPLEMENTARES E A ATIVIDADE FINANCEIRA DA TURMA 1.



Fonte: autor

GRÁFICO 7 - RELAÇÃO ENTRE A DEDICAÇÃO AOS ESTUDOS COMPLEMENTARES E A ATIVIDADE FINANCEIRA DA TURMA.



Fonte: autor

A análise dos QACPs revelou que as duas turmas tiveram médias diferentes entre si.

Por meio da comparação entre elas, é possível constatar que a turma 2 obteve uma média superior (2,22) a da turma 1 (1,28) (TABELA 1). Tal comparação foi realizada de forma simples, sem considerar ainda se houve significância dos resultados por se tratar do pré-teste. Contudo, é possível identificar que não houve aprendizado satisfatório em nenhuma das turmas, já que apenas um aluno, dentre todos que foram submetidos a avaliação, conseguiu nota acima de 50%.

TABELA 1 - COMPARAÇÃO DO RESULTADO DAS DUAS TURMAS NO PRÉ-TESTE

PRE-TESTE	Turma 1	Turma 2	Total Geral
Mín de NOTA	0	0	0
Máx de NOTA	4	6	6
Média de NOTA	1,28	2,22	1,75
Total Média de NOTA	1,28	2,22	1,75

Fonte: autor

A análise do pós-teste, por sua vez, já apresenta uma mudança nítida no desempenho das duas turmas. Enquanto a turma 1 conseguiu alcançar uma média equivalente a 3,56, a turma 2 também conseguiu elevar sua média para 3,39 o que demonstra, assim, uma superação das médias quando comparado com os resultados anteriores. Além disso, também houve um crescimento considerável na quantidade de notas individuais superiores a 5 pontos, onde 12 alunos da turma 1 (33,3%) conseguiram notas entre 6 e 8, enquanto na turma 2, cresceu para 10 (27,7%), a quantidade de alunos que alcançaram notas na mesma faixa (TABELA 2).

TABELA 2 - COMPARAÇÃO DO RESULTADO DAS DUAS TURMAS NO PÓS-TESTE.

PÓS-TESTE	TURMA 1	TURMA 2	Total Geral
Mín de NOTA	0	0	0
Máx de NOTA	8	10	10
Média de NOTA	3,56	3,39	3,47
Total Média de NOTA	3,56	3,39	3,47

Fonte: autor

O teste ANOVA permitiu identificar que tanto a média PRÉ x PÓS quanto na comparação em grupo, há diferença estatisticamente significativa onde o valor de P é menor que 0,01. Por sua vez, quando utilizamos o teste Tukey (TABELA 3) para identificar qual dos grupos de tratamento apresentaram melhores resultados estatísticos, foi observado que todas as comparações foram significativas com $P < 0,01$, com exceção das notas entre a comparação

TRIO x DUPLA, quando $P = 0,73$.

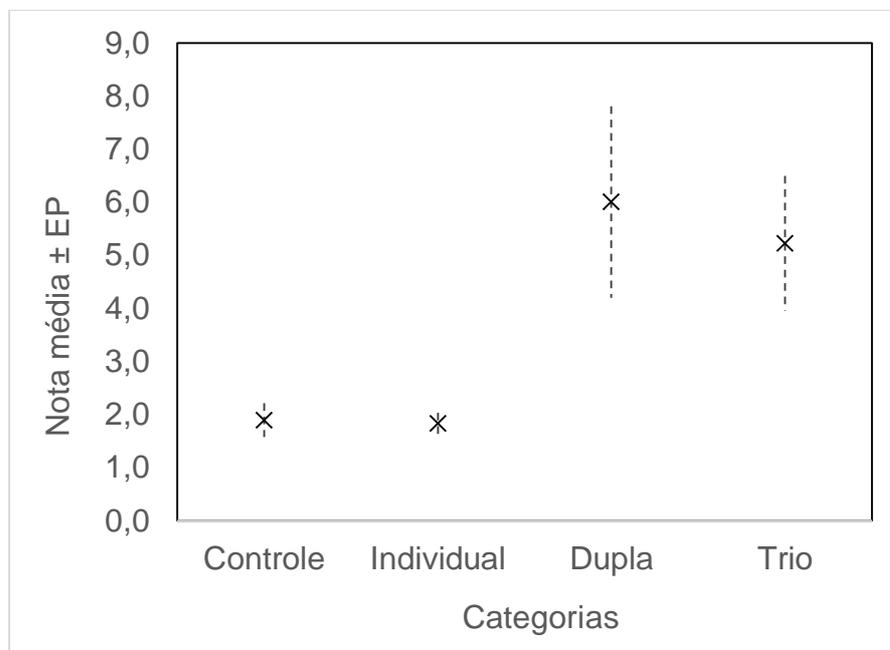
TABELA 3 - RESULTADO DO TESTE TUKEY COMPARANDO AS MÉDIAS DE CADA GRUPO ENTRE SI.

	diff	lwr	upr	P adj
Dupla-Controle	4,111	2,338	5,884	<0,01
Individual-Controle	1,521	0,450	2,593	<0,01
Trio-Controle	3,333	1,798	4,869	<0,01
Individual-Dupla	-2,590	-4,239	- 0,940	<0,01
Trio-Dupla	-0,778	- 2,760	1,204	0,738
Trio-Individual	1,812	0,4212	3,203	<0,01

Fonte: autor.

Quando comparamos os grupos (experimentais e controle) com as formas de tratamento a qual foram submetidos, o resultado final alcançado pelo experimento apresentou uma variação de três a quatro pontos na nota média dos grupos com maior quantidade de alunos. O GRÁFICO 8 demonstra a comparação das notas médias entre as diferentes categorias.

GRÁFICO 8 - MÉDIAS COMPARATIVAS DOS DIFERENTES GRUPOS NO PÓS-TESTE. EP = ERRO PADRÃO.



Fonte: autor

7 DISCUSSÃO GERAL E SUGESTÕES

Os dados aqui apresentados permitem fazer uma análise multivariada do contexto sobre o que de fato a pesquisa pode demonstrar. Apesar dos dois produtos possuírem aspectos metodológicos e finalidades diferentes, todo o esforço se debruçou na possibilidade de apresentar uma visão holística de como o professor de ecologia compreende o papel da teoria na prática pedagógica e como a própria teoria pode estar muito presente nas variações de ensino.

Os resultados obtidos com a pesquisa cienciométrica apresentam alguns pontos onde cabem análise mais profundas. A princípio, os dados demonstraram uma evidente preocupação na construção de conceitos básicos de ecologia através de métodos experimentais na maioria dos artigos analisados. Também foi possível identificar que a maioria dos artigos analisados não apresentam claramente se estão fundamentados por alguma teoria pedagógica. Dessa forma, tais resultados revelaram uma grande divergência da hipótese testada.

Fica evidente que há uma grande diversidade de instrumentos metodológicos utilizados nas diferentes publicações. Porém, é notável a predominância na abordagem experimental utilizando conhecimentos que vão da ecologia básica até a ecologia aplicada. Os resultados desta pesquisa demonstram um grande volume de artigos publicados nessa perspectiva, concordando com Finn et. al. (2002) e Cherif (1992), na promoção do ensino de ecologia pela experimentação.

Dessa forma, aproximar a prática científica da realidade dos alunos, têm sido uma estratégia muito utilizada no mundo inteiro para melhorar o ensino de ciências. De tal forma, essa preocupação, têm se refletido nas políticas educacionais de alguns países (ie. BRASIL, 2015; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001, 2002, 2012) que propõe uma mudança na abordagem do ensino de ciências para um enfoque na investigação.

Todos os artigos analisados, de certa forma, apresentaram algum método de ensino reconhecido de forma explícita ou não. Porém, uma quantidade muito pequena de artigos evidenciou sua fundamentação teórica. Isso induz acreditar que sustentar uma proposta pedagógica em teorias, não têm sido uma preocupação recorrente desses autores ou mesmo das revistas onde foram publicados seus trabalhos. Considerando que a apresentação e divulgação de uma ideia, deva partir de pressupostos que possam sustentá-la, torna-se até mesmo contraditório que não haja tal preocupação.

A grande quantidade de teorias pedagógicas existentes acaba revelando divergências e

separando ideologias. No entanto, tantas possibilidades podem também ser encaradas como alternativas para um grupo ou outro de aprendizes. Nessa perspectiva, talvez a única justificativa para não deixar bem claro qual abordagem sustenta a ideia apresentada, seja o fato de que essa necessidade não reflita diretamente na eficácia da proposta.

Infelizmente, tal suposição não pode ser discutida diretamente com os dados que foram apresentados aqui. Precisariamos ter disponíveis a significância de cada metodologia para a aprendizagem quando aplicadas. Esses dados não estão presentes em nenhum dos artigos, por se tratar de propostas de ensino e não de estudos de casos. Porém, deve-se pressupor que, mesmo sem o resultado do impacto da proposta metodológica em sua aplicação, um dos objetivos de cada proposta, seja, naturalmente, a melhoria da aprendizagem.

As revistas analisadas nesta pesquisa, são abertas para o público internacional. Ou seja, permitem a submissão de trabalhos de qualquer nação independente do local onde foi aplicado o método. Como nas três revistas há publicações que possuem e não possuem teoria explícita, aparentemente, esse não é um critério excludente para submissão.

Contudo, proporcionalmente, a IENCI possui quantidade superior de artigos publicados fundamentadas em teorias pedagógicas. Apesar do número pequeno de publicações, em comparação com ABT e TIEE, no mesmo período analisado, ficou evidente que a revista brasileira tem maior preocupação com a base teórica.

Em primeira análise, Brasil e EUA possuem culturas educacionais muito diferentes e estão inseridas em contextos socioeconômicos ainda mais distantes. Mas, tratando-se de sucesso educacional, o modelo educacional americano ainda apresenta resultados superiores ao brasileiro. Então, as teorias da aprendizagem são necessárias?

Esse questionamento foi feito na década 1950 por Frederic Skinner (1950). O autor defende que teorias são importantes para reforçar uma ideia e é até esperado que seja uma prática geral. Porém, pode-se chegar a um resultado mais rápido da aprendizagem utilizando caminhos que não sejam especificamente projetados para testar teorias.

Essa ideia pode até ser considerada como fato, quando analisamos os resultados aqui expostos. Mas, ironicamente, o próprio autor se tornou um dos mais consagrados teóricos pedagógicos da história revelando que tal questionamento e sua carreira se tornaram contraditórios.

De fato, teorias pedagógicas não podem ser encaradas como roteiros pré-determinados

para o sucesso na aprendizagem. Muito menos, são garantias deste sucesso. Uma visão holística de todas as teorias já prevê que elas só existem de formas tão complexas e distintas porque os sujeitos participantes deste processo, também o são.

Isso conduz para a reflexão de que não basta apenas utilizar uma abordagem metodológica prática para garantir a aprendizagem. Algumas pesquisas recentes (DESIMONE; HILL, 2017; DESIMONE; SMITH; PHILLIPS, 2013; MCKEOWN et al., 2016) consideram que a aprendizagem dos alunos, sofre uma grande influência do Desenvolvimento Profissional (DP) dos professores e, indiretamente, de suas experiências na utilização de linhas pedagógicas apropriadas para cada realidade. Assim, mesmo que o método de ensino escolhido consiga abordar um conteúdo buscando a aproximação do aluno com o fenômeno observado, por si só, pode não promover a construção de conhecimento algum (DESIMONE; HILL, 2017).

Grandes enfoques educacionais apontam a necessidade da abordagem de teorias e conceitos científicos considerando o contexto local onde os alunos estão inseridos. Muitos deles buscam criar ambientes de aprendizagem construtivistas, onde a aprendizagem passa a ser fruto da internalização do ambiente e das relações íntimas entre os aprendizes. A Teoria da Atividade (KAPTELININ; KUUTTI; BANNON, 1995; LEONT'EV, 1972) é uma das vertentes do sócio interacionismo de Vygotsky com objetivos claros de criação desses tipos de ambientes.

Essa teoria está suportada na interação entre a atividade humana e sua consciência. Ou seja, está centrada na capacidade do indivíduo aprender através da sua própria atividade, sendo possível apenas num contexto que seja significativo para sua vida. Esse é um pressuposto citado por Vygotsky em suas obras para que os saberes individuais sejam construídos (RIEBER, 1999).

Os resultados apresentados no segundo produto desta pesquisa, estão alinhados com a teoria da aprendizagem proposta por Vygotsky. Durante toda a realização da sequência didática os alunos tiveram momentos de aprendizagem muito expressivos, quando analisado o tipo de interações construídas com os colegas e com o ambiente experimental criado. Desde o início dos dois experimentos, os alunos passaram a criar expectativas o que possibilitou a criação de um ambiente favorável para a aprendizagem. Além disso, o diálogo ocorrido entre eles durante (e, possivelmente, após) a realização dos experimentos, auxiliou no resultado significativo apresentado. Os alunos que tiveram as melhores notas, foram justamente aqueles que estavam organizados em grupos. Isso converge diretamente com o que o sócio interacionismo defende. Os saberes construídos a partir das interações entre os sujeitos são caminhos mais fáceis para a

criação de relações cognitivas mais fortes (FOSNOT; PERRY, 2005; KRAHENBUHL, 2016; MAYER, 2004; MORTIMER, 1996; RICHARD MILLWOOD, 2014).

Sob o olhar debruçado na teoria da aprendizagem de Vygotsky, podemos inferir que os experimentos seguiram caminhos que possibilitaram o avanço processual através das zonas de desenvolvimento. Quando estiveram dentro da horta e receberam as instruções sobre o plantio, alguns alunos começaram a compartilhar saberes empíricos sobre as melhores formas de tratamento da terra e das sementes para alcançar melhores resultados. Assim, os conhecimentos prévios destes alunos foram estimulados, o que pode favorecer a inclusão dos conceitos ecológicos na ZDP destes alunos. Da mesma forma, os alunos que não tinham conhecimentos práticos sobre plantio naquele momento, tornaram possível a aprendizagem dos conceitos ecológicos pelas novas informações que foram transmitidas pelos alunos mais experientes.

Analisando inicialmente os resultados dos questionários socioculturais, foi possível identificar que as duas turmas eram favoráveis ao estudo, pois revelaram um perfil congruente com as características rurais da região. Do mesmo modo, os questionários também destacaram fatores sociais importantes que poderiam influenciar o desempenho dos alunos durante as aulas. Um dos fatores que foi analisado como possível interventor no processo de aprendizagem, foram as horas de dedicação diária aos estudos pelos alunos. Porém, os alunos que tinham as maiores médias diárias de estudo complementar fora da escola, foram identificados nos questionários socioculturais como possíveis “outliers”, ou seja, alunos que já teriam uma predisposição para o desvio padrão, por possuírem características que fogem da normalidade encontrada nos grupos de pesquisa.

Como esperado, alguns alunos tiveram redução na nota do pós-teste, mesmo depois de participar do experimento e outros alunos que não participaram do experimento conseguiram melhor resultado quando repetiu a avaliação. Foi o caso da aluna nº 28 da turma 2. A única que alcançou a nota máxima no pós-teste. Essa aluna, além de ser identificada como pertencente ao contexto familiar agrícola, também reforçava seus estudos em horários contrários ao da escola e seus resultados foram potencializados com a participação no experimento. Os sorteios realizados nas duas turmas geraram a aleatoriedade no público e isso também explica o desvio padrão observado nos grupos avaliados.

Contudo, a melhora no desempenho dos alunos foi expressiva para as duas turmas. O resultado das tabelas 3, 4 e 5, não demonstram apenas a melhora na aprendizagem de cada aluno individualmente. Muito menos, que todos os alunos tiveram o mesmo desempenho. Na verdade,

os resultados ratificam que a melhora no desempenho dos alunos que construíram saberes por meio da interação entre seus pares, refletiu na melhora do desempenho de toda a turma. Isso confirma a eficácia da metodologia utilizada, considerando que a hipótese nula de que os experimentos não teriam resposta significativa no pós-teste, foi refutada.

Da mesma forma, os resultados também destacaram a força da interação por meio do trabalho pedagógico em grupos. Conforme Vygotsky (2003) defende, quanto maiores as interações entre os sujeitos, e mais próxima for a linguagem entre eles, mais curtos serão os caminhos para a construção dos saberes. Nossa pesquisa comprovou que os grupos sociais tiveram melhores resultados na aprendizagem e que, individualmente, os alunos constroem relações cognitivas com maior dificuldade.

O período de aplicação da sequência foi providencial por permitir o plantio numa época do ano com clima favorável para o cultivo da hortaliça, o que facilitou seu rápido crescimento antecipando até mesmo, os resultados esperados. Com relação à montagem e manipulação dos experimentos, algumas limitações podem ser citadas como dificuldades encontradas durante a execução das aulas. Como a horta escolar estava desativada antes da aplicação da sequência didática, foi necessária a criação deste espaço novamente, readaptando-o para os objetivos dos experimentos. Além disso, a impossibilidade de acompanhamento diário, causou o insucesso de alguns canteiros que foram invadidos por formigas ou afetados de forma mais expressiva pela competição com o Capim-Alho (*Cyperus rotundus L.*) como mostra a FIGURA 9.

FIGURA 9 - ALUNAS ANALIZANDO CANTEIROS QUE NÃO TIVERAM SUCESSO POR FATORES DE INTERFERÊNCIA NÃO PROGRAMADOS.



Fonte: autor

Outra dificuldade encontrada foi a necessidade de prolongar o cronograma de execução planejado, pela interferência de reuniões pedagógicas e culminância de projetos didáticos nos dias das aulas. Porém, tais dificuldades não refletiram significativamente nos resultados finais.

CONCLUSÕES

De forma geral, é um consenso que atividades pedagógicas reconhecidas como “práticas”, pertençam a uma categoria que possui um universo muito amplo de modelos. E existem muitas pesquisas que demonstram a eficácia de suas aplicações nos mais variados contextos. No entanto, alguns aspectos intrínsecos à própria aprendizagem precisam ser considerados. Abrahams & Millar (2008) realizaram um diagnóstico com alguns grupos de práticas científicas com alunos de escolas secundárias inglesas, onde puderam observar que o trabalho prático foi eficaz na compreensão dos procedimentos e de seus resultados. Porém, o mesmo artigo alertou para a deficiência que os alunos mantinham na compreensão do fenômeno observado e sua relação com o meio natural.

Nesse sentido, mesmo não sendo um padrão mundial construir modelos instrucionais ou metodológicos para o ensino de ecologia, baseados em teorias pedagógicas, nossos resultados, não compactuam com essa realidade. As práticas experimentais possuem valor pedagógico significante e devem ser utilizadas para auxiliar o trabalho docente. Porém serão potencializadas quando estiverem agregadas a uma teoria pedagógica e puder ser introduzida num contexto favorável

Consideramos que novas pesquisas precisam ser realizadas de modo mais profundo sobre a temática aqui apresentada. Questões como: o modelo educacional brasileiro, que valoriza a teorização das práticas pedagógicas, é o melhor caminho para alcançar um avanço significativo nos índices educacionais? As revistas sobre ensino de biologia norte-americanas não valorizam a psicologia educacional ou elas consideram já existir uma uniformidade teórica que, institivamente, mobiliza a prática docente nos países desenvolvidos? A sequência didática descrita neste trabalho surtirá o mesmo efeito positivo numa escola com características urbanas?

Essas questões se configuram agora como mais um resultado que alcançamos com o trabalho que foi desenvolvido. Talvez até, o resultado mais importante, pois a abertura desse leque de oportunidades para pesquisadores na área da educação deverá subsidiar mais pesquisas e poderão, futuramente, fomentar políticas públicas para a construção de uma educação cada vez mais sólida e igualitária.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAMAS, I.; MILLAR, R. Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 14, p. 1945–1969, 2008.
- ARMBRUSTER, P. et al. Active Learning and Student-centered Pedagogy Improve Student Attitudes and Performance in Introductory Biology. **Life Sciences Education**, v. 8, p. 203–213, 2009.
- AUSUBEL, D. **A Cognitive Theory of School Learning** American Psychological Association. New York: [s.n.].
- AUSUBEL, D. P. **The Acquisition and Retention of Knowledge: A cognitive View**. 1. ed. New York: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- BANDURA, A. **Social Learning Theory**. 2^a ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1977.
- BARLEY, Z. A.; BEESLEY, A. D. Rural school success: What can we learn? **Journal of Research in Rural Education**, v. 22, n. 1, p. 1–16, 2007.
- BATAGELJ, V.; MRVAR, A. Analysis and Visualization of Large Networks. **Graph Drawing Software**, p. 77–103, 2003.
- BEGON, MICHAEL; TOWNSEND, COLIN R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- BOWEN, G. M.; ROTH, W. M. The practice of field ecology: Insights for science education. **Research in Science Education**, v. 37, n. 2, p. 171–187, 2007.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base Ensino Médio**. 1^a ed. Brasília: Ministério da Educação, 2015.
- CAPRA, F. Alfabetização ecológica: o desafio para a educação do século 21. **Meio ambiente no século 21**, v. 21, n. 21, p. 19–33, 2003a.
- CAPRA, F. **Ciência para uma Vida sustentável**. São Paulo: Cultrix, 2003b.
- CAPRA, F. **O ponto da mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente**. 3^a ed. São Paulo: Cultrix, 2006.
- CAPRA, F. **A Teia da Vida - Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São

Paulo: Cultrix, 2011.

CAPRA, F.; STEINDL-RAST, D.; MATUS, T. **Pertencendo ao Universo - Explorações nas fronteiras da ciência e da espiritualidade**. 2ª ed. São Paulo: Cultrix, 1991.

CARTER, R. L.; SIMMONS, B. The History and Philosophy of Environmental Education. In: **The Inclusion of Environmental Education in Science Teacher Education**. 1. ed. [s.l.] Media, Springer Science & Business, 2010. p. 3–15.

CHARLOT, B. A pesquisa educacional entre conhecimentos, políticas e práticas: especificidades e desafios de uma área de saber. **Revista Brasileira de Educação**, v. 11, n. 31, p. 7–18, 2006.

CHERIF, A. H. Barriers to ecology education in north american high schools: Another alternative perspective. **Journal of Environmental Education**, v. 23, n. 3, p. 36–46, 1992.

DA SILVA, R. F. . et al. Soil invertebrate macrofauna under different production systems in a Hapludox in the Cerrado Region [Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado]. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 697–704, 2006.

DAVIS, E. A.; PETISH, D.; SMITHEY, J. Challenges New Science Teachers Face. **Review of Educational Research**, v. 76, n. 4, p. 607–651, 2006.

DAYRELL, J. O jovem como sujeito social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 24, p. 40–52, 2003.

DE SOLLA PRICE, D. J. (DEREK J. **Little science, big science**. New York University Press, , 1963.

DEBOER, G. E. Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 6, p. 582–601, 2000.

DESIMONE, L. M.; HILL, K. L. Inside the Black Box: Examining Mediators and Moderators of a Middle School Science Intervention. **Educational Evaluation and Policy Analysis**, v. 39, n. 3, p. 511–536, 2017.

DESIMONE, L. M.; SMITH, T. M.; PHILLIPS, K. Linking Student Achievement Growth to Professional Development Participation and Changes in Instruction : A Longitudinal Study Elementary Students and Teachers in Title I Schools 1 Laura M . Desimone University of

- Pennsylvania Kristie Phillips. **Teachers College Record**, v. 2, n. may, p. 1–64, 2013.
- DIDDEN, W. A. M. et al. Soil Mesofauna and Macrofauna in 2 Agricultural Systems - Factors Affecting Population-Dynamics and Evaluation of Their Role in Carbon and Nitrogen Dynamics. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 51, n. 1–2, p. 171–186, 1994.
- FINN, H.; MAXWELL, M.; CALVER, M. Why does experimentation matter in teaching ecology? **Journal of Biological Education**, v. 36, n. 4, p. 158–162, 2002.
- FOSNOT, C. T.; PERRY, R. S. Constructivism: Theory, perspectives and practice. **Teachers College Press**, v. 3, p. 38, 2005.
- HOFER, B. K.; PINTRICH, P. R. The Development of Epistemological Theories: Beliefs about Knowledge and Knowing and Their Relation to Learning. **Review of Educational Research**, v. 67, n. 1, p. 88, 1997.
- HUNTINGTON, H. P. Using Traditional Ecological Knowledge in Science: Methods and Applications. **Ecological Applications**, v. 10, n. 5, p. 1270–1274, 2000.
- HURD, P. Scientific literacy: New minds for a changing world. **Science education**, v. 82, p. 407–416, 1998.
- JONASSEN, D. H.; ROHRER-MURPHY, L. Activity Theory as a Framework for Designing Constructivist Learning Environments. **ETR&D**, v. 47, n. I, p. 61–79, 1999.
- KAPTELININ, V.; KUUTTI, K.; BANNON, L. **Activity theory: Basic concepts and applications**. (B. Brad, G. Juri, U. Claus, Eds.)EWHCI: International Conference on Human-Computer Interaction. **Anais...Moscow**: 1995
- KIM, E. J. A.; ASGHAR, A.; JORDAN, S. A Critical Review of Traditional Ecological Knowledge (TEK) in Science Education. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 17, n. 4, p. 258–270, 2017.
- KLAHR, D.; NIGAM, M. The Equivalence of Learning Paths in Early Science Instruction Effects of Direct Instruction and Discovery Learning. **Psychological Science**, v. 15, n. 10, p. 661–667, 2005.
- KRAHENBUHL, K. S. Student-centered Education and Constructivism: Challenges, Concerns, and Clarity for Teachers. **The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas**, v. 89, n. 3, p. 97–105, 2016.

- LAUGKSCH, R. Scientific literacy: A conceptual overview. **Science education**, v. 84, p. 71–94, 2000.
- LEONT'EV, A. N. The Problem of Activity in Psychology. **Soviet Psychology**, v. 9, p. 95–108, 1972.
- LEVIN, J. **Estatística Aplicada a Ciências Humanas**. 2ª ed. São Paulo: Harbra, 1987.
- LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 1. ed. São Paulo: Cortez Editora, 1990.
- MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J.; BORKO, H. Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. In: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). . **Examining Pedagogical Content Knowledge**. 6. ed. New York: Association for the Education of Teachers in Science, 2006. p. 95–132.
- MAYER, R. E. Should There Be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery Learning? **American Psychologist**, v. 59, n. 1, p. 14–19, 2004.
- MCINERNEY, D. M. Educational psychology - Theory, research, and teaching: A 25-year retrospective. **Educational Psychology**, v. 25, n. 6, p. 585–599, 2005.
- MCKEOWN, D. et al. Illuminating growth and struggles using mixed methods: Practice-based professional development and coaching for differentiating SRSD instruction in writing. **Reading and Writing**, v. 29, n. 6, p. 1105–1140, 2016.
- MIGUEL, A. **Agroecologia - A dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 5ª ed. Porto Alegre: UFMG, 2008.
- MILLER, J. D. Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review. **Daedalus**, v. 112, n. 2, p. 29–48, 1983.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, B. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. In: **Parâmetros Curriculares Nacionais**. 4ª ed. Brasília: [s.n.]. p. 1–141.
- MOLINA, M. C. **Educação do Campo e Pesquisa: Questões para Reflexão**. 2. ed. Brasília: Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2010. v. 2
- MORTIMER, E. F. CONSTRUTIVISMO, MUDANÇA CONCEITUAL E ENSINO DE CIÊNCIAS: PARA ONDE VAMOS? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20–39, 1996.
- MURO, M.; JEFFREY, P. A critical review of the theory and application of social learning in

participatory natural resource management processes. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 51, n. 3, p. 325–344, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Knowing What Students Know: The Science and Design of Educational Assessment**. Washington: National Academy Press, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Achieving High Educational Standards for All**. 1. ed. Washington: National Academy Press, 2002. v. 2

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Improving Measurement of Productivity in Higher Education. Panel on Measuring Higher Education Productivity: Conceptual Framework and Data Needs**. Washington: National Academy Press, 2012.

PALANGANA, I. C. **Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vygotsky a relevância do social**. São Paulo: Summus Editorial, 2001.

PERSSON, O.; DANELL, R.; SCHNEIDER, J. W. How to use Bibexcel for various types of bibliometric analysis. **How to use Bibexcel for various types of bibliometric analysis**, n. May, p. 9–24, 2009.

PIAGET, J. **La explicación en las ciencias**. 2ª ed. Barcelona: Martínez Roca, S.A., 1977.

PIAGET, J. **Psicología del niño**. 3ª ed. Madrid: Ediciones Morata, 2005.

PRINCE, M.; FELDER, R. Inductive Teaching and Learning Methods. **Journal of Engineering Education**, v. 95, n. 2, p. 123–138, 2006.

PRITCHARD, A. **Ways of Learning - Learning Theories and Learning Styles in The Classroom**. 2. ed. New: Routledge, 2008. v. 122

RAKES, G. C.; FIELDS, V. S.; COX, K. E. The influence of teachers' technology use on instructional practices. **Journal of Research on Technology in Education**, v. 38, n. 4, p. 409–424, 2006.

RICHARD MILLWOOD. **The Design of Learner-Centred, Technology-Enhanced Education**. [s.l.] University of Bolton, 2014.

RIEBER, R. W. **The collected works of L. S. Vygotsky**. 6. ed. New York: Kluwer Academic Publishers, 1999.

SCHUNK, D. H. **Learning Theories: An Educational Perspective**. 6ª ed. New York: Pearson, 2012. v. 322

- SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. O ensino de ecologia e a experiência estética no ambiente natural: considerações preliminares. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 15, n. 2, p. 393–412, 2009.
- SINKER, C. A. The teaching of ecology in schools. **Journal of Biological Education**, v. 13, n. 4, p. 261–266, 1979.
- SKINNER, B. F. Are theories of learning necessary? **Psychological Review**, v. 57, n. 4, p. 193–216, 1950.
- STEDMAN, R. C. Understanding place attachment among second home owners. **American Behavioral Scientist**, v. 50, n. 2, p. 187–205, 2006.
- TILBURY, D. Environmental Education for Sustainability: Defining the new focus of environmental education in the 1990s. **Environmental Education Research**, v. 1, n. 2, p. 195–212, 1995.
- VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. Versão para eBook: Ridendo Castigat Mores, 2001.
- VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. 4. ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda, 2003.
- VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. 11^a ed. São Paulo: Ícone Editora, 2010.
- ZWART, K. B. et al. Population dynamics in the belowground food webs in two different agricultural systems. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 51, n. 1–2, p. 187–198, 1994.

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EXPERIMENTOS EM ECOLOGIA PARA INCREMENTAR A EFICÁCIA DO ENSINO EM ÁREAS RURAIS NO NORDESTE DO BRASIL

Pesquisador: CAIO RODRIGO MOURA SANTOS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 85579818.2.0000.5013

Instituição Proponente: Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.574.235

Apresentação do Projeto:

O ensino de ecologia do ensino médio tem caminhado para uma abordagem cada vez mais superficial de conceitos e fenômenos, muitas vezes, bem distantes da realidade dos alunos. Isso acaba promovendo uma aprendizagem simplista desse conteúdo, dificultando a compreensão do funcionamento dos sistemas ecológicos de forma integrada e, conseqüentemente, gerando confusões conceituais e concepções ecológicas equivocadas. A presente proposta de pesquisa tem como objetivo propor e avaliar a utilização de experimentos em ecologia dentro de uma sequência didática para a melhoria do ensino de ecologia dos alunos de uma escola rural. Partindo de uma abordagem construtivista, iremos verificar a aprendizagem de alunos do ensino médio num contexto de escola rural sobre conteúdos de ecologia, buscando integrar o Conhecimento Ecológico Local (LEK) desses alunos à aprendizagem de conceitos científico. Dessa forma, iremos desenvolver experimentos em ecologia que possibilitem maior eficácia do ensino por meio da reflexão sobre os fatores ambientais que podem influenciar na viabilidade de espécies de plantas em sistemas agrícolas e sistemas naturais. Tais experimentos utilizarão conceitos básicos sobre dinâmica populacional aplicados em cultivos agrícolas para observar a viabilidade dessas populações in locu e realizar comparações com o desenvolvimento de comunidades ecológicas naturais, permitindo assim, uma abordagem integradora entre o homem e o ambiente.

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A . C. Simões,

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 57.072-900

UF: AL

Município: MACEIO

E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.574.235

Objetivo da Pesquisa:

OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Melhorar a percepção ecológica de alunos do Ensino Médio por meio de experimentos didáticos em Ecologia.

Objetivos Específicos

- Avaliar o conhecimento prévio dos alunos antes da aplicação da sequência didática;
- Construir experimentos lúdicos que valorizem a interpretação dos mecanismos ecológicos dos ambientes onde os alunos estão inseridos;
- Aplicar os experimentos numa sequência didática;
- Avaliar se houve melhora significativa após a aplicação da sequência na turma;

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios da pesquisa

Considerando a notória necessidade de ampliar o conhecimento dos alunos sobre ecologia para um nível fundamental de associação dos conceitos com mudanças comportamentais, os alunos deverão despertar para uma mudança de suas percepções ecológicas, oportunizando até mesmo a utilização dos conhecimentos construídos na gestão de seus sistemas agrícolas. Além disso, os resultados da pesquisa irão analisar a eficácia do método utilizado que poderá em diferentes locais com realidades similares no mundo inteiro.

Um questionário avaliativo será aplicado antes e depois da aplicação da sequência didática com prévia autorização dos sujeitos. Pode ser que o(s) participante(s) da pesquisa sintam-se tímido(a)s, inibido(a)s, constrangido(a)s ou não saiba(m) responder às questões apresentadas pelo pesquisador, poderá(ão) quebrar o sigilo da pesquisa e até mesmo considerar que está(ão) perdendo o seu tempo, não evidenciando assim os objetivos da pesquisa. Prevendo estes riscos, será feito pelo pesquisador antes da aplicação da pesquisa, o esclarecimento das informações em linguagem clara, simples e acessível, garantido aos sujeitos por meio do Termo de Consentimento Livre e

Esclarecido T.A.L.E. (Apêndice C) e Termo de Assentimento Livre e Esclarecido T.A.L.E. (Apêndice D), a confiabilidade do estudo e o sigilo das informações dos indivíduos, incluindo as medidas de proteção à confidencialidade e à liberdade do participante da pesquisa de recusar-se a participar, garantindo assim, a privacidade da identidade do sujeito e o sigilo da pesquisa. Para tanto e em conformidade com a resolução Resolução 466/12 do Conselho de Nacional de Saúde, esse projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Alagoas.

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A . C. Simões,

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 57.072-900

UF: AL

Município: MACEIO

E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com

Continuação do Parecer: 2.574.235

A pesquisa poderá ser suspensa ou mesmo encerrada caso haja inviabilidade técnica ou estrutural para a sua continuidade. Dessa forma, em casos de greves, paralizações ou problemas estruturais graves que possam suspender o ano letivo na instituição onde será desenvolvida a pesquisa, também acarretará na suspensão ou encerramento da pesquisa

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O presente estudo se encontra de acordo com a Resolução 466/12.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória estão contemplados.

Recomendações:

O presente estudo se encontra de acordo com a Resolução 466/12, porém necessita de adequar o cronograma com a etapa: submissão e apreciação do projeto no comitê de ética (fevereiro e março de 2018).

Citar a Resolução 510/2016 em todos os documentos.

Rever os objetivos específicos, pois se confundem com procedimentos metodológicos.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

APROVADO de acordo com as resoluções 466/2012 e 510/2016.

Considerações Finais a critério do CEP:

Protocolo Aprovado

Prezado (a) Pesquisador (a), lembre-se que, segundo a Res. CNS 466/12 e sua complementar 510/2016: O participante da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado e deve receber cópia do TCLE, na íntegra, por ele assinado, a não ser em estudo com autorização de declínio;

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A . C. Simões,

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 57.072-900

UF: AL

Município: MACEIO

E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 2.574.235

V.S^a. deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade por este CEP, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata;

O CEP deve ser imediatamente informado de todos os fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo. É responsabilidade do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas a evento adverso ocorrido e enviar notificação a este CEP e, em casos pertinentes, à ANVISA;

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial;

Seus relatórios parciais e final devem ser apresentados a este CEP, inicialmente após o prazo determinado no seu cronograma e ao término do estudo. A falta de envio de, pelo menos, o relatório final da pesquisa implicará em não recebimento de um próximo protocolo de pesquisa de vossa autoria.

O cronograma previsto para a pesquisa será executado caso o projeto seja APROVADO pelo Sistema CEP/CONEP, conforme Carta Circular nº. 061/2012/CONEP/CNS/GB/MS (Brasília-DF, 04 de maio de 2012).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1068791.pdf	15/03/2018 14:24:48		Aceito
Outros	DECLARACAO_PUBLICIZACAO.pdf	15/03/2018 14:24:06	CAIO RODRIGO MOURA SANTOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PJ_PROFBIO.pdf	15/03/2018 14:22:15	CAIO RODRIGO MOURA SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de	TALE.pdf	15/03/2018	CAIO RODRIGO	Aceito

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A . C. Simões,

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 57.072-900

UF: AL

Município: MACEIO

E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 2.574.235

Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	14:17:49	MOURA SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	15/03/2018 14:17:34	CAIO RODRIGO MOURA SANTOS	Aceito
Outros	AUTORIZACAO.pdf	15/03/2018 14:17:15	CAIO RODRIGO MOURA SANTOS	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO_Assinada.pdf	30/01/2018 11:05:13	CAIO RODRIGO MOURA SANTOS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MACEIO, 02 de Abril de 2018

Assinado por: Luciana Santana (Coordenador)

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A . C. Simões,

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 57.072-900

UF: AL

Município: MACEIO

E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO SÓCIO CULTURAL

1.1 Nome: _____

1.2 Turma: _____

1.3 Idade: _____

1.4 Sexo: () masculino () feminino

1.5 Qual aldeia/colônia você mora? _____

1.6 Complete abaixo como funciona seu ciclo circadiano no período em que não está na Escola:

Horário	07:00 às 08:00	08:00 às 09:00	09:00 às 10:00	10:00 às 11:00	11:00 às 12:00	18:00 às 19:00	19:00 às 20:00	20:00 às 21:00	21:00 às 22:00	22:00 às 23:00	23:00 às 00:00
Atividade											

1.7 Algum membro da sua família recebe algum benefício social do governo (Bolsa Família)? () sim () não

1.8 Qual o grau de instrução escolar do seu responsável na Escola:

() não possui () nível fundamental completo ou incompleto () nível médio completo ou incompleto () nível superior completo ou incompleto () não sei.

3.1 Qual a principal atividade financeira da sua família? () agrícola () empresarial () prestação de serviços públicos () outra _____

3.2 Algum membro da família possui área para plantação e cultivo agrícola? () sim () não

3.3 Você cultiva ou já cultivou produtos agrícolas para comercialização? () sim () não

3.3 Algum membro da família possui participação na Cooperativa Pindorama (colono)? () sim () não

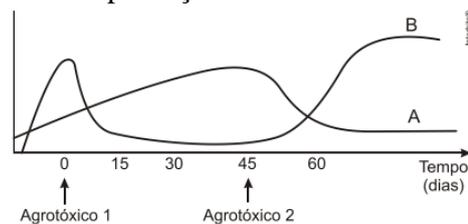
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

- (UEM-PR-adaptada) Sobre a dinâmica populacional, é correto afirmar que:
 - o equilíbrio dinâmico de uma população é atingido quando a resistência do meio está em equilíbrio com seu potencial biótico.
 - A taxa de crescimento populacional em duas populações de competidores que ocupam o mesmo nicho e habitat permanecerá constantes enquanto houver condições de natalidade iguais para as duas espécies.
 - Quando a capacidade de suporte do ambiente é baixa, ocorre um aumento da prevalência da população no ambiente.
 - quando uma população de plantas vive em situação de espaço ilimitado, mas possui limites na disponibilidade de condições abióticas, como luz, alimento ou água, espera-se que ocorra um crescimento seguindo seu potencial biótico.
 - a taxa de crescimento populacional pode ser mensurada analisando apenas o número de indivíduos de uma mesma espécie que vivem em determinada área ou volume, sem considerar os fatores externos que influenciam aquela população.

- (UFPE 2012-adaptada) O uso de agrotóxicos na lavoura tem por objetivo evitar algumas pragas agrícolas, que causam grandes prejuízos econômicos. Contudo, esse uso afeta também populações naturais de insetos e organismos, os quais muitas vezes poderiam realizar o controle natural das pragas. Considerando o efeito dos agrotóxicos nas populações de insetos e nas suas relações ecológicas, observe o gráfico abaixo e analise as afirmações a seguir.

O uso de agrotóxicos 1 prejudicou os dois grupos de insetos (A e B).

- Pela diminuição da população do grupo de insetos A, o grupo B teve maiores chances de sobreviver o que melhorou a produção desta lavoura.



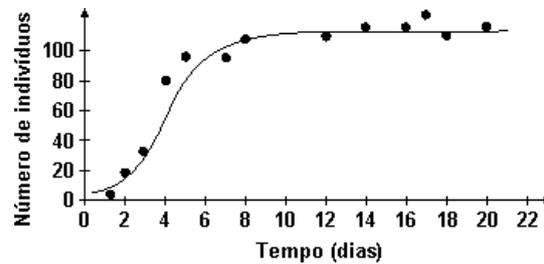
Legenda:

A – população natural de insetos da espécie A.

B – população de insetos pragas da lavoura da espécie B.

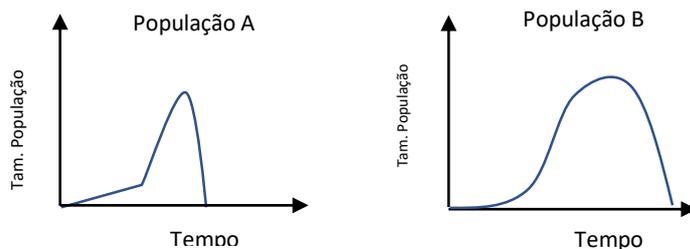
- Os dois tipos de agrotóxicos funcionaram como um fator de resistência ambiental para a população de insetos B.
 - A população de insetos A competiu com os insetos praga, produzindo o controle biológico daqueles que sobreviveram ao agrotóxico 1.
 - Os dois tipos de agrotóxicos atuaram como fatores externos limitantes que foi potencializado pelo fato de ser as duas populações de insetos, competidoras no mesmo espaço.
- A partir da contagem de indivíduos de uma população experimental de protozoários, durante determinado tempo, obtiveram-se os pontos e a curva média registrados no gráfico a seguir.

Tal gráfico permite avaliar a capacidade limite do ambiente, ou seja, sua carga biótica máxima.



De acordo com o gráfico,

- a) a capacidade limite do ambiente não interfere no tamanho da população.
 - b) a capacidade limite do ambiente foi alcançada somente após o dia 20.
 - c) a taxa de mortalidade superou a de natalidade até o ponto em que a capacidade limite do ambiente foi alcançada.
 - d) Se houvesse disposição de nutrientes e espaço suficiente, a população crescería numa proporção maior que a indicada neste gráfico, independente de outros fatores como competição com outras espécies, por exemplo.
 - e) A densidade populacional aumentou com o tempo, mas alguns fatores permitiram sua estabilização após o dia 8.
4. (Adaptado de Linhares e Gewandsznajder, 2013) Bactérias foram cultivadas com um meio nutritivo igual para ambas, porém a população A foi cultivada num frasco de menor tamanho que a população B e não houve reposição de nutrientes. Ao final do mesmo período de tempo, os gráficos abaixo indicam o número de bactérias ao longo do tempo. Explique o que ocorreu nos dois frascos e quais fatores podem estar influenciando as duas populações.



5. (Adaptado de Linhares e Gewandsznajder, 2013) Alguns países estão conseguindo grandes avanços na geração de renda bruta através da exportação de matéria prima. Porém, nesses mesmos países, ainda existem um elevado índice de pobreza. Explique porque o crescimento econômico não representa necessariamente melhoria nas condições de vida de uma população.

APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

Você/Sr./Sra. está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa intitulada “**Experimentos em Ecologia e Conservação para Incrementar a Eficácia do Ensino em Áreas Rurais no Nordeste do Brasil**”. Meu nome é Caio Rodrigo Moura Santos, sou o pesquisador responsável e minha área de atuação é Licenciatura em Ciências Biológicas. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, se você aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está impresso em duas vias, sendo que uma delas é sua e a outra pertence comigo. Esse projeto foi submetido ao Conselho de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas e, a seguir, encontram-se as informações de pesquisa com relação a sua participação neste projeto. Esclareço que, caso não queira participar da pesquisa, você não será penalizado de forma alguma. Mas se aceitar participar, as dúvidas sobre a pesquisa poderão ser esclarecidas por mim, via e-mail (caiorms@yahoo.com.br) e, inclusive, sob forma de ligação a cobrar, através do seguinte contato telefônico: (82) 99332-1268. Ao persistirem as dúvidas sobre os seus direitos como participante desta pesquisa, você também poderá fazer contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas, pelo telefone (82) 3214-1041.

Informações Importantes sobre a Pesquisa:

1.1. Título: Experimentos em Ecologia e Conservação para Incrementar a Eficácia do Ensino em Áreas Rurais no Nordeste do Brasil.

1.2. Justificativa: o estudo sobre Ecologia vai além da simples aprendizagem de conceitos e conteúdos científicos, pois tem um papel muito importante na construção de significados para as diversas relações de todos os seres vivos existentes no mundo. Essa percepção é fundamental quando observamos que os padrões de crescimento populacional das diferentes espécies podem variar de acordo com variações ambientais. Por exemplo: vocês já pensaram que podem existir muitos fatores que são responsáveis por determinar o tamanho de uma população, seja ela de animais ou até mesmo de plantas? Como todas as espécies, inclusive aquelas que vocês devem usar no cultivo agrícola, os seres vivos estão sujeitos a essas variações e interações destes fatores ambientais todo o tempo. Então, compreender o funcionamento das populações poderá garantir melhorias na qualidade do cultivo, bem como, a consideração do uso de práticas mais sustentáveis nesses cultivos.



1.3. Objetivos: a pesquisa tem como principal objetivo o de melhorar a percepção sobre a interação entre os seres vivos, de alunos do Ensino Médio, por meio de experimentos. Para isso, deveremos avaliar seus conhecimentos já existentes sobre o conteúdo antes da aplicação dos experimentos, construir e aplicar experimentos em espaços fora da sala de aula e avaliar se houve melhora significativa na turma após a aplicação;

1.4. Métodos: A pesquisa será realizada com uma seleção inicial de duas turmas de 3º anos do ensino médio por meio de um questionário. Após a seleção destas turmas, será aplicado um segundo questionário para avaliação do conhecimento que os alunos já possuem sobre populações de seres vivos. Em seguida, será realizada a abordagem do conteúdo sobre ecologia de populações nas duas turmas selecionadas sendo que, em uma delas serão utilizados os experimentos em campo e na outra, uma abordagem expositiva em sala de aula. Ao final, o questionário para avaliação dos conhecimentos será aplicado novamente nas duas turmas para observar se houveram diferenças consideráveis. Para fins de apresentação dos resultados desta pesquisa, utilizaremos algumas fotografias das etapas dos procedimentos durante as aulas onde sua fotografia poderá ser utilizada.

1.5. Esclarecimentos: A sua participação nesta pesquisa deverá contribuir para a reprodução de uma prática de ensino para a melhoria na educação de Biologia no Brasil e no mundo. Por utilizar questionários como forma de obtenção de dados, você poderá sentir-se incomodado ou desconfortável em respondê-los, porém esclarecemos que a pesquisa não tem o objetivo de aprovar ou reprovar os alunos, mas somente avaliar uma forma de ensino. Lembramos que qualquer desconforto ocasionado por qualquer etapa da pesquisa poderá ser comunicado ao pesquisador, à instituição a qual o pesquisador está vinculado ou ao Comitê de Ética da UFAL a fim de evitá-los, saná-los ou minimizá-los;

Uma das etapas da pesquisa será realizada na Reserva Ambiental da Usina Coruripe e eu deverei ser responsável por custear todas as despesas de deslocamento e alimentação dos participantes;

Garantimos todo o sigilo necessário para assegurar a privacidade e o sigilo dos/as participantes durante a realização da pesquisa e na divulgação de seus resultados.

Você poderá se recusar a participar da pesquisa ou retirar o seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma;

Você poderá se recusar a responder questões que lhe causem constrangimento



presentes nos questionários que serão aplicados;

Você terá seu direito garantido em lei, de pleitear indenização (reparação a danos imediatos ou futuros), decorrentes da participação na pesquisa;

2. Consentimento da Participação da Pessoa como Participante da Pesquisa:

Eu, _____, inscrito(a) sob o RG/CPF/n.º _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo intitulado **“Experimentos em Ecologia e Conservação para Incrementar a Eficácia do Ensino em Áreas Rurais no Nordeste do Brasil”**. Fui, ainda, devidamente informado(a) e esclarecido(a), pelo pesquisador(a) responsável **Caio Rodrigo Moura Santos**, sobre a pesquisa, os procedimentos e métodos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação no estudo. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade. Declaro, portanto, que concordo com a minha participação no projeto de pesquisa acima descrito.

Favor rubricar dentro dos parênteses abaixo que indique sua resposta:

() Permito a divulgação da minha imagem nos resultados publicados da pesquisa;

() Não permito a publicação da minha imagem nos resultados publicados da pesquisa.

Coruripe, de _____ de 2018

Assinatura por extenso do(a) participante

Assinatura por extenso do pesquisador responsável

APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa “Experimentos em Ecologia e Conservação para Incrementar a Eficácia do Ensino em Áreas Rurais no Nordeste do Brasil”, dos pesquisadores Caio Rodrigo Moura Santos e do Prof. Dr. Vandick da Silva Batista. Esse projeto foi submetido ao Conselho de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas e, a seguir, encontram-se as informações de pesquisa com relação a sua participação neste projeto:

- 1. O estudo se destina a** alunos do 1º ano do Ensino Médio.
- 2. A importância deste estudo é** a de avaliar a utilização de experimentos para a melhoria do ensino de ecologia.
- 3. Os resultados que se desejam alcançar são os seguintes:** A contribuição para reflexão sobre as estratégias didáticas e metodológicas que podem ser utilizadas como ferramentas de aprendizado no ensino de ecologia, garantindo a compreensão de conceitos e a construção de práticas de vida mais sustentáveis.
- 4. A coleta de dados está prevista para começar em** 01/05/2018 e terminará em 15/06/2018 conforme cronograma:

Cronograma de Execução

Identificação da Etapa	Início (DD/MM/AAAA)	Término (DD/MM/AAAA)
Levantamento bibliográfico	01/02/2018	30/06/2018
Revisão da literatura	01/02/2018	30/09/2018
Disciplinas do mestrado	07/03/2018	26/12/2018
Coleta de dados	01/04/2019	15/05/2019
Análise de dados	16/05/2019	25/05/2019
Redação da dissertação	01/05/2019	15/07/2019
Qualificação da dissertação	01/06/2018	31/12/2018
Entrega e defesa da dissertação	18/07/2019	31/07/2019

5. O estudo será feito da seguinte maneira: Antes do início da abordagem do conteúdo sobre Ecologia, serão selecionadas duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio para a participação nesta pesquisa, oferecendo a ambas o mesmo conteúdo teórico, mas aplicando em uma delas a sequência didática-experimental desenvolvida, ficando a outra turma como controle. Para ambas turmas, será aplicado um questionário semiestruturado com o objetivo de caracterizar os alunos e controlar as possíveis variáveis que gerem ruído, evitando, assim, a interferência na pesquisa de fatores como: diferença de faixa etária, quantitativo de alunos com distorção de idade ou repetentes e influência da cultura econômica da família.

Após a seleção das turmas, será aplicado um questionário conceitual como pré-teste para avaliar o conhecimento prévio dos alunos antes da abordagem do conteúdo. Em seguida, será fornecido o conteúdo teórico normal para ambas turmas, e aplicada a sequência didática

durante três encontros seguidos para uma delas, realizando experimentos temáticos e abordando os conteúdos sobre dinâmica populacional e sucessão ecológica.

6. A sua participação será nas seguintes etapas: autorizando a participação na pesquisa do menor sob sua responsabilidade;

7. Os incômodos e possíveis riscos à saúde física e/ou mental do menor sob sua responsabilidade são: o risco mínimo para a participação nessa pesquisa é de possíveis constrangimentos para a resolução dos questionários aplicados. Para evitar esses riscos, será explicado para os alunos (sempre que necessário) que sua identidade será mantida em sigilo.

8. Os benefícios esperados com a participação do menor sob sua responsabilidade no projeto de pesquisa, mesmo que não diretamente são: considerando a notória necessidade de ampliar o conhecimento dos alunos sobre ecologia para um nível fundamental de associação dos conceitos com mudanças comportamentais, os(as) alunos(as) participantes deverão despertar para uma mudança de suas percepções ecológicas, oportunizando até mesmo a utilização dos conhecimentos construídos na gestão de seus sistemas agrícolas.

9. O menor sob sua responsabilidade poderá contar com a seguinte assistência: caso você tenha dúvida quanto à execução ou apresente alguma dificuldade em participar do estudo, o pesquisador estará a inteira disposição para dar assistência no esclarecimento de eventuais questionamentos, seja por meio da explicação do projeto propriamente dito ou diante de algum momento que necessite de maior compreensão.

10. Você será informado(a) do resultado final do projeto e sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.

11. A qualquer momento, você poderá recusar-se a continuar permitindo a participação de seu dependente no estudo e, também, poderá retirar seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer penalidade ou prejuízo.

12. As informações conseguidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto para a equipe de pesquisa, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto após a sua autorização.

13. Este estudo não gerará nenhuma despesa para o participante, por este motivo, não haverá nenhuma forma ou necessidade de ressarcimento.

14. Você será indenizado(a) por qualquer dano que venha a sofrer ou ser causado ao seu dependente na realização desta pesquisa (nexo causal). Neste caso, como já foi explicado no item “13”, não haverá custos com a participação do projeto, bem como ressarcimento.

15. Você receberá uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado por todos.

Eu.....

tendo compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação

no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar ou autorizo a participação dee
DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

Endereço d(os,as) responsável(is) pela pesquisa (OBRIGATÓRIO):
 Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
 Endereço: RUA PROJETADA G, 290, LOTEAMENTO BARRO PRETO II,CJ.
 R. WANDERLEY
 Complemento: --
 Cidade/CEP: CORURIFE - AL, CEP: 57230-000
 Telefone: (82) 99332-1268 Ponto de referência: Pousada São João

Contato de urgência: Sr. Caio Rodrigo Moura Santos
 Endereço: RUA PROF. NADIR FERREIRA, 290 – COM. TÉRCIO WANDERLEY
 Complemento: --
 Cidade/CEP: CORURIFE – 57230-000
 Telefone: (82) 99332-1268
 Ponto de referência: PRÓXIMO AO BAR DO MANOEL

ATENÇÃO: *O Comitê de Ética da UFAL analisou e aprovou este projeto de pesquisa. Para obter mais informações a respeito deste projeto de pesquisa, informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:*

- Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas
- 'Prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC), Térreo, Campus A.
 C. Simões, Cidade Universitária
- Telefone: 3214-1041 – Horário de Atendimento: das 8:00 as 12:00hs. E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com

Coruripe, ____ de _____ de 2019

<p>_____ Assinatura ou impressão datiloscópica do(a) voluntário(a) ou responsável legal e rubricar as demais folhas</p>	<p>_____ Nome e Assinatura do Pesquisador pelo estudo (Rubricar as demais páginas)</p>
--	---

APÊNDICE E – GUIA DE AULA PRÁTICA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL

EXPERIMENTOS EM ECOLOGIA PARA INCREMENTAR A EFICÁCIA DO ENSINO EM ÁREAS RURAIS NO NORDESTE DO BRASIL

Caio Rodrigo Moura Santos

GUIA DE AULA PRÁTICA

Ecologia de Populações

Maceió, 2019.

Apresentação

Caro professor/aluno

Este material apresenta uma sequência didática experimental referente ao conteúdo da ecologia relacionado com ecologia de populações. Apresentamos aqui uma proposta metodológica utilizando materiais de fácil manuseio, que conseguem dar resultados satisfatórios em um curto intervalo de tempo, podendo ainda ser usado para a consolidação de conteúdos diversos dentro da ecologia.

Observe que na mesma proposta metodológica, há métodos de ensino diversificados que variam desde a exposição conceitual até atividades investigativas. A sequência didática foi desenvolvida para o melhoramento da aprendizagem de alunos do ensino médio de escolas com características rurais, porém, a proposta pode ser adaptada para diferentes realidades como seguem sugestões ao final deste guia.

Introdução

O termo ecologia foi usado pela primeira vez por Ernest Haeckel em 1869 definido como estudo das interações entre os organismos e o ambiente onde vivem. Begon *et al.*, (2007) apresenta uma definição mais atual do termo Ecologia, conceituando-o como “estudo científico da distribuição e abundância dos organismos e das interações que determinam a distribuição e abundância”. Assim, uma característica muito importante do estudo da ecologia é o reconhecimento dos indivíduos como seres participantes e integrantes do meio que interage com eles.

Didaticamente, os livros de biologia do ensino médio apresentam a ecologia por meio de abordagens que seguem uma ordem sequencial de organização. Dentre essas abordagens, temos o estudo da Ecologia de Populações e Comunidades, que visa oferecer uma abordagem funcional das interações existentes entre os organismos – em nível de populações – e a totalidade dos fatores físicos e biológicos que os afetam e que por eles são afetados – em nível de comunidades.

Os conceitos referentes a essa temática são direcionados para a compreensão de como as populações se distribuem e quais os fatores podem interferir no seu crescimento, diminuição e estabelecimento nos diferentes ambientes. Esse tipo de conhecimento é citado nos PCNs (2007) como habilidades necessárias para a construção cidadã, fortalecendo os instrumentos necessários para a participação em debates relativos às questões ambientais.

Várias pesquisas têm demonstrado a importância do conhecimento sobre ecologia populacional para a gestão de sistemas agrícolas (i.e. DA SILVA *et al.*, 2006; DIDDEN *et al.*, 1994; ZWART *et al.*, 1994). Apesar desta estratégia ter levado ao aumento da produção agrícola, também levou a concentração de renda e não reduz a fome em amplas parcelas das sociedades. Embora grande parte do desmatamento no nordeste brasileiro tenha sido causado pela supressão vegetal para substituição por monoculturas, avanços tecnológicos associados a práticas mais conscientes têm sido eficazes na promoção de culturas cada vez mais produtivas e resistentes que associam produtividade à redução de impactos ambientais (MIGUEL, 2008). Isso demonstra uma mudança de perspectiva do setor agrícola que acompanha a tendência global de sustentabilidade, assim como que a ecologia populacional pode seguir sendo fonte de conhecimento para o bem da sociedade e ser integrada a uma perspectiva sistêmica.

No ensino de Ecologia é fundamental que essa abordagem esteja sempre presente. Da mesma forma, perceber que alternativas para o cultivo agrícola menos impactantes podem ser mais eficientes, é importante para que os alunos compreendam que mudanças de paradigmas são urgentes e que comunidades sustentáveis são possíveis.

Objetivos

Geral:

Reconhecer padrões naturais de distribuição de populações com o uso de experimentos práticos em ecologia.

Específicos:

- Apropriar-se de conceitos relacionados a ecologia de populações;
- Investigar aplicações destes conceitos dentro de uma sequência didática experimental;
- Reconhecer a influência de fatores ambientais na distribuição dos indivíduos de uma população;

Materiais e métodos

Antes da aplicação da sequência didática, é necessário que a área dos experimentos seja preparada. Caso a escola não disponha de uma área reservada para a horta, o professor/facilitador poderá utilizar outra área aberta qualquer desde que haja condições para que seja realizada o plantio, bem como, os cuidados necessários possam ser tomados para sua manutenção.

O tamanho da área utilizada, vai depender da quantidade de alunos que participará dos experimentos. Para uma turma de 36 alunos, sugerimos uma área correspondente a 36m² que deverá ser dividida em duas regiões, onde cada uma receberá um tipo de experimento. Em cada região devem ser levantados nove canteiros, totalizando 18 canteiros com 3 metros de comprimento cada. Em seguida, cada canteiro deve ser dividido em duas partes iguais totalizando 36 sítios de análise experimental. Sugerimos que toda a região da horta, seja adubada antes do plantio e irrigada duas vezes por dia até o dia do último encontro.

Para o plantio na horta, sugerimos sementes da planta herbácea *Coriandrum sativum* (coentro-verde) por seu potencial de crescimento rápido, vulnerabilidade a

fatores externos e fácil cultivo. As sementes devem ser adquiridas do mesmo fabricante e nenhum tratamento nelas pode ser utilizado antes do seu plantio nos canteiros.

A primeira região da horta, pode ser reservada para realização do experimento 1 que aborda a investigação da influência da luminosidade no padrão de densidade populacional da espécie analisada. Para tanto, cada canteiro recebe um suporte fixo para alocação de telas de nylon que estabelecerão um padrão de sombreamento durante toda a fase de crescimento, onde poderiam variar de acordo com a sobreposição de três telas, uma tela ou nenhuma tela. Assim, cada canteiro deve ser preparado para receber duas variáveis de sombreamento conforme esquema demonstrado na Figura 1.

Para comprovação das taxas de luminosidade nos canteiros durante o período de crescimento dos indivíduos, sugerimos a utilização o aplicativo de celular Photometer PRO – Lux Light Meter & Tools, disponível gratuitamente na plataforma Play Store.

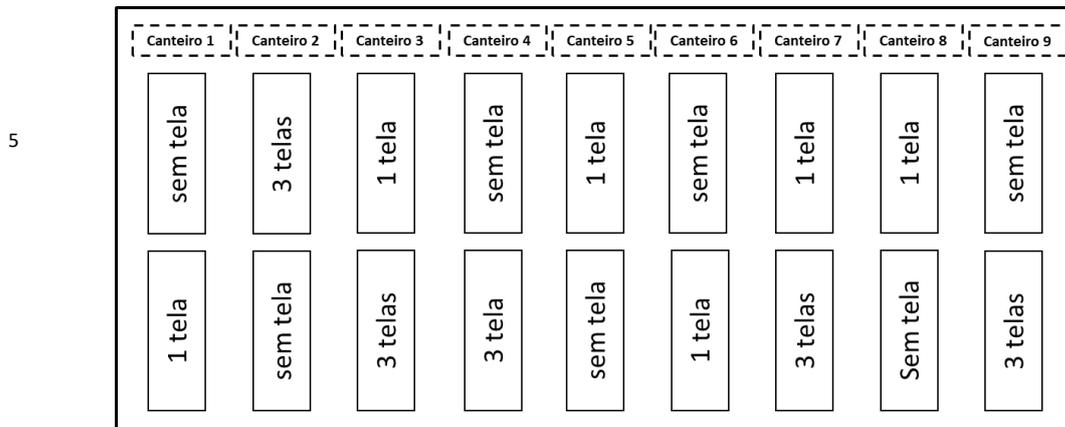


Figura 10. Esquema de distribuição dos canteiros no experimento 1

Já a segunda região da horta, será reservada para realização do experimento 2 que aborda a investigação sobre a influência da competição intraespecífica no padrão de densidade populacional da espécie analisada. Este experimento deve ser preparado realizando o plantio de uma quantidade pequena de sementes em um dos lados do canteiro e uma quantidade bem superior no outro lado conforme Figura 2.

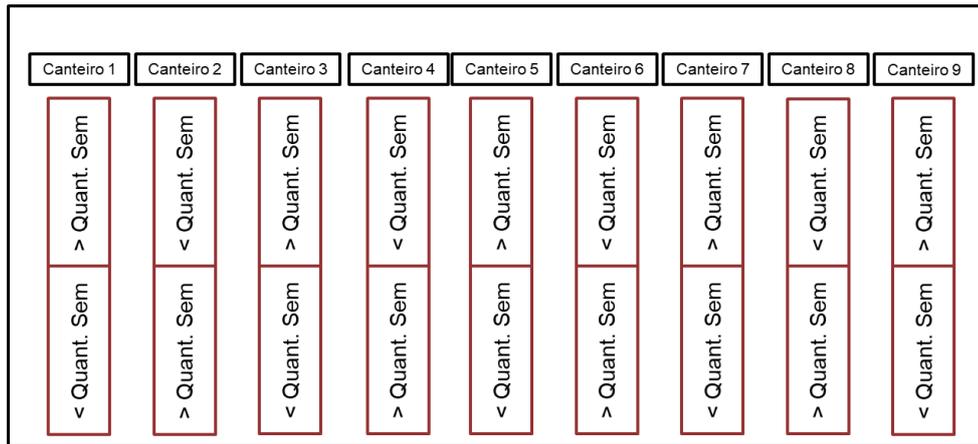


Figura 11. Esquema da distribuição dos canteiros para o experimento 2

Materiais utilizados:

12 estacas de madeira de 1 m de comprimento cada;

25 metros de tela de nylon branca;

2 kg de sementes de coentro;

Instrumentos para levantamento e manutenção dos canteiros como enxadas, rastelo e carro de mão;

Mangueira;

Adubo orgânico.

Procedimentos:

A sequência didática pode ser dividida em três encontros presenciais seguidos, utilizando diferentes abordagens conforme descrito abaixo:

Primeiro encontro:

Tempo de execução – Duas horas/aula

O professor/facilitador deverá abordar os **principais conceitos referentes ao tema, de forma expositiva**, para que seja construída uma base conceitual mais sólida durante a aplicação do experimento. Para facilitar o direcionamento do foco da abordagem durante as aulas, torna-se importante um levantamento dos **conhecimentos prévios** dos alunos. Sob uma perspectiva cultural rural, esse é um momento crucial para identificar o quanto as habilidades voltadas para o trabalho no campo, podem ser utilizadas como base para a apresentação conceitual do conteúdo.

Após a identificação do ponto de partida, a aula pode seguir com o detalhamento dos conceitos principais dentro da ecologia de populações, com foco em exemplos que sejam próximos da realidade dos alunos.

Segundo encontro:

Tempo de execução – Duas horas/aula

Por meio de um sorteio, os alunos serão organizados em **grupos de três a quatro** componentes e direcionados para a horta da escola ou área aberta pré-estabelecida para a realização do experimento. Recomendamos consideravelmente que os grupos sejam sorteados e os trabalhos sejam realizados coletivamente para que aumente a possibilidade da construção de novas interações no durante o experimento.

No local do experimento, o professor/facilitador deverá explicar para os alunos como o local foi montado e quais os fatores ambientais que serão analisados. O professor/facilitador também poderá sortear quais os canteiros que cada grupo será responsável pelo plantio e análise.

Estabelecido os sítios de análise, os alunos receberão as sementes para realização do plantio. Para os alunos que ficaram responsáveis pelo plantio na área 1, será pedido que anotem o número do canteiro e a quantidade de luz que estava recebendo de acordo com a cobertura disponível, com o auxílio do aplicativo Android Photometer. Já os alunos que ficaram responsáveis pelo plantio na área 2, serão orientados que anotem o número e a condição (maior ou menor quantidade de sementes plantadas) de seus canteiros.

Após o plantio, o professor/facilitador deverá conduzir uma discussão rápida sobre a influência do ambiente para a dispersão das espécies, fazendo referência aos conceitos trabalhados em sala. Além disso, deverá motivar os alunos que realizem previsões sobre o sucesso dos canteiros em comparação com os canteiros vizinhos mais próximos.

Terceiro encontro:

Tempo de execução – Duas horas/aula

O último encontro deverá acontecer em pelo menos quinze dias após o plantio para que haja tempo suficiente para o crescimento dos indivíduos num nível passível

da análise. Nesse intervalo de tempo, o professor/orientador poderá sugerir que os alunos resolvam exercícios do livro didático ou seja discutido algum texto científico sobre a temática para que seja disponibilizado um reforço conceitual.

Passado o período de crescimento, os alunos deverão ser conduzidos novamente para o local dos experimentos e direcionados para que se posicionem na frente dos seus respectivos canteiros. Em seguida, deverão ser orientados para que analisem os resultados obtidos sob aspectos qualitativos e quantitativos (Figuras 3 e 4). Para auxiliar na análise quantitativa, os alunos deverão utilizar o cálculo de densidade populacional, dividindo o número de indivíduos existentes no canteiro por sua área. Já a análise qualitativa deverá considerar fatores visuais como o tamanho das plantas e a cor das folhas.



Figura 12. Exemplo de comparação entre canteiros no experimento 1 que receberam tratamentos diferentes durante a fase de crescimento. Fonte: autor



Figura 13. Exemplo de comparação entre canteiros no experimento 2 que receberam tratamentos diferentes durante o plantio. Fonte: autor

Após a análise feita pelos alunos, o professor/facilitador deverá provocar uma discussão geral sobre os resultados obtidos, solicitando que os alunos realizem comparações entre suas previsões e os resultados observados. Esse momento deverá ser muito explorado para que as discussões possam ser aproveitadas suficientemente na construção da aprendizagem.

Como forma de análise da eficácia dos experimentos, sugerimos a aplicação de uma avaliação escrita direcionada sobre o conteúdo que foi trabalhado antes e após a realização dos experimentos.

Sugestões de variações dos experimentos

Pela experiência da aplicação da sequência didática, consideramos que a maneira a qual está apresentada neste guia, consegue suportar um nível de discussão muito rico para a construção do conhecimento relacionado ao tema proposto. Contudo, algumas variações podem ser utilizadas para adequação a diferentes realidades podendo resultar em procedimentos que facilitem sua execução, ou mesmo, que possam agregar outras abordagens ou outros conteúdos dentro da biologia.

Como foi descrito na metodologia, o tamanho da área utilizada será compatível com o tamanho do público atendido. A área poderá ser reduzida pela metade, caso se pretenda utilizar apenas um dos experimentos, ou pode-se diminuir a quantidade de canteiros aumentando a quantidade de alunos por grupo. De qualquer forma, a

redução da área total, resultará na redução do material utilizado e, conseqüentemente, na diminuição dos gastos com a compra de sementes, telas e estacas.

A utilização de outras variações de plantas também pode ser utilizada de acordo com os objetivos propostos. Para os objetivos apresentados aqui, uma possibilidade seria o uso de *Allium fistulosum* (Cebolinha-verde) no lugar do coentro. Por seu potencial de crescimento rápido, facilidade no plantio e possibilidade de translocação entre os canteiros, pode-se também utilizar essa erva com experimentos que considerem os efeitos de migração e emigração nas populações.

Em geral, os experimentos foram direcionados para a temática relacionada a ecologia de populações. Porém, uma grande variedade de conteúdos da biologia pode ser trabalhado com os experimentos propostos. O professor/facilitador poderá, por exemplo, inserir discussões relativas aos conteúdos como: sucessão ecológica, ciclos biogeoquímicos, pirâmides ecológicas, morfologia e fisiologia vegetal, genética populacional, interações ecológicas e evolução, demonstrando o grande potencial da metodologia para o ensino de biologia. Na verdade, sustentamos que assim seja feito, visto que a integração de conteúdos é um grande aliado na construção de saberes próprios da biologia.



Caio Rodrigo Moura Santos
Caiobio88@gmail.com
(Pesquisador)

Prof. Dr. Vandick Batista da Silva
vandickbatista@gmail.com
(Orientador)

