

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA PARA RECURSOS AMAZÔNICOS

**Aquaponia: uma ferramenta didática para formação inicial e
continuada de professores de ciências.**

RONDON TATSUTA YAMANE BAPTISTA DE SOUZA

ITACOATIARA
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA PARA RECURSOS AMAZÔNICOS

RONDON TATSUTA YAMANE BAPTISTA DE SOUZA

**Aquaponia: uma ferramenta didática para formação inicial e
continuada de professores de ciências.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, área de concentração Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Érico Luis Hoshiba Takahashi

ITACOATIARA-AM
2018

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S729a Souza, Rondon Tatsuta Yamane Baptista de
Aquaponia: uma ferramenta didática para formação inicial e
continuada de professores de ciências. / Rondon Tatsuta Yamane
Baptista de Souza. 2018
57 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Erico Luis Hoshiba Takahashi
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos
Amazônicos) - Universidade Federal do Amazonas.

1. aquaponia. 2. sustentabilidade. 3. amazonia. 4. formação de
professores. 5. formação inicial. I. Takahashi, Erico Luis Hoshiba II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

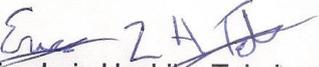
RONDON TATSUTA YAMANE BAPTISTA DE
SOUZA

Aquaponia: uma ferramenta didática para formação inicial e
continuada de professores de ciências.

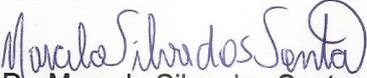
Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia para Recursos Amazônicos
da Universidade Federal do Amazonas,
como parte do requisito para obtenção
do título de Mestre em Ciência e
Tecnologia para Recursos Amazônicos,
área de concentração Desenvolvimento
Científico e Tecnológico em Recursos
Amazônicos.

Aprovado em 15 de março de 2018.

BANCA EXAMINADORA


Dr. Érico Luis Hoshiba Takahashi, Presidente
PPGCTRA-Universidade Federal do Amazonas


Dr. Leandro de Oliveira Souza
Universidade Federal de Uberlândia


Dr. Marcelo Silva dos Santos
Instituto Federal do Amazonas

RESUMO

Educadores têm demonstrado um crescente interesse em verificar como a aprendizagem nas escolas pode ser melhor contextualizada de maneira a ser mais eficiente aos alunos. Nesse sentido, atividades relacionadas às Ciências Agrárias oferecem opções para as diversas áreas das ciências que podem servir como contextos significativos para o ensino e aprendizagem, melhorando o desempenho dos alunos, além de apresentar resultados considerados não acadêmicos, como desenvolvimento pessoal, cooperação e consciência ambiental. Nesse contexto se enquadra a Aquaponia, um sistema de produção agroalimentar que integra o cultivo de plantas sem um substrato com o cultivo de organismos aquáticos, numa relação simbiótica entre esses dois componentes e os microrganismos presentes no ambiente, onde os nutrientes residuais do cultivo de peixes são transformados pelas bactérias em substâncias absorvíveis pelas plantas, o que favorece o seu desenvolvimento. Assim, o uso da aquaponia em aulas incorpora o conhecimento de uma variedade de assuntos, incluindo agricultura, biologia, engenharia, nutrição, química e tecnologia, uma vez que a aplicação e manutenção do sistema oferece aos professores a oportunidade de incorporar o sistema nos seus planos de aula através de uma ampla variedade de disciplinas. Objetivando compreender como um projeto prático poderia auxiliar os professores de ensino médio a ministrar suas disciplinas, esta dissertação foi dividida em duas partes, sendo a primeira utilizada para verificar como o sistema aquapônico pode contribuir com a formação inicial de professores de ciências e a segunda parte tendo como foco principal a formação continuada dos professores já atuantes nas áreas de ciências. Os resultados confirmam a contribuição do sistema aquapônico para a formação inicial de futuros docentes da área de biologia; a importância e a interdisciplinaridade intrínseca do sistema; e a possibilidade de planejar, agir e implementar técnicas e práticas curriculares diferentes das utilizadas em sala de aula. E revelam a alteração positiva no comportamento dos alunos nos momentos de ensino-aprendizagem. Já para a formação continuada de professores, a disponibilidade de tempo é elemento crucial para estimular os educadores a modificar as suas metodologias de ensino, incorporando novas técnicas e favorecendo a interdisciplinaridade. Percebemos que a diversificação das aulas através do uso do sistema prende a atenção dos alunos e os motiva a interagir com os professores.

ABSTRACT

Educators have shown an increasing interest to verify how the learning processes in schools can be better contextualized so as to be more accessible and useful to students. In this sense, activities related to Agricultural Sciences offer options for the various areas of science that can serve as significant contexts for teaching and learning, improving the performance of the students, also presenting non-academic results such as personal development, cooperation and environmental awareness. In this context Aquaponics is an agro-food production system that integrates the cultivation of plants without a substrate with the cultivation of aquatic organisms, in a symbiotic relationship between these two components and the microorganisms present in the environment, where the residual nutrients of fish culture are transformed by the bacteria into absorbable products by the plants, which favors their development. Thus, the use of aquaponics in lessons incorporates knowledge of a variety of subjects, including agriculture, biology, engineering, nutrition, chemistry, and technology, since the application and maintenance of the system offers teachers the opportunity to incorporate the system into their lesson plans across a wide variety of disciplines. Aiming to understand how a practical project could help middle school teachers with their subjects, this dissertation was divided in two parts, where the first one was used to verify how the aquaponic system can contribute to the initial formation of science teachers and the second part which aims on the continuing training of teachers that are already active science areas. The results confirm the contribution of the aquaponic system to the initial training of future biology teachers; the importance and intrinsic interdisciplinarity of the system; and the possibility of planning, acting and implementing curricular techniques and practices which are different from those used in the classroom. And they reveal the positive change in the behavior of the students in teaching-learning moments. For the continued training of teachers, the availability of time is a crucial element to stimulate educators to modify their teaching methodologies, incorporating new techniques and favoring interdisciplinarity. We see that the diversification of classes through the use of the system holds students' attention and motivates them to interact with teachers.

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	11
2 INTRODUÇÃO	14
2.1 Aquaponia	14
2.2 Uso de projetos como ferramenta metodológica	18
3 JUSTIFICATIVA.....	22
4 OBJETIVOS	22
4.1 Objetivo Geral.....	22
4.2 Objetivos Específicos.....	22
5 REFERÊNCIAS	23
Capítulo 1	26
Aquaponia: uma ferramenta didático-pedagógica para educação ambiental na formação inicial de professores de Ciências	26
INTRODUÇÃO	28
Aquaponia	29
Princípios do PIBID e a aproximação pedagógica com a aquaponia	30
Uso de projetos para contribuir com a prática pedagógica.....	31
METODOLOGIA	32
Descrição do sistema: Aquaponia	33
Observação.....	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
Acompanhamento dos alunos PIBID	37
Entrevistas.....	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS	42
Capítulo 2	45
Formação continuada de professores de ciências utilizando a aquaponia como ferramenta didática ...	45
Introdução	47
Formação continuada de professores e algumas causas de desmotivação profissional	47
Uso de projetos na Educação	49
Metodologia	51
Resultados	53
Perfil dos professores	53
Propostas de atividades utilizando o sistema aquapônico	54

Percepção dos professores quanto ao projeto.....	57
Considerações Finais.....	57
Referências Bibliográficas	58

1 APRESENTAÇÃO

Esta dissertação foi dividida em três etapas. Inicialmente, apresentaremos um preâmbulo introdutório onde serão expostos os meandros e especificidades da trajetória percorrida desde a concepção do problema até a conclusão deste manuscrito. Em seguida, seguem os dois artigos resultantes do trabalho realizado em parceria entre o Instituto Federal do Amazonas, a Universidade Federal do Amazonas e uma Escola Estadual de Nível Médio. A escolha por esta forma de apresentação se deve ao fato de nós entendermos que a apresentação formal da dissertação muitas vezes dificulta o leitor o afastando dos objetivos da pesquisa deixando a objetividade de lado.

Primeiramente, gostaria de fazer uma apresentação pessoal. Sou zootecnista, professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas, atuando na área desde 2006, onde ministro as disciplinas de Zootecnia 1, Zootecnia 2, Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Projetos e Agroindustrialização de Alimentos.

Realizei uma Especialização em Piscicultura pela Universidade Federal de Lavras no ano de 2012. Em 2014 fui transferido do *campus* do IFAM de São Gabriel da Cachoeira – AM para o *campus* do município de Itacoatiara. Como não havia condições para realizar o mestrado naquela cidade, continuei aguardando o momento correto para continuar minha formação. Já em Itacoatiara, com a possibilidade de cursar o mestrado, procurei, por intermédio de um amigo, o professor Érico Luis Hoshiba Takahashi, que no decorrer de nossa conversa me informou que naquele momento ainda não estava credenciado para orientar no Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos. Apesar desta negativa, me matriculei como aluno especial em algumas disciplinas oferecidas pelo programa e, em uma delas, conheci o professor Leandro de Oliveira Souza, que me

apresentou os métodos de análises qualitativas, as pesquisas realizadas na área de ensino e educação e durante esta disciplina me encontrei na área acadêmica.

Inicialmente, foi um choque de realidade perceber que o mundo científico ia muito além de análises estatísticas e comparação de médias entre tratamentos. Percebi que, como professor, conhecia muito pouco sobre os trabalhos voltados para melhoria do processo de ensino aprendizagem, sobre as práticas pedagógicas voltadas para o ensino de ciências e, principalmente, para o ensino técnico e tecnológico. Este choque me fez perceber o quão amplo é a área acadêmica voltada para o ensino. E a partir daí um novo choque: que rumo traçar, que área específica seguir, como delimitar um tema para uma possível dissertação? Estas dúvidas, a priori, foram mais cegantes do que a própria ignorância a cerca dos temas acima relatados.

Conversando com os professores Érico Takahashi e Leandro Oliveira sobre um projeto que, supostamente, eu poderia realizar caso obtivesse êxito no ingresso para o mestrado, propus a Aquaponia, uma área que previamente conhecida por mim, porém pouco estudada no meio científico. Como professor no Instituto Federal já estava orientando alguns alunos em seus Trabalhos de Conclusão de Curso utilizando este sistema. Porém, tínhamos um problema que seria enfrentado, caso iniciasse minhas atividades como aluno do programa, que seria a restrição orçamentária da Universidade, decorrente de uma crise econômica e contingenciamento de recursos.

Para isso, os professores me informaram que havia um Edital de Financiamento para executar projetos em escolas públicas. Este edital seria financiado pela Fundação Carlos Chagas, ligada a Fundação Unibanco, para projetos voltados a temática feminista, com o objetivo de propiciar o empoderamento feminino no ensino das ciências exatas. Unimos a necessidade de recursos para implantação de um projeto de mestrado com a possibilidade de

captação deste recurso juntamente a fundação. O projeto intitulado “Aquaponia: uma alternativa de diversificação da sala de aula”, elaborado em parceria com a professora Sarah Ragonha de Oliveira, companheira de trabalho e de vida, que também teve a colaboração dos professores Erico e Leandro para correções e considerações, foi aprovado no início do ano de 2016. Vale ressaltar que concorreram a este edital aproximadamente 180 projetos e apenas 10 foram classificados.

Com o recurso em mãos, iniciamos a execução do projeto e coleta de dados para a dissertação, porém ainda não havia ingressado oficialmente no Programa, o que aconteceu em julho de 2016. Embora, oficialmente, o professor Erico tenha aceitado me orientar, buscamos sempre ajuda ao professor Leandro, que nunca se negou a contribuir com ideias e propostas para fundamentar minha dissertação, corrigir os artigos e discutir propostas para futuros artigos. Ainda, aproveitando que o meu professor orientador era também o orientador dos alunos do Programa de Iniciação a Docência em Biologia e Química (PIBID), convidei os alunos para participar deste projeto de Aquaponia, que estava em fase de implantação na mesma escola estadual em que estes alunos realizavam suas atividades.

Juntamente com os alunos ligados ao PIBID, realizei um seminário, no qual tratamos e discutimos os fundamentos filosóficos relativos a alguns pensadores pedagógicos já conceituados e conhecidos mundialmente. Em um destes seminários conheci David Ausebel e suas teorias, e durante a apresentação pensei: porque as escolas não são assim? Como fazer com que o ensino atendesse as demandas dos alunos e como fazer com que os professores pudessem atingir os alunos de forma prática e eficiente? Partindo deste pressuposto, iniciei meus trabalhos e coleta de dados referentes a dissertação.

Objetivando compreender como um projeto prático poderia auxiliar os professores de ensino médio a ministrar suas disciplinas dividimos esta dissertação em duas partes, sendo a

primeira utilizando o sistema aquapônico para contribuir com a formação inicial de professores de ciências e a segunda parte tendo como foco principal a formação continuada dos professores de ciências.

A partir deste ponto seguirei apresentando como funciona um sistema de Aquaponia e como ele poderia contribuir para a formação inicial e continuada de professores, assim como a aquaponia poderia ser empregada para diversificar as atividades didáticas destes professores e como os alunos enxergam as aulas práticas dentro de uma escola pública de Nível Médio.

2 INTRODUÇÃO

2.1 Aquaponia

Na atualidade, a necessidade de encontrar métodos para diminuir a dependência da terra, da água e minimizar o descarte de efluentes no meio natural tem impulsionado estudos a cerca de diferentes métodos de produção de alimentos, daqueles conhecidos como convencionais (EMERENCIANO et al., 2015). Destes, a aquaponia é um sistema de produção agroalimentar que integra a hidroponia (cultivo de plantas sem um substrato) com a aquicultura (cultivo de organismos aquáticos). Nesse sistema se estabelece uma relação entre os organismos aquáticos cultivados (geralmente peixes), bactérias e plantas (Figura 1), onde os nutrientes residuais do cultivo de peixes são transformados pelas bactérias em substâncias absorvíveis pelas plantas, que favorecem o desenvolvimento dos vegetais (EMERENCIANO et al., 2015).

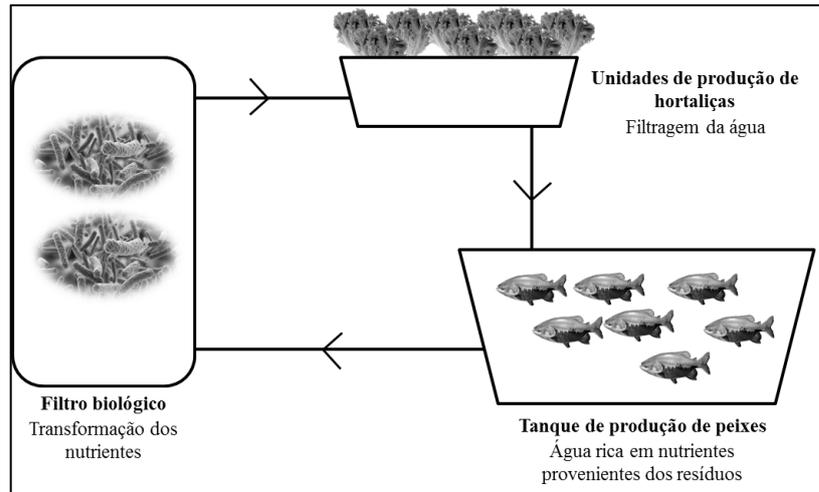


Figura 1. Esquema do ciclo biológico da Aquaponia

O termo aquaponia é recente, mas há mais de 1.000 anos A.C. os povos Astecas já utilizavam as *Chinampas* (Figura 2), um tipo de agricultura sobre jangadas produzidas com material flutuante sobre os lagos nas quais as plantas cresciam, e as suas raízes retiravam os nutrientes dessas águas (EMERENCIANO et al., 2015).

No Brasil, a aquaponia comercial ainda não emergiu, mas está se desenvolvendo graças ao aperfeiçoamento de novas técnicas de cultivo com baixo custo e ao elevado custo de produção de sistemas extensivos.



Figura 2. Modelo de *Chinampas* desenvolvidas pelos povos Astecas
Fonte: dietoflife.com

Neste contexto a aquaponia apresenta vantagens aos agroecossistemas convencionais, como maior eficiência no uso de água e área, aproveitamento dos resíduos de outras culturas como fonte de nutriente, elevada produtividade, menor gasto de insumos e mão-de-obra (SOARES et al., 2015; PAULUS et al., 2010) manutenção das condições ambientais propícias para a criação por todo o ano, possibilidade de obtenção de várias safras de alface durante o ano e de manejo intensivo para a obtenção de produtos mais homogêneos (BRAZ FILHO, 2000).

Outro fator importante é o desenvolvimento urbano que força os produtores migrarem para regiões cada vez mais distantes dos centros consumidores e para terras impróprias à agricultura (CORTEZ, 1999).

A aquaponia apresenta-se como alternativa real para a produção de alimentos de maneira menos impactante ao meio ambiente, por suas características de sustentabilidade (HUNDLEY, 2013). Países como Austrália, Estados Unidos, Israel e México têm esse sistema bastante difundido através de produtores em escala domiciliar, algo por muitos referidos como *Backyard Aquaponics*, termo em inglês para "Aquaponia de Quintal". Observa-se que os países citados têm sérias dificuldades com a oferta de água, o que os obriga a buscar alternativas viáveis para a produção de alimentos com o máximo aproveitamento de água, tornando esse sistema ecologicamente correto pela eficiência no uso da água (HUNDLEY, 2013).

Os principais componentes de um sistema aquapônico são o tanque aquícola, que abriga os peixes, e a bancada, ou estrutura hidropônica, que recebe os vegetais a serem cultivados. Outros componentes secundários ao sistema, que garantem o seu bom funcionamento, são os filtros mecânicos e biológicos (Figura 3), aeradores e bombas d'água (EMERENCIANO et al., 2015). O formato dos tanques pode variar de acordo com a

disponibilidade e espaço disponível e a biomassa de peixes pode variar de 10 a até mais de 50 kg por m³ (BRAZ FILHO, 2000).



Figura 3. Filtro biológico utilizado no sistema aquapônico instalado na escola com mudas de Papyrus (*Cyperus papyrus* Nanus).
Fonte: Souza, 2016.

Espécies como alface, agrião, rúcula, manjericão, salsinha, menta e cebolinha (SOARES et al., 2015; CASTELLANI et al., 2009) já foram produzidas nesse sistema, apresentando bons resultados. No Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *campus* Itacoatiara, foi iniciado um projeto piloto utilizando como espécie aquícola o tambaqui (*Colossoma macropomum*), que é um peixe regional e rústico e, como espécie vegetal, o jambu (*Spilanthes oleraceae*), planta muito utilizada na culinária regional (Figura 4), o qual apresentou um desenvolvimento muito rápido quando comparado ao plantio no solo, indicando que esta espécie tem potencial para ser produzida neste sistema. No Brasil as espécies aquícolas mais utilizadas são a tilápia e camarão (SOARES et al., 2015; CASTELLANI et al., 2009).



Figura 4. Jambu produzido no sistema experimental instalado no IFAM.

Fonte: Souza, 2016.

2.2 Uso de projetos como ferramenta metodológica

Nos últimos 20 anos os educadores tem mostrado um interesse renovado em como a aprendizagem nas escolas pode ser melhor contextualizada ou situada em configurações significativas de modo que o conhecimento resultante seja mais eficiente aos alunos (WARDLOW et al., 2002). Nesse sentido, atividades relacionadas às Ciências Agrárias (como jardins, hortas, aquicultura, hidroponia e aquaponia) oferecem inúmeras atividades autênticas que podem servir como contextos significativos para o ensino e aprendizagem (NACIONAL RESEARCH CONCIL, 1988).

Os autores Williams & Dixon (2013), citando a jardinagem como atividade agrícola nas escolas, apontam que esse tipo de aprendizagem se alinha com duas tendências recentes de interesse público: o crescimento da consciência para a melhora da saúde, particularmente das crianças, e o crescimento crescente da importância das crianças passarem mais tempo na natureza. Diversos trabalhos documentam que o aprendizado experimental através da jardinagem tem uma ampla variedade de impactos nos alunos, incluindo melhora no

desempenho em ciências, matemática ou artes, além de resultados sem base científica, como aumento da preferência por frutas e vegetais, desenvolvimento pessoal, cooperação e consciência ambiental (WILLIAMS & DIXON, 2013; PARMER et al., 2009).

Já nos relatos produzidos por Graham et al. (2005) ressalta-se que jardins ou hortas podem ser um componente benéfico do ambiente educacional oferecendo uma excelente oportunidade para ensinar nutrição, assim como outras áreas e habilidades importantes para a vida. Segundo os autores, foi demonstrado que programas educacionais baseados no meio ambiente têm um impacto benéfico no desempenho dos alunos em testes padronizados, assim como na atenção e entusiasmo para aprender.

Outro exemplo de atividade agrária utilizada na educação é a aquicultura. De acordo com Frederick (2005), sistemas aquícolas podem ser instrumentos eficazes em oferecer aos alunos novos ambientes de aprendizagem prática. Segundo o autor, inicialmente, a educação através da aquicultura estava voltada para a agricultura tradicional e escolas de formação profissional, a fim de produzir uma força de trabalho qualificada para a indústria aquícola. No entanto, cada vez mais as escolas secundárias estão tendo um interesse na incorporação da aquicultura em sua programação como um veículo para ensinar ciências, matemática, e outros temas. A aquicultura tem a habilidade de conectar o aluno ao ambiente, enquanto ao mesmo tempo oferece a experiência do “aprender fazendo” com o processo de ciência, conceitos científicos e técnicas de resolução de problemas. O autor ressalta que a chave é integrar a educação de ciências com a educação ambiental para todos os alunos, independentemente do seu núcleo de interesse.

Mais recentemente, o uso da aquaponia na educação parece estar atraindo atenção dos educadores, quando nos baseamos no número de escolas nos Estados Unidos utilizando sistemas aquapônicos, além da incidência crescente nas buscas por artigos e na internet (HART et al., 2013). Segundo os autores, esse interesse está baseado na sinergia entre

educação científica e a natureza intrínseca do sistema, uma vez que a utilização da aquaponia incorpora o conhecimento de uma variedade de assuntos, incluindo agricultura, biologia, engenharia, nutrição, química e tecnologia (GENELLO et al., 2015). Assim, a aplicação e manutenção do sistema oferece aos professores a oportunidade de incorporar a aquaponia nos seus planos de aula através de uma ampla variedade de disciplinas.

Cientificamente, o uso de projetos na educação favorece os processos de aplicação de desenho experimental e coleta de dados. A coleta de dados em longo prazo permite aos alunos identificar tendências e fazer correlações entre fatores físicos e biológicos, dentro de um ambiente particularmente controlado. O resultado é uma melhor consciência do aluno de habilidades aplicadas, conhecimento científico, conhecimento ambiental e valorização pelo esforço requerido para aplicar os conceitos no campo (FREDERICK, 2005).

A aquaponia é uma excelente ferramenta para o ensino das ciências naturais em todos os níveis educacionais, da escola primária à universidade, além de servir como facilitadora para a comunidade se integrar com as atividades das instituições de ensino (GENELLO et al., 2015; JUNGE et al., 2014). Dependendo do nível educacional, o sistema pode ser utilizado para uma finalidade diferente, como o incentivo a nutrição e linguagem artística para crianças, ou a interdisciplinaridade entre as diferentes disciplinas e a tecnologia (GENELLO et al., 2015).

Wardlow et al., (2002) descreveram um programa desenvolvido nos Estados Unidos no qual os professores participantes receberam um pequeno sistema aquapônico sem custo, com manuais de instrução e planos de aulas com atividades para serem utilizadas com o sistema. Os autores reportaram que o programa foi exitoso, com 38 classes utilizando 16 sistemas durante um período de três anos no final dos anos 1990. Uma pesquisa envolvendo os professores participantes mostrou que eles tiveram uma percepção muito positiva do

projeto, no entanto, os autores reportaram a necessidade de mais informações de como o sistema pode ser utilizado.

Nelson (2007) documentou diferentes exemplos de educadores utilizando sistemas aquapônicos como ferramenta de ensino para a educação STEM (sigla em inglês para *Science* – ciência, *Technology* – tecnologia, *Engineering* – engenharia e *Math* – matemática) como um laboratório vivo para projetos de pesquisa de alunos, ou como um local para treinamento e experiência agrícola. Segundo estudo feito por Hart et al. (2013), professores foram atraídos para aquaponia porque a técnica oferece aprendizagem prática (aprender fazendo), flexibilidade, integração entre diversão e ciência, uso de tecnologia e ciência, engenharia e matemática e conceitos alimentares.

Junge et al. (2014) descreveram os benefícios do uso da aquaponia em sala de aula para alunos da sétima série de uma escola na Suíça. Os resultados foram: (i) formação em pensamento sistêmico (aquaponia ajuda a melhorar as competências de pensamento sistêmico), (ii) contribuição para formação científica, (iii) formação em planejamento e implementação do plano (competência para direção de sistemas, capacidade para gestão de sistema prático e controle do sistema, (iv) trabalho em grupos e aumento da autoestima, (v) o contato com peixes e plantas (isto é, educação ambiental).

Além da crescente aplicação da aquaponia na sala de aula, o processo de planejamento, construção, manutenção e o uso do sistema na educação ainda não foi bem documentado e analisado. Documentar o uso atual da aquaponia como ferramenta de ensino e aprendizagem será crítico para a expansão do sistema na educação e para o desenvolvimento de um currículo apropriado. Mais estudos são necessários a respeito da eficiência de um sistema aquapônico como ferramenta de ensino e aprendizagem e de como é utilizada (HART et al., 2013).

3 JUSTIFICATIVA

O principal motivador para realizarmos estes trabalhos voltados para educação em consonância ao uso de projetos foram as necessidades de implantação de práticas pedagógicas que contribuam com a formação humana dos alunos. Isso vai muito além da prática atual da educação conteudista e em outros casos tecnicista, onde os alunos “aprendem” o que o professor “ensina”. A formação aqui proposta levará aos docentes e futuros docentes um pensamento sistêmico da disciplina e da própria educação fazendo com que reflitam suas práticas e incorporem a vivência dos alunos, suas experiências e seus subsunçores. A opção pelo uso de projetos se dá inicialmente por uma concepção pessoal de educação onde um aluno só poderá estar inserido no processo de ensino aprendizagem de maneira eficaz, se ele se sentir inserido. Esta inserção só é possível uma vez que os alunos tenham consciência do que irão fazer ou aprender de forma contextualizada, seja por meio de conteúdos teóricos relacionados ao dia a dia do estudante, ou seja por meio de exposição do conteúdo de forma com que os alunos participem do processo e não sejam apenas ouvintes destas aulas.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Este trabalho teve com objetivo avaliar o uso da aquaponia como ferramenta didática no ensino de ciências em uma escola pública.

4.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos estabelecemos:

- identificar como um projeto de Aquaponia pode instrumentalizar uma aproximação da prática pedagógica aos professores em formação inicial no ensino de ciências, em uma escola pública;

- identificar o impacto de um projeto na formação continuada dos professores de ciências de uma escola pública;
- avaliar a eficiência de práticas pedagógicas diferenciadas no processo de ensino-aprendizagem dos alunos;
- analisar como um projeto prático interfere no cotidiano escolar.

5 REFERÊNCIAS

- BRAZ FILHO, Manuel Santos Pires. Qualidade na produção de peixes em sistema de recirculação de água. 2000. 41 f. Monografia (Relatório de Estágio)-Curso de Graduação em Qualidade em Empresas, Centro Univ. Nove de Julho, São Paulo. Disponível em: <https://www.google.com.br/search?q=Qualidade+na+Produ%C3%A7%C3%A3o+de+Peixes+em+Sistema+de+Recircula%C3%A7%C3%A3o+de+%C3%81gua&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_rd=cr&ei=qdPIV-GXOsydwASQv6II#>>. Acesso em: 22 set. 2016.
- CASTELLANI, Daniela; Camargo, Antonio F. M.; Abimorad, Eduardo G. Aquaponics: use of the effluent from the secondary nursery of *Macrobrachium amazonicum* for the production of hydroponic lettuce (*Lactuca sativa*) and watercress (*Rorippa nasturtium aquaticum*). *Bioikos*, v. 23, n. 2, p. 67-75, 2009.
- CORTEZ, Glauco E. P. Cultivo de alface por hidroponia associado à criação de peixes. 1999. Tese (Doutorado)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- EMERENCIANO, Maurício G. C. et al. Aquaponia: uma alternativa de diversificação na aqüicultura. *Panorama da Aqüicultura*, n. 147, p. 24–35, 2015.
- FREDERICK, J. Adam. Science in action: Tools for teaching urban aquaculture concepts. In: COSTA-PIERCE, Barry. et al. *Urban Aquaculture*. Cambridge: CABI Pub, 2005. p. 233–246.

GENELLO, Laura et al. Fish in the classroom: A survey of the use of aquaponics in education. *European Journal of Health & Biology Education*, v. 4, n. 2, p. 9–20, 2015.

GRAHAM, Heather et al. Use of school gardens in academic instruction. *Journal of Nutrition Education and behavior*, v. 37, n. 3, p. 147–151, 2005.

HART, Emily R.; WEBB, James B.; DANYLCHUK, Andy J. Implementation of aquaponics in education: An assessment of challenges and solutions. *Science Education International*, v. 24, n. 4, p. 460–480, 2013.

HUNDLEY, Guilherme C. Aquaponia: uma experiência com tilápia (*Oreochromis niloticus*), manjeriço (*Ocimum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) em sistemas de recirculação de água e nutrientes. 2013. 57 f., il. Monografia (Bacharelado em Agronomia)—Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: <<http://bdm.unb.br/handle/10483/5977>>. Acesso em: 24 set. 2016.

JUNGE, Ranka; WILHELM, Sandra; HOFSTETTER, Urs. Aquaponic in classrooms as a tool to promote system thinking. In: CONFERENCE VIVUS - ON AGRICULTURE, ENVIRONMENT, HORTICULTURE AND FLORISTCS, FOOD PRODUCTION AND PROCESSING AND NUTRITION, 3, 2016, Naklo, Slovenia. Proceeding.. Biotehniški center Naklo, Slovenija. p. 234-244. Disponível: <https://www.researchgate.net/profile/Ranka_Junge/publication/273384078_Aquaponic_in_classrooms_as_a_tool_to_promote_system_thinking/links/55034eeb0cf24cee39fd767a/Aquaponic-in-classrooms-as-a-tool-to-promote-system-thinking.pdf> Acesso em: 22 set. 2016.

NATIONAL RESEARCH CONCIL. Understanding agriculture: new directions for education. [s.l.] National Academies Press, 1988.

NELSON, Rebeca L. Ten great examples of aquaponics in Education. *Aquaponics Journal*, v. 46, p. 18–21, 2007.

PARMER, Sandra M. et al. School Gardens: An experiential learning approach for a nutrition education program to increase fruit and vegetable knowledge, preference, and consumption among second-grade students. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, v. 41, n. 3, p. 212–217, 2009.

PAULUS, Dalva et al. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 1, p. 29–35, 2010.

SOARES, Emerson Carlos. et al. Peixe com salada! Aquaponia possibilita o cultivo de peixes e alfaces sem agrotóxico. *Panorama da Aquicultura*, n. 148, p. 24–29, 2015.

WARDLOW, George W. et al. Enhancing student interest in the agricultural sciences through aquaponics. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*, v. 31, p. 55, 2002.

WILLIAMS, Dilafruz. R.; DIXON, P. Scott. Impact of garden-based learning on academic outcomes in schools: synthesis of research between 1990 and 2010. *Review of Educational Research*, v. 83, n. 2, p. 211–235, 1 jun. 2013.

Capítulo 1

Aquaponia: uma ferramenta didático-pedagógica para educação ambiental na formação inicial de professores de Ciências

Esse artigo foi submetido para a Revista Pesquisa em Educação Ambiental e está formatado conforme as normas exigidas pela revista.

Aquaponia: uma ferramenta didático-pedagógica para educação ambiental na formação inicial de professores de Ciências

Aquaponics as a didactic-pedagogical contribution to the initial training of Science teachers

Aquaponia como aporte didáctico-pedagógico para la formación inicial de profesores de Ciencias

Rondon Tatsuta Yamane Baptista de Souza

Especialista em Piscicultura

Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal do Amazonas,
campus Itacoatiara

E-mail: rondonyamane@hotmail.com

Leandro de Oliveira Souza

Doutor em Ensino de Matemática

Professor da Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Ciências Integradas do Pontal

E-mail: olilean@gmail.com

Sarah Ragonha de Oliveira

Mestre em Biologia de Água Doce e Pesca Interior

Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal do Amazonas,
campus Itacoatiara

E-mail: sarah@ifam.edu.br

Érico Luis Hoshiba Takahashi

Doutor em Aquicultura

Professor da Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia

E-mail: ericolht@yahoo.com.br

Resumo

Diante das dificuldades pedagógicas encontradas pelos professores de ciências em formação, principalmente no tocante à prática profissional, esta pesquisa teve por objetivo compreender os benefícios à prática docente, ao implantar um projeto de ensino de ciências com foco na educação ambiental em uma escola pública de nível médio. Como temática e objeto de ação pedagógica, utilizou-se a Aquaponia para viabilizar aulas práticas de biologia, visando responder: como um projeto de Aquaponia pode instrumentalizar uma aproximação da prática pedagógica aos professores em formação inicial no ensino de ciências, em uma escola pública? Neste estudo foram envolvidos alunos de ensino médio, bolsistas PIBID, pesquisadores universitários e professores da escola de educação básica. A coleta de dados deu-se por entrevistas, gravação de vídeos, captura de imagens e anotações em diário de campo, que ocorriam durante e após a interação do pesquisador com os sujeitos. Fez-se a análise interpretativa com foco na descrição dos dados qualitativos. Os resultados confirmam a contribuição do sistema aquapônico para a formação inicial de futuros docentes da área de biologia; a importância e a interdisciplinaridade intrínseca do sistema; e a possibilidade de planejar, agir e implementar técnicas e práticas curriculares diferentes das utilizadas em sala de aula. E revelam a alteração positiva no comportamento dos alunos nos momentos de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Educação ambiental. Ensino por projetos. PIBID

Abstract

Faced with pedagogical difficulties encountered by science teachers in training regarding professional experience, this work aims to demonstrate that implementation of a practical project inserted into a public school can be essential for the professional development of these future teachers. We have used Aquaponics to enable biology practical lessons to high school students through the PIBID students. The monitoring of the scholars was done by interviews, video recording, images capturing and field journal annotations. Data obtained in this study showed that the Aquaponic system contributed to the initial training of future biology teachers, since the studied subjects perceived the importance and the intrinsic interdisciplinarity of the system. The PIBID students had the opportunity to plan, act and implement different techniques to the curricular practices normally used in the classroom and still experience how a practical project can positively change the behavior of the students in the teaching-learning moments.

Key words: Environmental education. Self-guided projects. PIBID

Resumen

Frente de las dificultades pedagógicas que encuentran los profesores de Ciencias en formación con respecto a la experiencia profesional, este trabajo pretende demostrar que la aplicación de un proyecto práctico que se inserta en un promedio de escuela pública puede ser esencial para el desarrollo profesional de estos futuros profesores. Utilizamos la Aquaponia para hacer lecciones prácticas de biología para estudiantes de secundaria a través de los becarios del PIBID. La supervisión de los becarios se dio a través de entrevistas, grabación de vídeo, captura de imágenes y anotaciones en el diario de campo. Análisis de los datos obtenidos en este estudio podemos concluir que el sistema de aquapónico empleado contribuyó a la formación inicial de futuros docentes en el área de la biología, una vez que los sujetos estudiados se dieron cuenta de la importancia y interdisciplinaria intrínseca del sistema. Estudiantes-PIBID estudiados tuvieron la oportunidad de planificar, actuar e implementar técnicas que se diferencian de las prácticas curriculares normalmente utilizadas en el aula y todavía experimentar como un diseño práctico cambia el comportamiento de los estudiantes de secundaria en los momentos de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: Educación ambiental. Educación a través de proyectos. PIBID.

INTRODUÇÃO

A concepção da prática docente, muitas vezes, está diretamente relacionada às ponderações que os alunos dos cursos de licenciatura fazem sobre o que observam em seus professores em serviço, ao longo de toda sua formação, desde seus primeiros anos de escolaridade até os últimos anos da graduação. As interações que acontecem nesse processo acabam por forjar a prática dos futuros professores, de modo a permitir que criem um estilo próprio de docência (ALEN; ALLEGRONI, 2009).

No entanto, durante a graduação, nos cursos de licenciatura, os universitários cumprem disciplinas obrigatórias que desempenham um papel essencial no processo de sua formação e têm como foco compreender a práxis no ambiente escolar: prática docente e estágio supervisionado. Nesse período os estudantes se aproximam das escolas de educação básica e passam a acompanhar professores nas suas atividades diárias, observando e eventualmente ministrando algumas aulas (BRASIL, 2017; SOUZA et al., 2017;). Porém raramente os alunos são convidados a planejar atividades, a aplicá-las ou a fazer inferências sobre elas. Não é comum que os estágios contribuam com os alunos a ter uma prática reflexiva sobre suas ações e sobre as atividades docentes. Se forem ministrados por uma concepção estática, sem uma relação dialética voltada para a ação, o estágio e a prática curricular podem passar a impressão de que o processo de ensino é algo pronto e acabado para ser ofertado aos sujeitos.

Embora os alunos de licenciatura passem pelo estágio supervisionado e observem seus professores, a aproximação efetiva com a prática docente muitas vezes irá ocorrer no momento em que iniciam suas atividades profissionais em alguma escola. Isso gera um choque de realidade (ESTEVE, 1995; VEENMAN, 1988) e acarreta perturbação emocional.

Ao mesmo tempo em que estão motivados e ansiosos, os professores percebem que lhes falta experiência para gerir uma turma. Nesse contexto também constatam que a prática que realizaram durante a licenciatura não foi suficiente para lhes dar segurança para iniciar as atividades docentes sem o acompanhamento de outro profissional. É comum nesse período o sentimento de insegurança, de medo e de despreparo profissional, geralmente relacionado, entre outros fatores, ao distanciamento entre a teoria vivenciada nos cursos de formação e o dia a dia da cultura escolar. Além disso, esses alunos, agora professores, não reconhecem o cotidiano escolar, nem os contextos relacionados à prática docente; as circunstâncias socioculturais que influenciam o ambiente escolar; o papel da família e do estado; e as propostas educacionais da comunidade escolar, sentindo dificuldades em transformar a teoria adquirida ao longo dos anos, na universidade, em práticas didáticas a desenvolver no dia a dia (MELO, 2000).

A falta de planejamento das ações nas práticas pedagógicas, durante a licenciatura, leva os novos professores a sentirem dificuldades em estabelecer relações humanas intrínsecas ao ambiente escolar. Percebem que apenas aprender para depois ensinar não será suficiente para desempenhar suas atividades. Trata-se de uma passagem complexa, de sentimentos ambíguos, de grandes desafios, de aprendizagem sobre si mesmo e sobre o que é ser professor.

Para minimizar as dificuldades de falta de experiência prática, surgiu no Brasil o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID (SILVA, 2012), que tem como proposta a valorização dos futuros docentes durante seu processo de formação. O objetivo desse programa é aperfeiçoar a formação de professores para a educação básica para garantir a melhoria de qualidade da educação pública brasileira (BRASIL, 2010).

No intuito de desenvolver atividades que nos ajudassem a compreender e aprofundar conhecimentos sobre a prática docente desenvolvemos um projeto de Aquaponia envolvendo estudantes de Biologia do curso de Licenciatura em Ciências, participantes do PIBID na Universidade Federal do Amazonas no município de Itacoatiara; professores universitários; alunos do ensino médio; diretor, supervisor e professores de uma escola pública. Utilizamos um sistema aquapônico que nos permitiu desenvolver atividades escolares de caráter multidisciplinar que unia a produção de hortaliças à aquicultura, de maneira sustentável e orgânica (RAKOCY; MASSOR; LOSORDO, 2006). A opção por desenvolver esse sistema visou, por um lado, oportunizar aos futuros docentes planejar atividades escolares, embasados em sistema de produção. Por outro lado, enquanto pesquisadores, pudemos observar quais são as concepções envolvidas nesse processo, como se constitui e desenvolve o fazer docente num ambiente de trabalho dinâmico.

Inúmeros estudos relatam a eficiência do uso de projetos como ferramenta para formação de alunos de diversos níveis (GENELLO et al., 2015; HART; WEBB; DANYLCHUK, 2013). O nosso objeto de estudo, levando em consideração o desenvolvimento de práticas pedagógicas através das percepções de licenciandos, foi compreender como o desenvolvimento de um projeto de aquaponia poderia auxiliar na formação do licenciando e no ensino de ciências no ensino médio de uma escola pública do interior do estado do Amazonas.

A coleta de dados foi realizada por meio de vídeo e áudio gravação, relato escrito dos sujeitos, fotos, entrevistas e anotações de um diário de campo. Foram analisadas as concepções dos sujeitos, e os resultados são descritos por uma abordagem qualitativa.

Aquaponia

A aquaponia é um sistema que integra a produção de organismos aquáticos com hortaliças, tornando a produção de alimentos mais sustentável. Esse sistema não utiliza

agrotóxicos ou antibióticos e necessita de pouca água para produção de peixes e hortaliças, uma vez que não ocorrem desperdícios. Assim, pudemos pôr em prática com alunos e professores o potencial didático desse sistema voltado às ciências e à educação ambiental. Nele é possível observar conceitos de recirculação de água, interações entre plantas, peixes e microrganismos, produção racional de alimentos, sustentabilidade e a relação desse sistema com o meio ambiente.

Um fator relevante, que nos motivou a utilizar esse sistema, é a oferta limitada de hortaliças na região, muitas vezes importadas de outros estados (HOMMA et al., 2014), que chegam à região com preços muito altos. Na região onde o projeto foi realizado, até a última década não havia cultura de consumo de hortaliças, o que se deve às dificuldades de produção, em razão do clima quente e úmido, que favorece a incidência de pragas e doenças; e também da escassez de mão de obra especializada nesse tipo de cultivo. A opção por esse sistema foi determinada também pelo solo da região: ácido, pobre em nutrientes, com quantidades relativamente elevadas de alumínio e baixa capacidade de troca de cátions, inviabilizando a produção sem a utilização de adubos e corretivos químicos importados de outras partes do país (FALESI, 1986; RODRIGUES, 1996; VIEIRA; SANTOS, 1987). A soma desses fatores faz com que o cultivo de hortaliças nas formas convencionais seja dificultado e oneroso financeiramente, inviabilizando o consumo pela população, devido aos altos custos de produção. A Aquaponia parecia, portanto uma maneira de apresentar à sociedade uma forma alternativa de cultivo, ecológica, sustentável, simples, integrada, economicamente viável, e promoveria, ainda, a incorporação do hábito de consumo de hortaliças entre os envolvidos no projeto.

Por ter caráter inovador, sustentável e totalmente voltado à Educação Ambiental, o sistema aquapônico trouxe aos alunos, aos bolsistas e aos professores da escola parceira um olhar que misturava curiosidade com entusiasmo e interesse, nos fazendo perceber que isso poderia ser motivante e realmente poderia dar certo. Outras experiências não exitosas já haviam sido implantadas na escola, como, por exemplo, horta escolar, compostagem e reutilização de garrafas, e, para que o projeto pudesse prosperar, uma ideia nova poderia ser a chave do sucesso para atingirmos nossos objetivos. O PIBID nos proporcionou a chave para essa busca.

Princípios do PIBID e a aproximação pedagógica com a aquaponia

O programa de iniciação à docência (PIBID) foi instituído em 2007, com o objetivo de incentivar a formação docente de alunos das licenciaturas, contribuir para a valorização do magistério e inserir os licenciandos no cotidiano das escolas.

Os princípios sobre os quais se embasou o PIBID estão de acordo com estudos de Nóvoa (2009) sobre formação e desenvolvimento profissional de professores. Segundo o autor, a formação de professores deve ser construída com base nas particularidades de cada escola, combinando o conhecimento teórico e metodológico dos professores das universidades com o conhecimento prático e vivencial dos docentes das escolas públicas. Deve também promover a interação entre a pesquisa e a inovação, buscando solucionar as dificuldades enfrentadas pelos professores no âmbito escolar. Todas as ações devem evidenciar a responsabilidade social da profissão de professor, buscando o diálogo contínuo e o trabalho coletivo (NEVES, 2012).

Para atender aos objetivos do programa, os alunos bolsistas são orientados por um professor tutor da disciplina, que acompanha e auxilia suas atividades docentes. Periodicamente são realizados encontros entre os bolsistas, os tutores e o coordenador local, para discutir os avanços, os problemas e as dificuldades e para compartilhar as atividades exitosas.

Pensando em oportunizar aos bolsistas uma vivência didática, optamos por convidá-los a participar de um projeto e inseri-los nas práticas pedagógicas, utilizando a pedagogia de projetos.

Uso de projetos para contribuir com a prática pedagógica

Nos últimos anos os educadores têm mostrado um interesse grande em melhor contextualizar ou situar a aprendizagem nas escolas, em configurações significativas, de modo que o conhecimento resultante seja mais acessível e contextualizado aos alunos (WARDLOW et al., 2002). Em diversas áreas da pesquisa sobre educação, a utilização de modelos tem sido cada vez mais empregada, com o objetivo de fazer com que os alunos possam compreender os assuntos ministrados, e esses usos têm contribuído para que o desenvolvimento dos conceitos teóricos possa ser mais efetivo dentro e fora da sala de aula (LIMA et al., 2015). Nesses casos são utilizados diversos exemplos práticos da vida cotidiana ou de fácil entendimento, fazendo com que os alunos possam realmente entender os conteúdos e, principalmente, relacioná-los com sua vida, trazendo os contextos vivenciados fora de sala de aula para dentro da escola (AUSUBEL, 2003). A voz de Garcia-Vera (2012, p.43) é significativa a esse respeito:

Em uma visão global da abordagem de projetos na educação a partir do histórico que explica a sua constituição como um objeto discursivo em uma possível prática nas escolas, pode-se notar, em princípio, que essa abordagem é parte de uma perspectiva renovada de educação no âmbito educacional e é derivada do movimento da Nova Educação na Europa, expressa na Pedagogia ativa com Ovide Decroly e Celestin Freinet na vanguarda do movimento progressista e pragmático nos Estados Unidos que tem John Dewey e William H. Kilpatrick como seus maiores expoentes. No entanto, na obra dos últimos autores podemos encontrar suas origens explicitamente como um método: Método de projeto.

A concepção de projeto, em sua versão original como método ou nos seus posteriores desenvolvimentos, integra no seu discurso fundamentos de filosofia pragmática do conhecimento e diversos fundamentos psicológicos em torno da aprendizagem por construtivismo e mantém um pressuposto básico: a necessidade de vincular a escola com a vida (GARCÍA-VERA, 2012).

Da mesma forma, Freire (1996) nos ensina que saber ensinar não é apenas transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou construção. Assim, entendemos que a aquaponia favorecerá aos alunos uma possibilidade de aprender fazendo, de pensar em soluções de eventuais problemáticas e, ainda, de discutir com os outros alunos os conceitos intrínsecos do sistema.

Caminhando por esse viés de utilização de projetos para formação humana nas escolas públicas, trouxemos os conceitos do construtivismo para propiciar uma educação que vá de encontro com os discursos de insatisfação do atual sistema de ensino, muitas vezes ainda educacional, tecnicista e bancário, e não permite que os alunos estejam prontos a problematizar questões, solucionar problemas, criar novas ideias e abordagens didáticas de acordo com a realidade que lhes é apresentada. Entendemos que devemos construir no ambiente acadêmico um conhecimento robusto, sólido e flexível para toda a vida, para que o estudante adquira habilidades necessárias para remodelar-se sempre que preciso como aprendiz.

Assim, áreas de conhecimento relacionadas às Ciências Agrárias, que envolvam jardins, hortas, aquicultura, hidroponia e aquaponia, oferecem inúmeras atividades autênticas que podem servir como contextos significativos para o ensino. Segundo Morgado e Santos

(2008), a horta inserida no ambiente escolar pode ser um laboratório vivo, que possibilita o desenvolvimento de diversas atividades pedagógicas em educação ambiental e alimentar, unindo teoria e prática de forma contextualizada, auxiliando no processo de ensino-aprendizagem e estreitando relações através da promoção do trabalho coletivo e cooperado entre os diversos atores envolvidos.

No trabalho de Williams e Dixon (2013), a jardinagem foi utilizada como uma atividade agrícola nas escolas. Os autores apontam que esse tipo de atividade se alinha com duas tendências recentes de interesse público: o crescimento da consciência para a melhora da saúde, particularmente das crianças, e a importância de passar mais tempo na natureza. Diversos trabalhos documentam que o aprendizado experimental através da jardinagem tem uma ampla variedade de impactos nos alunos, incluindo melhora no desempenho em ciências, matemática e artes, além de outros resultados, como aumento da preferência por frutas e vegetais, desenvolvimento pessoal, cooperação e consciência ambiental (PARMER et al., 2009; WILLIAMS; DIXON, 2013). Segundo o descrito por Graham et al. (2005), jardins ou hortas podem ser um componente benéfico do ambiente educacional, oferecendo uma excelente oportunidade para ensinar nutrição, assim como outros temas e habilidades importantes para a vida. Os autores demonstraram que programas educacionais baseados no meio ambiente têm um impacto benéfico no desempenho dos alunos em testes padronizados, assim como na atenção e no entusiasmo para aprender.

De acordo com Frederick (2005), sistemas aquícolas podem ser instrumentos eficazes para oferecer aos alunos novos ambientes de aprendizagem prática. Segundo o autor, cada vez mais as escolas secundárias revelam interesse pela incorporação da aquicultura em sua programação como um veículo para ensinar ciências, matemática e outros temas. A aquicultura conecta o aluno ao ambiente, e ao mesmo tempo oferece a experiência do *aprender fazendo*, com o processo de ciência, conceitos científicos e técnicas de resolução de problemas. O autor ressalta que a chave é integrar a educação de ciências com a educação ambiental para todos os alunos, independentemente do seu núcleo de interesse.

Mais recentemente, o uso da aquaponia na educação parece estar atraindo atenção dos educadores, quando nos baseamos no número de escolas que, nos Estados Unidos e em países europeus, utilizam sistemas aquapônicos, além de sua incidência crescente na internet e em artigos (HART; WEBB; DANYLCHUK, 2013; GENELLO et al., 2015). Esse interesse está baseado na sinergia entre a educação científica e a natureza intrínseca do sistema, uma vez que a utilização da aquaponia incorpora o conhecimento de uma variedade de assuntos, incluindo agricultura, biologia, engenharia, nutrição, química e tecnologia (GENELLO et al., 2015). Assim, a aplicação e a manutenção do sistema oferecem aos atuais e aos futuros professores a oportunidade de incorporar a aquaponia nos seus planos de aula através de uma ampla variedade de disciplinas.

METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado em Itacoatiara, município no interior do Amazonas, com uma população de aproximadamente 100.000 habitantes, que abriga uma Universidade Federal, uma Universidade Estadual, um Instituto Federal de Educação e oito escolas estaduais de nível médio. A implantação do projeto se deu em uma das escolas estaduais – a única da sede do município que recebe alunos da zona rural, que utilizam um ônibus cedido pela prefeitura como transporte escolar com horários predeterminados –, que atua em dois turnos de aula, matutino e vespertino, com 27 turmas e 887 alunos nos três anos do Ensino Médio. Ela não possui laboratório de ciências e no ano letivo de 2016 nenhum projeto voltado à área de ciências estava sendo executado. Esses motivos nos levaram a optar por esta escola, visando obter resultados significativos.

Os participantes do projeto foram, inicialmente, cinco alunos bolsistas do PIBID da Universidade Federal do Amazonas, estudantes do curso de Licenciatura em Ciências (Química e Biologia); professores da Universidade Federal; professores do Instituto Federal; professores de biologia da escola Estadual; e os alunos da escola.

A pesquisa aqui relatada iniciou-se a partir do olhar de acadêmicos de um curso de Licenciatura em Ciências. Neste artigo, a partir das reflexões, pretendemos discutir a seguinte questão: Como um projeto de Aquaponia pode instrumentalizar uma aproximação da prática pedagógica no ensino de ciências de uma escola pública? Para responder essa questão, acompanhamos cinco alunos bolsistas do Programa de Iniciação à Docência (PIBID) durante o processo de planejamento e implantação de um sistema aquapônico e sua utilização nas aulas da escola.

Para captação dos recursos necessários para a implementação do projeto, no final do ano de 2015, em parceria com a Associação de Pais, Mestres e Comunitários (APMC) da escola, apresentamos um projeto ao programa denominado *Elas nas exatas*, financiado pela Fundação Carlos Chagas. Após a aprovação do projeto e a liberação dos recursos para implantação, fizemos uma parceria com a escola estadual. Intitulado *Aquaponia: uma alternativa de diversificação da sala de aula*, o projeto tinha o objetivo de estimular o interesse das alunas do ensino médio pelo estudo científico, especialmente das ciências exatas e naturais, e propiciar aos professores de biologia, química, física e matemática da escola a possibilidade de utilizar um sistema aquapônico para realização de aulas práticas, trazendo um novo olhar para as atuais práticas docentes.

O projeto foi apresentado aos alunos participantes do PIBID em forma de palestra, utilizando recursos multimídia, em uma reunião na qual foram discutidos os seus objetivos, seu funcionamento, as etapas de implantação e o manejo do sistema. Esse primeiro contato foi importante para a familiarização dos futuros professores com a aquaponia, para que, posteriormente, eles pudessem elaborar estratégias de ação para utilizar esse recurso nas suas aulas do ensino médio.

Após esta fase, os alunos PIBID foram convidados a participar voluntariamente e a contribuir com os trabalhos que seriam realizados durante o ano letivo de 2016. A princípio, oito alunas pibidianas se mostraram dispostas a iniciar as atividades.

A partir dessa etapa, foram realizadas reuniões periódicas com os alunos voluntários, a fim de, inicialmente, discutir assuntos relacionados à aquaponia e ao seu uso como ferramenta didática. Durante dois meses, foram aprofundados os estudos sobre a teoria construtivista. Essa abordagem nos ajudou a conceber o projeto de Aquaponia a ser implantado na escola. Nesses estudos, cada aluna foi responsável por estudar sobre um autor: Piaget, Ausubel, Vigostsky, Rousseau e Paulo Freire, para depois socializar com as demais bolsistas e iniciarmos as discussões a respeito dos seus postulados. Essas leituras tiveram como principal objetivo fornecer aos alunos aporte teórico para atuação em um viés de formação crítica com atividades de ação.

Nos dois meses seguintes, traçamos um plano de metas a ser desenvolvido no decorrer do ano, que contemplou as fases de implantação do projeto de aquaponia na escola. Posteriormente, iniciamos os preparativos para a execução, que teve como ponto de partida a montagem do sistema de aquaponia na escola parceira.

Descrição do sistema: Aquaponia

A aquaponia é um sistema de produção agroalimentar que integra a hidroponia (cultivo sem solo) com a aquicultura (cultivo de organismos aquáticos). Nesse sistema se estabelece uma relação entre os organismos aquáticos cultivados (geralmente peixes), bactérias e plantas – os nutrientes residuais do cultivo de peixes são transformados pelas

bactérias em produtos absorvíveis pelas plantas, que favorecem o desenvolvimento dos vegetais (EMERENCIANO et al., 2015).

O sistema aquapônico instalado na escola foi montado em um final de semana. Participaram da montagem o professor orientador do PIBID, as bolsistas do programa PIBID e os alunos voluntários da escola parceira (Figuras 1 e 2), convidados a participar do projeto para aprimorar seus conhecimentos na área de ciências. Após o convite, nove alunos começaram a acompanhar as atividades do projeto. Inicialmente, os orientadores explicaram aos alunos e aos bolsistas como o sistema funcionaria e como seria realizada a montagem e, em seguida, as atividades foram realizadas até sua conclusão. As poucas dificuldades encontradas nessa fase envolveram, principalmente, o uso de ferramentas de corte e de perfuração dos canos. Nessa tarefa, os professores auxiliaram os alunos para que não sofressem acidentes ou tivessem algum tipo de imprevisto.



Figura 1 – Preparo da área para montagem do sistema aquapônico na escola
Fonte: Autor, 2016



Figura 2 – Montagem do sistema aquapônico na escola
Fonte: Autor, 2016.

O sistema de aquaponia instalado na escola parceira contou com um tanque com capacidade para mil litros de água para a produção de organismos aquáticos, seis tubos de PVC de 75 mm, que funcionavam como canaletas de produção de hortaliças, e uma caixa para 310 litros de água, que tinha a função de filtro biológico. Sobre a caixa de filtragem foi instalada uma manta acrílica para fazer a remoção de partículas sólidas em suspensão e dentro dela foram colocados 50 litros de argila expandida para fixação de bactérias nitrificantes. O bombeamento da água do tanque dos peixes para o sistema de filtragem foi realizado através de uma bomba submersa com capacidade para dois mil litros por hora, a água que passava pelas canaletas de produção vegetal (tubos de PVC) retornava por gravidade ao tanque de produção de peixes e o ciclo se fechava. Para iniciar o sistema, colocamos 60 juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) um peixe regional e muito rústico (Figura 3) com peso médio de 100 gramas; 30 mudas de alface; e seis mudas de jambu (*Spilanthes acmella*), uma planta muito utilizada na culinária regional (Figura 4).



Figura 3 – Juvenis de tambaqui ao final do projeto

Fonte: Autor, 2017



Figura 4 – Jambu (*Spilanthes acmella*) no sistema aquapônico
Fonte: Autor, 2016

Após a montagem do sistema, os alunos do PIBID e os alunos voluntários receberam uma palestra sobre o seu funcionamento, para poder planejar suas atividades em parceria com os três professores da disciplina de biologia da escola parceira e para que tivessem condições de realizar a manutenção diária do sistema, fornecendo alimentação aos peixes, realizando análises semanais de água e cuidando do desenvolvimento das hortaliças. A opção pelos alunos-PIBID biologia se deu pelo fato de o sistema aquapônico se caracterizar por ter uma forte relação de simbiose com a disciplina.

A manutenção do sistema, a alimentação dos peixes e o manejo geral foram realizados principalmente pelos alunos voluntários da escola, pois eles tinham disponibilidade diária para realizar essas atividades, antes do início das aulas e ao final, antes de retornar a suas casas (Figura 5).



Figura 5 - Sistema aquapônico montado
Fonte: Autor, 2016

Atualmente (ano letivo de 2017) o sistema encontra-se montado e em pleno funcionamento, sendo monitorado e acompanhado por alunos em fase de conclusão de curso e por professores do Instituto Federal parceiro.

Observação

Em seguida, as atividades foram iniciadas de acordo com o cronograma de cada professor de biologia da escola, juntamente com os alunos PIBID. Com o objetivo de compreender a influência da participação no programa PIBID na formação dos futuros docentes nas áreas de ciências (biologia e química), foi escolhida uma abordagem qualitativa, através dos fundamentos da Análise de Discurso, representando um movimento interpretativo (MORAES; GALIAZZI, 2007), utilizando observações dos participantes, registros fotográficos, gravação de áudios, diário de campo e entrevistas abertas com os alunos e os professores participantes do projeto. Todos os participantes concordaram com a gravação dos áudios e com os registros fotográficos e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para disponibilização dos dados para a pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acompanhamento dos alunos PIBID

Os cinco alunos-PIBID participaram da implementação do sistema aquapônico na escola, contribuindo desde a concepção do *lay out* até a montagem do sistema. Durante essa fase, os bolsistas tiveram a oportunidade de aprender na prática os conceitos de simbiose, produção de hortaliças, aquicultura e, nas reuniões de formação, conheceram a pedagogia por projetos.

Durante o período de observação, cinco alunos do PIBID do curso de biologia foram acompanhados e suas atividades, monitoradas. As reuniões foram dialogadas entre o pesquisador e os alunos, a fim de planejar as ações e definir como seriam executados os planos de ação. A participação dos bolsistas foi avaliada como positiva, e não pôde ser mais efetiva devido à grande carga horária cumprida pelos alunos na Universidade.

Havia oito alunos inicialmente; no entanto, apenas cinco seguiram inseridos no projeto e realizaram atividades. Três alunas que iniciaram as atividades junto com o grupo deixaram

de participar das reuniões e, conseqüentemente, das outras atividades, por estarem concluindo a licenciatura e realizando o trabalho de conclusão de curso.

Os alunos-PIBID 1, 2 e 3, juntamente com o professor supervisor da escola, planejaram atividades a serem ministradas para os alunos do segundo ano do ensino médio a respeito do conteúdo de genética. Nessa aula, os bolsistas apresentaram conteúdos relativos à hibridação de animais de produção (peixes e equídeos), descrevendo a importância e os principais motivos para utilizar cruzamentos e hibridação na criação de animais e na produção vegetal. A aula foi dividida em duas partes: inicialmente foram tratados assuntos teóricos dentro de sala de aula, utilizando recursos multimídia e um cartaz com fotos. Na segunda parte da aula, os bolsistas conduziram os alunos até o sistema aquapônico, onde explicaram o funcionamento do sistema na prática e as possibilidades de utilizar plantas e animais híbridos para melhoria na produtividade (Figura 6). Nessa etapa, os bolsistas explicaram o caminho percorrido pela água e o funcionamento da bomba; apontaram as espécies de hortaliças que poderiam ser utilizadas; indicaram o tempo de produção de cada uma e as formas de alimentar os peixes; e relataram como os dejetos eram transformados em nutrientes para as plantas.

O aluno pibidiano 4 realizou uma aula prático-teórica com turmas do terceiro ano do ensino médio sobre a utilização e a excreção da proteína. Na oportunidade, em aula teórica, o bolsista demonstrou aos alunos a função do nitrogênio para os seres vivos e as diferentes formas de excreção das espécies. Na aula prática, ele conduziu as turmas até o sistema aquapônico, onde puderam observar o sistema e compreender como funciona o filtro biológico (Figura 7). Através de análise da água com um *kit* de análises colorimétrico, os alunos puderam observar a concentração de amônia e nitrito na água e, assim, perceberam a transformação do nitrogênio realizada pelas bactérias nitrificantes dentro do sistema.

O aluno pibidiano 5 teve sua bolsa suspensa durante o período de execução do projeto e, em seguida, iniciou um projeto de iniciação científica, o que o impediu de participar do projeto de Aquaponia e, conseqüentemente, de apresentar propostas para aula.



Figura 6 – Apresentação realizada aos alunos da escola sobre genética e hibridação

Fonte: Autor, 2016



Figura 7 – Bolsista PIBID apresentando o sistema aquapônico aos alunos da escola
Fonte: Autor, 2016

Entrevistas

Para a aluna 1, a principal motivação para ingressar no programa PIBID foi conhecer a realidade de uma sala de aula por uma ótica diferente. Ela relata que iniciou no programa como voluntária, acompanhando os outros bolsistas, e, quando surgiu a oportunidade, tornou-se participante regular. Quando questionada sobre como o projeto de Aquaponia contribuiu para a formação dos alunos da escola, ela relatou que ele foi importantíssimo para diversificar as ações de sala de aula, oportunizou uma forma diferenciada de apresentar conteúdos de maneira prática e intuitiva. Revelou ainda que o projeto de Aquaponia na escola motivou alguns alunos do terceiro ano a escolher as carreiras das áreas de biologia e química, além da Agronomia, cursos oferecidos pela Universidade Federal, pois tiveram a visão prática de como a profissão poderia ser encarada no futuro. Ela também ponderou que algumas turmas da escola não haviam tido aulas práticas até a implantação deste projeto. Questionada sobre o motivo de não ter havido aulas práticas, informou que, por ser a carga horária dos professores excessivamente alta, eles não dispõem de tempo para preparar ou para realizar atividades diferenciadas.

Para sua formação como docente, a aluna acredita que o projeto Aquaponia favoreceu um aprendizado diferenciado, incentivando-a a estudar os conteúdos referentes ao funcionamento do sistema e ainda colaborou para que ela pudesse planejar e ministrar uma aula, fato que ainda era uma novidade em sua formação. A propósito das dificuldades encontradas por ela no programa, assim descreve:

[...] a escola deveria entrar mais fundo no projeto junto com a gente, porque não adianta a gente como aluno querer fazer alguma coisa e a escola as vezes impede e dá pra trás, se ela estivesse com a gente

seria muito mais fácil executar as ideias e melhorar o ensino dentro da sala de aula [...] (ALUNA 1).

Durante a entrevista, a aluna revelou que ficou motivada por ter que elaborar uma atividade desde a sua concepção, preparar e ministrar uma aula. A oportunidade de vivenciar o cotidiano de um professor a fez acreditar que escolheu o caminho certo a ser percorrido. Sua fala ilustra o que foi descrito por Severino (2002, p. 46): “a teoria, separada da prática, seria puramente contemplativa e, como tal, ineficaz sobre o real; a prática, desprovida da significação teórica, seria pura operação mecânica, atividade cega”.

A aluna 2 do PIBID nos contou que é uma das veteranas do programa na universidade: ingressou visando adquirir experiência, uma vez que a licenciatura lhe proporciona poucas oportunidades nesse sentido. Ela considera que o programa poderia ser mais efetivo, se fosse aplicado em uma escola de formação fundamental, fazendo com que os alunos desde cedo pudessem ser inseridos no mundo científico, proporcionando-lhes mais curiosidade e interesse pelas disciplinas estudadas e, ainda, preparando-os melhor para o ensino médio. A aluna critica o local onde o programa PIBID foi oferecido no município: disse que poderia ter sido desenvolvido em uma escola em que não houvesse alunos da zona rural, uma vez que se torna impossível a utilização do contraturno¹ para realizar atividades extras, pois os alunos moram distante da escola e retornam ao fim das aulas.

A Aquaponia contribuiu muito para a minha formação e para os alunos da escola [...] foi a oportunidade de realizar atividades extra classe dentro da escola [...] com isso pude vivenciar e aprender mais sobre a minha futura profissão. Por ser um projeto inovador, tive condições de pensar em vários temas para ministrar minhas aulas, eu gosto de participar de projetos diferentes que contribuam para a formação humana e não apenas aquela mesmice de sempre, quadro e data show. A dificuldade foi conciliar o tempo do supervisor com os meus horários, abordamos temas diferentes relacionados à atualidade. (ALUNA 2)

A aluna considera também que a sua participação no programa PIBID proporcionou vivenciar as dificuldades da profissão, como, por exemplo, a frustração vivida quando, mesmo tendo ela se dedicado para elaborar uma aula, durante a regência os alunos não demonstraram interesse pelo conteúdo, pois brincaram e zombaram do tema exposto. “[...] isso foi o único motivo que me fez desistir da carreira, mais o tempo passou e eu percebi que seria dessa forma que poderia me fortalecer e continuar a lutar pela carreira docente”.

Em sua entrevista, a aluna 3 confessou que acreditava ser muito difícil implantar um projeto desse porte dentro da escola. Ela começou a participar por curiosidade e contribuiu na montagem do sistema. Sobre o programa, a aluna ainda afirma:

Infelizmente em nossa graduação nós não temos a oportunidade de ter essa vivência em sala de aula, nosso estágio é muito rápido. Eu passei dois anos no PIBID e foram dois anos de aprendizado para preparar aulas, planejar o tempo e fazer o possível de fazer aulas diferentes com poucos recursos, mesmo a escola parceira não nos dando muitas condições, eu tive a oportunidade de verificar se eu teria realmente o dom de ser professora. (ALUNA 3)

A fala da aluna relata o que já havia sido descrito por pesquisadores quando tratam de formação inicial de professores (PICONEZ, 1991; PIMENTA, 1994): eles demonstram que,

¹ Período em que os alunos frequentam a escola para ter aulas de recuperação, aulas especiais, praticar esportes, realizar projetos ou outras atividades pertinentes a sua formação; diferente, portanto, do turno regular de aulas.

mesmo acontecendo os estágios durante as licenciaturas, eles são pouco eficientes ou insuficientes para complementação da formação.

A aluna nos descreve que, durante a sua trajetória como bolsista do programa, ministrou aulas de biologia celular, DNA, zoologia, peixes; aplicou e corrigiu provas; e, a partir desses trabalhos, pôde perceber a importância do programa para a sua formação. Segundo ela, quando iniciou no PIBID, não tinha conhecimento das atribuições de um bolsista do programa de iniciação à docência, mas, com o passar do tempo, entendeu os conceitos e o quanto poderia se beneficiar dessas atividades. Essas afirmações corroboram o trabalho de Fernandes (2012), que mostra o PIBID como um plano intrapessoal, que orienta os alunos a se organizar, dinamizar e, principalmente, conviver com as frustrações.

Sobre o projeto de Aquaponia, a aluna relata que os alunos da escola ficaram deslumbrados com o projeto, tinham curiosidade e perguntavam muito, em atitude muito diferente do que ocorre em sala de aula. Segundo ela, o projeto trouxe o conceito de interdisciplinaridade para a prática, importante para relacionar os diversos conteúdos aprendidos em sala de aula e, ainda, para oportunizar aos alunos-PIBID sua inserção na sala de aula como professores, o que corrobora as ideias de Pimenta (2002): em seu trabalho, ele descreve que, ao pensar alternativas de solução, testa-as, procurando esclarecer as razões subjacentes a suas ações. Também os futuros professores poderão sentir as reações dos aprendentes, procurando entender o significado das questões e das respostas que eles formulam. Assim, terão uma vivência *in situ* e real dessa nova profissão.

O aluno-PIBID 4 nos revelou que fez a inscrição no curso de licenciatura, pensando em realmente ser professor, e o PIBID lhe trouxe a oportunidade de ingressar na carreira docente. Porém, quando iniciou no PIBID, não conhecia suas atribuições, e o projeto Aquaponia lhe deu oportunidade de pôr em prática seus conhecimentos adquiridos em sala de aula. Contou ainda que foi bem recebido na escola parceira e, embora sua principal dificuldade tivesse sido ajustar o tempo para conciliar os estudos e a carga horária exigida para o programa, o projeto de Aquaponia foi interessante, pois foi a sua primeira oportunidade de ministrar uma aula: *“preparei uma aula sobre o ciclo do nitrogênio, formulei quatro questões e corrigi. Foi a primeira vez que vi os alunos interessados em aprender e participar de uma aula”*. Sua fala corrobora o que afirma Libâneo (1994, p. 27): *“a formação profissional do professor implica, pois, uma contínua interpenetração entre teoria e prática, a teoria vinculada aos problemas reais postos pela experiência prática e a ação prática orientada teoricamente”*. Assim, fica claro que o programa contribui para a formação docente desses alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os dados obtidos neste estudo, podemos concluir que o sistema aquapônico empregado contribuiu para a formação inicial de futuros docentes da área de biologia, uma vez que os sujeitos estudados perceberam a importância e a interdisciplinaridade intrínseca do sistema. Os alunos-PIBID estudados tiveram a oportunidade de planejar, agir, implementar e incorporar técnicas diferenciadas às práticas curriculares normalmente utilizadas em sala de aula. E ainda vivenciar como um projeto prático altera positivamente o comportamento dos alunos do ensino médio nos momentos de ensino-aprendizagem.

Práticas diferenciadas trazem um contexto construtivista, principalmente nos momentos de troca de conhecimento, despertando a curiosidade dos educandos. No decorrer do projeto, pudemos inferir que essas ações diferenciadas, pelo menos em nosso cotidiano, trouxeram avanços significativos nesse processo.

Concluimos também que o PIBID pode ser uma ferramenta eficaz de inserção dos futuros docentes em sua nova profissão, visto que reforça aos seus participantes momentos de realidade profissional.

A aquaponia utilizada no intuito de inserir os futuros docentes em sua prática profissional mostrou-se interessante e eficaz, visto que abrange de forma interdisciplinar conteúdos intimamente ligados à Educação Ambiental e ao ensino de Ciências. Por ser inovador, o sistema aquapônico pode trazer um olhar curioso por parte dos envolvidos na pesquisa, uma vez que projetos utilizando hortas escolares, compostagem e reutilização de produtos recicláveis já haviam sido realizados com pouco sucesso na escola parceira.

Alguns fatores, como, por exemplo, o maior apoio da escola e um local adequado para que os bolsistas possam preparar suas atividades proporcionam momentos de maior interatividade com a vida profissional e ainda oportunizam vivências reais do cotidiano escolar.

REFERÊNCIAS

- ALEN, B.; ALLEGRONI, A. *Los inicios de una profesión: lo singular e lo típico del primer posto de trabajo. Acompañar los primeros pasos em la docência, explorar una nueva práctica de formación*. Buenos Aires: Ministerio de Educación, 2009.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003. Tradução do original *The acquisition and retention of knowledge* (2000).
- BRASIL. Decreto nº 7.219, de 24 de junho de 2010. Dispõe sobre o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID – e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 jun. 2010. Seção 2, p. 13.
- EMERENCIANO, M. G. C. et al. Aquaponia: uma alternativa de diversificação na aquíicultura. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, v. 147, p. 24–35, jan./fev. 2015.
- ESTEVE, J. M. Mudanças sociais e função docente. In: NÓVOA, A. (Org.). *Profissão professor*. Porto: Porto Editora, 1995. (Coleção Ciências da Educação).
- FALESI, I. C. Estado atual de conhecimentos de solos da Amazônia brasileira. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 2010, Belém. *Anais...* Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. p. 168-191.
- FERNANDES, E. V. *Psicologia da educação escolar moderna*. Aveiro, Portugal: Edipanta, 2012.
- FREDERICK, J. A. Science in action: tools for teaching urban aquaculture concepts. In: *Urban Aquaculture*. Cambridge: CABI Pub, 2005. p. 233-246.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática docente*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GARCÍA-VERA, N. O. La pedagogía de proyectos en la escuela: una revisión de sus fundamentos filosóficos y psicológicos. *Magis – Revista Internacional de Investigación en Educación*, Bogotá, v. 4, n. 9, p. 685-707, jan./jun. 2012.

- GENELLO, L. et al. Fish in the classroom: A survey of the use of aquaponics in education. *European Journal of Health & Biology Education*, v. 4, n. 2, p. 9-20, 2015.
- GRAHAM, H. et al. Use of school gardens in academic instruction. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, v. 37, n. 3, p. 147-151, 2005.
- HART, E. R.; WEBB, J. B.; DANYLCHUK, A. J. Implementation of aquaponics in education: An assessment of challenges and solutions. *Science Education International*, v. 24, n. 4, p. 460-480, 2013.
- HOMMA, A. K. O. et al. Pequena produção na Amazônia: conflitos e oportunidades, quais os caminhos? *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, Belém, v. 9, n.18, p. 137-154, jan./jun. 2014.
- LIBÂNIO, J. C. *Didática*. São Paulo: Cortez, 1994. (Coleção magistério 2.º grau. Série formação do professor).
- LIMA J. P. C. et al. Aprofundando a compreensão da aprendizagem docente. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 21, n. 4, p. 869-891, 2015.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. *Análise textual discursiva*. Ijuí: UNIJUÍ, 2007.
- MORGADO, F. S.; SANTOS, M. A. A. A horta escolar na educação ambiental e alimentar: experiência do Projeto Horta Viva nas escolas municipais de Florianópolis. *Extensio – Revista eletrônica de Extensão*, v. 5, n. 6, 2008.
- NEVES, C. M. C. A Capes e a formação de professores para a educação básica. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, Brasília, Suplemento 2, v. 8, p. 353- 373, 2012.
- NÓVOA, António. *Professores: imagens do futuro presente*. Lisboa: Educa, 2009.
- PARMER, S. M. et al. School gardens: An experiential learning approach for a nutrition education program to increase fruit and vegetable knowledge, preference, and consumption among second-grade students. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, v. 41, n. 3, p. 212-217, 2009.
- PICONEZ, S. *A prática de ensino e o estágio supervisionado*. Campinas: Papirus, 1991.
- PIMENTA, S. G. *O estágio na formação de professores a unidade teoria e prática*. São Paulo: Cortez, 1994.
- PIMENTA, S. G. (Org.). *Saberes pedagógicos e atividade docente*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- RAKOCY, J. E.; MASSOR, M. P.; LOSORDO, T. M. Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics – Integrating fish and plant culture. *Southern Regional Aquaculture Center Publication*, n. 454, 16p. 2006.

RODRIGUES, T. E. Solos da Amazônia. In: ALVAREZ, V. V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa: SBCS, 1996. p.19-60.

SEVERINO, A. J. *Educação, sujeito e história*. São Paulo: Olho d'Água, 2002.

SILVA, L. G. F. et al. Formação de professores de Física: experiência do Pibid-Física da Universidade Federal de Rondônia, *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, Brasília, v. 9, n. 16, p. 213 - 227, abr. 2012.

SOUZA, L. O. et al. Uma análise sobre o estágio supervisionado nos cursos de licenciatura da Universidade Federal do Amazonas no município de Itacoatiara-AM. *Educação Matemática em Revista*, Brasília, v. 22, n. 53, p. 17-26, jan./mar. 2017.

VEENMAN, S. El proceso de llegar a ser profesor: um análisis de la formación inicial. In: VILLA, A. (Coord.). *Perspectivas y problemas de la función docente*. Madrid: Narcea, 1988. p. 39 –68.

VIEIRA, L.S.; SANTOS, P. C. T. *Amazônia: seus solos e outros recursos naturais*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1987. 416p.

WARDLOW, G. W. et al. Enhancing student interest in the agricultural sciences through aquaponics. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*, v. 31, n. 55, 2002.

WILLIAMS, D. R.; DIXON, P. S. Impact of garden-based learning on academic outcomes in schools: synthesis of research between 1990 and 2010. *Review of Educational Research*, v. 83, n. 2, p. 211-235, 2013.

Capítulo 2

Formação continuada de professores de ciências utilizando a aquaponia como ferramenta didática

Esse artigo foi submetido para a Revista Ciência & Educação e está formatado conforme as normas exigidas pela revista.

Formação continuada de professores de ciências utilizando a aquaponia como ferramenta didática

Science Teachers Continued Training Using Aquaponics As Didactic Tool

Rondon Tatsuta Yamane Baptista de Souza

Especialista em Piscicultura

Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do IFAM, *campus* Itacoatiara
Rua Borba, s/n Bairro Pedreiras CEP 69101-000 Itacoatiara-AM Tel. (92) 993435790

E-mail: rondonyamane@hotmail.com

Leandro de Oliveira Souza

Doutor em Ensino de Matemática

Professor da Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, UFU
Ituiutaba-MG

E-mail: olilean@gmail.com

Sarah Ragonha de Oliveira

Mestre em Biologia de Água Doce e Pesca Interior

Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do IFAM, *campus* Itacoatiara
Itacoatiara-AM

E-mail: sarah@ifam.edu.br

Érico Luis Hoshiba Takahashi

Doutor em Aquicultura

Professor do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da UFAM
Itacoatiara-AM

E-mail: ericolht@yahoo.com.br

Resumo

Esse estudo relata uma pesquisa de mestrado que teve como foco desenvolver uma formação de professores de ensino médio, procurando compreender como a aquaponia poderia dar suporte para atividades pedagógicas, com foco no desenvolvimento da ciência. Os resultados retratam a dificuldade de aplicar a interdisciplinaridade com projetos integrados na escola, devido à extensa carga horária de trabalho dos professores e ementas com conteúdos extensos, o que acarreta em falta de tempo para planejar e realizar atividades em conjunto. Isso pode ser verificado na falta de interesse e indisciplina dos alunos. Contudo, as avaliações finais dos professores utilizando o sistema foram positivas, refletindo a importância de atividades que fogem do cotidiano da sala de aula. Percebemos que estas aulas diversificadas prendem a atenção dos alunos e os motivam a interagir com os professores.

Palavras chave: Ensino por projetos. Diversificação. Educação.

Abstract

This study reports a research that focused on developing middle school teachers, trying to understand how aquaponics could support pedagogical activities, focusing on the development of science. The results portray the difficulty of applying interdisciplinarity to

integrated projects in the school, due to the extensive teachers workload and the extensive contents that they should account, which entails lack of time to plan and carry out activities together. This can be verified in the disinterest and indiscipline of the students. However, the teachers' final evaluations using the system were positive, reflecting the importance of activities that escape the everyday classroom. We realize that these diverse classes hold students' attention and motivate them to interact with teachers.

Key words: self-guided projects. Diversification. Education.

Introdução

O presente estudo relata uma pesquisa de mestrado realizada na Universidade Federal do Amazonas que utilizou um sistema de Aquaponia como subsídio para atividades teóricas e práticas das aulas de professores de ensino médio. A pesquisa foi desenvolvida em uma escola estadual no município de Itacoatiara-AM. O projeto foi financiado pela fundação ELAS e, por essa razão, por meio da implantação de um sistema que integra aquicultura e hidroponia conhecido por Aquaponia implantado nas dependências da escola, objetivou-se empoderar mulheres buscando desmistificar ideias de que meninas não aprendem ciências e matemática com a mesma propriedade que meninos.

O termo Aquaponia é recente, porém os povos tradicionais Aztecas já utilizavam um sistema de produção com os mesmos conceitos desde os anos de 1400. A aquaponia é um sistema de produção integrado podendo ser utilizado para produção de peixes e hortaliças em um mesmo ambiente. Esse sistema tem sido utilizado como laboratório em situações onde os professores ministram suas aulas, de forma interdisciplinar, e fora do microambiente de sala de aula como forma de tornar as aulas mais atrativas e interessantes aos alunos.

Nesse artigo, relataremos parte do projeto que teve por foco desenvolver uma formação de professores de ensino médio, nas disciplinas de química, física, biologia e matemática. Procuramos compreender como o uso de um sistema integrado de produção de alimentos poderia dar suporte para atividades pedagógicas, com foco no desenvolvimento da ciência. Ao mesmo tempo, estudantes (mulheres) do programa PIBID de Biologia da Universidade Federal do Amazonas foram envolvidas com o objetivo de potencializar a formação inicial de professores. O potencial pedagógico do sistema e impactos na prática docente são objetos de análise.

A pesquisa foi desenvolvida entre os meses de março a novembro de 2016. O projeto foi planejado e proposto pelos pesquisadores e executado pelo primeiro autor desse texto. Professores do ensino médio de uma escola estadual do município de Itacoatiara-AM foram convidados a participarem de todas as etapas. Ao todo 10 professores das disciplinas de ciências e matemática se voluntariaram a participar das atividades. Os dados coletados foram áudios dos diálogos durante a formação e imagens vídeo-gravadas. Para fins da pesquisa os professores foram convidados a elaborar um plano de aula para ser ministrada, o qual deveria conter os assuntos referentes as disciplinas e turmas que lecionavam. Esses planos também compõe o rol de dados analisados. Após a entrega nos reunimos com os professores com o intuito de discutir os planos e traçar as estratégias para realização das aulas. A análise sobre os dados coletados deu-se de forma interpretativa, de modo que procuramos compreender qual do potencial do sistema para a formação de professores durante a ação de planejamento pedagógico de aulas interdisciplinares.

Formação continuada de professores e algumas causas de desmotivação profissional

Um dos principais alicerces da formação continuada para professores diz respeito a uma abordagem que vise aumentar a autoestima docente. É necessário envolvê-los de forma

que possam perceber que é possível se redescobrir como educador e reconhecer que o conhecimento e aprendizado é uma via de mão dupla. Porém, para que os professores tenham interesse em formações se faz necessário apresentar-lhes propostas inovadoras e criativas, visto que muitas formações não contemplam os anseios dos professores. Formações docentes costumam ter como foco principal demandas pedagógicas esquecendo-se de fazer relações com as disciplinas que são ensinadas na escola. Torna-se necessários envolvê-los em atividades de planejamento coletivo, de forma que os discursos possam estimular o aprendizado de práticas pedagógicas amarradas ao objeto de estudo das disciplinas que lecionam.

Carvalho e Gil-Pérez (1993) afirmam que cabe ao professor questionar as visões de ciência que são abordadas na escola de maneira repetitiva, dogmática e acrítica, buscando experiências exitosas sobre o Ensino de Ciências que iniciam-se a partir do senso comum. A nossa abordagem de pesquisa foi pautada nas dificuldades que os professores de escolas públicas no estado do Amazonas atravessam ao “tentar” realizar atividades diferenciadas, aulas práticas e experimentos no âmbito da escola.

Empecilhos relacionados a sobrecarga de trabalho desestimulam a participação em formações e o desenvolvimento de atividades extracurriculares. Lapo e Bueno (2003) relatam que baixos salários, relações interpessoais no ambiente de trabalho e, principalmente, a falta de gestão democrática são também motivos que geram a desmotivação docente. Nóvoa (1991) entende que a "vocação pedagógica" foi associada durante muito tempo a uma "vocação sacerdotal" e, por esse motivo, é uma missão usualmente mal remunerada e pouco valorizada pelo poder público. Nesse contexto nos questionamos: Como provocar professores para participarem de projetos extra classe e formações em seus horários de planejamento e quais seriam os resultados?

A primeira hipótese que levantamos é que a formação inicial dos professores poderá não ter sido tão eficaz. Acreditamos que existam lacunas de ordem teórica e prático pedagógicas que devem ser preenchidas com espaços formativos. Outro ponto que acreditamos ser relevante é que professores deveriam passar constantemente momentos formação continuada revendo seu papel de educador com o objetivo de melhorar a formação cidadã, *omnilateral*, sustentável e cultural.

Nos trabalhos de Bolam e McMahon (2004) e Terigi (2010) a definição de formação continuada é ainda mais ampla. Neste contexto, os autores fazem referência a outras noções, como formação permanente, formação contínua, formação em serviço, desenvolvimento de recursos humanos, aprendizagem ao longo da vida, cursos de formação continuada e discussões sobre educação e avaliação.

O professor deveria por força do ofício manter-se atualizado com os avanços tecnológicos e temas contemporâneos, uma vez que prepara os educandos para a vida e não só para realizar provas e atividades escolares. Sendo assim, é preciso promover espaços para formação continuada que dêem suporte para a atuação desses profissionais (TEIXEIRA, 2001; SOUZA e MANCINI, 2002).

Para Menezes (1996), a formação de um professor é um processo a longo prazo que não se encerra ao fim de sua licenciatura, independentemente de onde e como foi sua formação. Isso ocorre porque a formação docente é um processo complexo para o qual são necessários muitos conhecimentos e habilidades, que não são todos adquiridos no curto espaço de tempo que dura a formação inicial. Cada dia surgem novos problemas, dúvidas e questionamentos que demandam professores preparados e atualizados.

Segundo Shulman (1987), os docentes detêm um conhecimento específico e, portanto são protagonistas de uma construção que o autor denomina “o conhecimento pedagógico do conteúdo” e que deve articular-se e não justapor-se, ou seja, não se separa forma e conteúdo. Assim, quando Shulman descreveu a PCK, sigla em inglês para *Pedagogical Content*

Knowledge, ele tinha a intenção clara de demonstrar aos leitores “[...] a capacidade de um professor para transformar o conhecimento do conteúdo que ele possui em formas pedagógicamente adaptadas ao contexto dos estudantes, levando em consideração as experiências e bagagens dos mesmos” (Shulman, 1987).

Esse conhecimento específico não faz do “professor” um “professor” e sim o coloca como um especialista de algo conhecido por ele. Quando tratamos da palavra professor temos em vista uma pessoa que, além dos conhecimentos específicos das imensas listas de conteúdos obrigatórios, possa também relacionar esses assuntos com as demandas, anseios e necessidades dos educandos. Assim, o professor, além de conhecer os conteúdos, deve ser capaz de conectá-los com os conhecimentos prévios, descritos por Ausebel (2003) como subsunçores. Desta maneira, os alunos terão ciência de que os assuntos abordados em sala de aula são conceitos conhecidos e importantes para a sua formação.

De certa forma, é importante que os docentes tenham a possibilidades de formação permanente, diversificada e de qualidade. Que a formação continuada investigue coletivamente os problemas de ensino-aprendizagem encontrados durante o exercício da profissão. É importante salientar que não são todas as escolas que propiciam momentos de interação e diálogo entre os professores. Existem poucos momentos de discussão e reflexões em grupo. Atividades coletivas com foco na aprendizagem e planejamento de aulas poderiam solucionar os problemas de comunicação e de se pensar atividades interdisciplinares e projetos escolares voltados para o ensino, pesquisa e extensão escolar.

Uma característica do ensino no Brasil é que a carga horária em sala de um professor com contrato de 40 horas em uma escola estadual é de 32 horas, restariam 8 horas para planejar e preparar aulas, corrigir trabalhos e provas, preencher diários, participar de outras atividades, além da sua própria formação. Nesta escola em questão, os professores têm entre 12 e 16 turmas diferentes para trabalhar no decorrer da semana, então, a pergunta que se coloca é: como encorajar professores para participar de atividades de formação extraclasse com foco na discussão interdisciplinar?

Uso de projetos na Educação

A utilização de projetos na educação tem por objetivo fazer as disciplinas conversarem entre si e trazer à tona práticas pedagógicas diversificadas e importantes ao contexto social dos estudantes. O uso de projetos tem o potencial de tirar as disciplinas da inércia de forma que passem a integrar um currículo diferenciado proporcionando uma formação global.

O uso de projetos especialmente os inovadores “provoca” o educando a procurar soluções para eventuais problemas que possam surgir no decorrer do processo. Esta busca leva os alunos a pesquisarem, discutirem e proporem medidas para elucidar estes dilemas.. Grant e Hill (2006) discutem fatores influentes que desempenham um papel em uma pedagogia centrada no aluno. Os autores explicam que os professores devem ser capazes de reconhecer e aceitar mudanças em suas funções e se sentir à vontade com a implementação de novas metodologias pedagógicas. Devem, de forma gradativa, ir migrando para uma maneira diferenciada e construtivista de educação centrada no aluno e não apenas no conteúdo.

A aprendizagem baseada em projetos é um modelo de instrução que se baseia na abordagem construtivista de aprendizagem, o que implica a construção de conhecimento com múltiplas perspectivas, dentro de uma atividade social e permite a autoconsciência de aprender e conhecer (DUFFY e CUNNINGHAM, 1996).

Atualmente, muitos currículos são organizados de forma estritamente conteudistas, voltados à preparação para provas, vestibulares e concursos. Essa visão nos parece ser pouco eficiente frente às demandas e problemas da sociedade contemporânea. Hertzog (2007) afirma que ao trabalhar com projetos os professores sentem dificuldades de acompanhar o currículo

exigido, além disso, preocupam-se em perder o controle e o seu papel ativo sobre os conteúdos. Portanto, nem sempre os professores serão adeptos a essas mudanças.

O trabalho com projetos preconiza uma abordagem construtivista no processo de ensino e aprendizagem. Isso implica experiência em atividades socializadoras, além de uma concepção de que os assuntos serão compreendidos e não apenas supostamente aprendidos. Além disso, é necessário considerar o envolvimento com os alunos, principalmente por eles trabalharem em grupo e em grupo tomarem suas decisões. Por um lado, o fato dos alunos trabalharem em grupos poderia ser o aspecto mais difícil ao lecionar conceitos por projetos (Kapp, 2009). Por outro, Kolodner et al. (2003) entendem que a criação de uma cultura de colaboração em sala de aula faz com que os alunos sintam-se corresponsáveis por ajudar-se mutuamente e essa interação, onde eles erram e com os erros aprendem, torna o processo benéfico.

A este respeito, Meyer *et al.* (1997) enfatizaram a importância de criar um ambiente de sala de aula que suporte o domínio e desenvolva uma visão construtiva do erro. Cometendo erros os alunos podem sentir-se fracassados, dessa forma, a aprendizagem por projetos poderia estimular uma preocupação maior com as falhas dos alunos do que com o sucesso. Assim, trabalhando em colaboração, os alunos iriam experimentar ideias com seus colegas de classe e aprender com os erros. A colaboração é um aspecto importante na educação por projetos e os professores precisam assegurar que o processo resulte em uma experiência positiva e gratificante que melhore a aprendizagem e o desempenho dos alunos.

Atividades que fogem do comum, chamadas anteriormente por diferenciadas podem dar suporte aos professores no momento em que precisam explicar seus conteúdos. Estas atividades subsidiam o profissional a mostrar na prática o porquê ensinar determinados assuntos. A utilização de projetos e atividades extraclasse poderia trazer a realidade e o contexto sociocultural dos estudantes para dentro da sala de aula.

Pensando por esse prisma, Williams e Dixon (2013) citam a jardinagem como atividade agrícola nas escolas, apontando que esse tipo de aprendizagem se alinha com duas tendências recentes de interesse público: o crescimento da consciência para a melhora da saúde, particularmente das crianças; dos alunos passarem mais tempo na natureza. O aprendizado experimental através da jardinagem tem uma ampla variedade de impactos na aprendizagem, incluindo melhora no desempenho em ciências, matemática e artes, além de outros resultados, como aumento da preferência por frutas e vegetais, desenvolvimento pessoal, cooperação e consciência ambiental (Parmer et al., 2009; Williams e Dixon, 2013).

Outro exemplo de atividade agrária que vem sendo utilizada na educação é a aquaponia. Hart et al. (2013) citam que o uso da aquaponia na educação parece estar atraindo atenção dos educadores, baseados no número de escolas nos Estados Unidos, Europa e Ásia utilizando sistemas aquapônicos, além de sua incidência crescente nas buscas na internet e em artigos. Esse interesse se deve à interação entre educação científica e o funcionamento em si do sistema (Hart et al., 2013). Uma vez que o funcionamento da aquaponia incorpora o conhecimento de uma variedade de assuntos, incluindo agricultura, biologia, engenharia, nutrição, química e tecnologia (Genello et al., 2015). Esse sistema poderá ser empregado em escolas públicas para subsidiar a aplicação de aulas práticas para diversas disciplinas. Neste artigo, enfatizaremos o acompanhamento das disciplinas de biologia, química, matemática e física.

De acordo com estudos de Wardlow et al. (2002), a operação de um sistema aquapônico incorpora conhecimentos de uma variedade de disciplinas, incluindo biologia, química, nutrição, engenharias, agricultura, além da tecnologia envolvida, oferecendo aos educadores a oportunidade de reunir esses conhecimentos de maneira interdisciplinar nos seus planos de aula. No interior da região amazônica o cotidiano de vida dos alunos está

diretamente ligado ao contexto do projeto, onde as famílias produzem parte de seus alimentos e ainda tem uma íntima ligação com a água e os peixes.

O consumo per capita de pescado por ano, por exemplo, na região Norte do Brasil é muito acima da média nacional, gira em torno de apenas 10 kg/ano (ANUÁRIO BRASILEIRO DA PESCA E AQUICULTURA, 2014). Santos (2004) menciona um consumo de até 500 g de peixe por dia e a comercialização de 40% da pesca realizada no rio Solimões/Amazonas, sendo 60% da captura direcionada a subsistência. Este fato torna a produção de pescado muito importante, uma vez que os estoques naturais estão cada vez mais escassos. Em contrapartida, o consumo de hortaliças é baixo em relação às outras regiões do País, o que se deve ao fato do hábito alimentar da população não incluir esses alimentos em sua dieta. Porém, cada vez mais a população das cidades procura por alimentos mais saudáveis e frescos tornando a produção de hortaliças uma atividade em expansão com grande potencial para ser produzida em sistemas integrados como a Aquaponia. Portanto, além de produzir pescados e hortaliças de forma sustentável e a baixo custo, o projeto ainda poderá despertar nos envolvidos um espírito empreendedor e, em um futuro próximo, transformar a vida das pessoas.

Pensando em minimizar as dificuldades anteriormente apresentadas na escola e tornar possível a utilização de ferramentas didáticas pelos professores, propusemos um projeto unindo experiências de outros pesquisadores à Aquaponia inserida no contexto escolar para ser utilizada como um laboratório, principalmente para as disciplinas de física, matemática, química e biologia.

Metodologia

Neste artigo optamos por uma abordagem de natureza metodológica qualitativa, na qual as falas obtidas durante as entrevistas e diálogos foram transcritas e as enunciações serão aqui relatadas. A opção por esta metodologia se dá por ser um processo indutivo que visa compreender os fenômenos ocorridos de maneira multidimensional, para isso descreveremos detalhadamente cada passo da pesquisa objetivando o entendimento dos processos envolvidos, as características dos atores e os resultados obtidos durante a pesquisa.

O local escolhido para a realização deste trabalho foi uma escola estadual de nível médio, que funciona em dois turnos, matutino e vespertino, com aproximadamente 890 alunos, divididos em 27 turmas de primeiro, segundo e terceiro ano do ensino médio. Os alunos que frequentam a escola são dos bairros periféricos à sede do município e da zona rural. Esta escola não dispõe de laboratórios de ciências e matemática. Esse foi um dos motivos pelos quais escolhemos implantar o projeto nesta instituição. Outro fato relevante na opção por essa escola seria a presença dos alunos do Programa de Iniciação a Docência (PIBID), ligados à Universidade Federal do Amazonas. Nesta escola já estávamos realizando um projeto macro previamente aprovado e financiado pela Fundação Carlos Chagas ligada à Fundação Unibanco, através da implantação de um sistema aquapônico que seria utilizado para a realização de aulas práticas com os alunos do ensino médio, visando obter informações sobre os efeitos do uso de projetos sobre o processo ensino aprendizagem e proporcionar o empoderamento feminino nas disciplinas das ciências exatas e naturais.

Os participantes da pesquisa foram os professores das disciplinas de matemática, química, física e biologia, efetivos e contratados, com cargas horárias variando de 20 a 40 horas semanais, todos com licenciatura nas áreas específicas e alguns deles com mestrado ou pós-graduação na área.

A proposta de se realizar este trabalho foi apresentada aos professores no início do ano letivo de 2016, momento em que recebemos a confirmação de que nosso projeto havia sido

aprovado e seu recurso já estaria liberado. Para gerar dados para as análises e implementar as atividades previstas na pesquisa as atividades foram divididas por fases.

A primeira fase foi chamada de *sensibilização*, na qual os professores foram divididos por eixos: 1 (matemática e física) e 2 (química e biologia), de acordo com o horário previsto para planejamento de atividades dos professores na escola. Foram realizadas quatro reuniões no início do ano letivo de 2016, duas no período da manhã e duas reuniões no período da tarde, ambas com os professores dos eixos 1 e 2. Essa divisão foi realizada para atender os horários disponíveis dos professores, visto que parte deles só permaneciam nesta escola em um dos períodos.

Nesta fase apresentamos os conceitos de Aquaponia, mostrando a eles como um sistema funciona, as diferentes formas em que ele pode se apresentar, os usos da Aquaponia pelo mundo e alguns resultados de pesquisas realizadas onde o sistema foi utilizado, discutindo com os professores de cada área onde a Aquaponia poderia se inserir para contribuir na formação dos alunos do ensino médio.

Após a apresentação, os professores tiveram a oportunidade de discutir sobre o tema com o pesquisador, tirar dúvidas e propor ideias para a realização deste projeto (Figura1). Ao fim da reunião, propomos aos professores que cada um fizesse um plano de ação para utilizar o sistema de aquaponia em sua disciplina. Combinamos o prazo de 15 dias para que os planos fossem produzidos.



Figura 1. Reunião de apresentação da proposta aos professores.

Fonte: SOUZA, 2016.

Ao fim deste prazo, apenas dois professores entregaram a proposta. Como estávamos no início do ano letivo, muitas atividades de planejamento foram elencadas pelos professores como prioritárias, sendo assim, um novo prazo foi estipulado em comum acordo com os professores, prolongamos por mais 15 dias a data de entrega. Nove dos dez professores convidados entregaram as suas propostas e assim iniciamos as discussões. Realizamos um planejamento para implantação e execução das atividades.

Antes de começarmos a executar os planos de ação os professores responderam a um questionário e foram entrevistados pelo pesquisador a fim de caracterizar o seu perfil. Nesta caracterização, os professores responderam questões relativas à carga horária, formação acadêmica, tempo de formação, se possuíam cursos de pós-graduação e suas principais dificuldades em sala de aula.

Após a implantação do sistema aquapônico na escola os professores foram informados que poderiam iniciar as atividades propostas nos planos. Essa ação que ocorreu no início do segundo semestre do ano letivo de 2016. Em uma nova reunião de planejamento, estipulamos um cronograma semanal para que os professores pudessem planejar suas aulas práticas no sistema aquapônico e para não conflitar horários de uso do sistema. Assim, cada turma teria a oportunidade de visitar e utilizar o sistema sem que outras turmas estivessem visitando.

Como existia um planejamento e um cronograma pré-determinado, o pesquisador acompanhava as aulas dos professores, registrando áudio, vídeo, fotos e fazendo anotações em seu diário de campo. Além disso, entrevistamos os professores no final do ano letivo, após todos terem ministrado suas aulas no sistema de Aquaponia, com o objetivo de extrair informações e inferir se o uso do sistema poderia ser empregado nas escolas como apoio didático para aulas práticas na área de ciências.

Resultados

Os resultados estão divididos em partes para o melhor entendimento do leitor. Inicialmente, apresentamos o perfil dos professores participantes da pesquisa e suas principais dificuldades para a utilização de atividades extra classe em seu cotidiano. Em um segundo momento, é apresentado aos leitores as propostas de atividades práticas utilizando o sistema aquapônico como ferramenta auxiliar para apresentação de conteúdos obrigatórios nos planos de ensino destes professores. E, por fim, as impressões, críticas e sugestões dos professores referentes a utilização de projetos nas atividades acadêmicas funcionando como facilitador do processo.

É importante ressaltar que todos os professores das disciplinas de biologia, química, matemática e física foram convidados para responder um questionário, no entanto, nem todos os professores devolveram este questionário preenchido. Nove professores responderam e concordaram em participar, autorizando o uso os dados coletados para publicação (Quadro 1). Informamos aos professores que durante a comunicação da pesquisa suas identidades seriam preservadas.

Perfil dos professores

Os resultados das entrevistas com os docentes envolvidos no projeto retratam a dificuldade de trabalho interdisciplinar e projetos integrados na escola, sete dos nove professores participantes relataram que possuíam outro emprego além da escola, sete dos nove possuem mais de 5 anos de experiência em docência, 4 professores são efetivos/concursados pela secretaria de educação do estado, um é contratado por 40 horas e quatro são contratados nesta escola para ministrar 20 horas aula. Seis dos nove professores possuem pós graduação na área de formação. Dentre as principais dificuldades apresentadas por eles a falta de tempo para preparar aulas era a principal dificuldade enfrentada pelos professores, a indisciplina foi citada por 6 dos nove professores, falta de organização institucional, excesso de atividades extra classe, local inadequado para atividades práticas, falta de compromisso e pontualidade dos alunos e desinteresse foram citados com outros fatores que dificultam a regência por parte dos professores.

Garcia (1999) descreve que a indisciplina reflete o descontentamento dos alunos e precisa ser analisado para além do rótulo de indisciplina, e ser pensado com expressão de uma consciência social em formação. Podemos observar que os professores relatam não ter tempo suficiente para preparar atividades, planejar aulas e conseqüentemente desenvolvê-las. Golba (2009) entende que o descontentamento dos alunos se dá pelo fato das aulas serem pouco planejadas e desinteressantes. A carência de um local para ministrar aulas práticas e realizar pesquisas foi salientada pelos professores.

Lapo e Bueno (2003) encaram que os principais fatores que desmotivam os professores são a baixa remuneração, aliada as péssimas condições de trabalho, o aparecimento de um emprego mais rentável, falta de tempo para concluir estudos, a falta de perspectiva de crescimento profissional e a falta de perspectiva quanto as mudanças no sistema educacional. Em nossos resultados o fator “baixa remuneração” não foi relevante, porém, metade dos professores trabalham 60 horas semanais. Este fato reflete a baixa remuneração da profissão, fazendo com que os professores tenham que buscar alternativas de subsistência e manutenção familiar, gerando a impossibilidade de preparar e planejar suas atividades.

Os professores relataram dificuldades de trabalhar de forma interdisciplinar, visto que os colegas não tem tempo para planejar e realizar quaisquer atividades. Também apontam que os conteúdos obrigatórios exigidos pela Secretaria de Educação do Estado do Amazonas são intermináveis. Este fato é exposto por Klein (2001) que ressalta a dificuldade pedagógica em se trabalhar de forma interdisciplinar. Neste artigo, o autor relata que não se faz interdisciplinaridade sem os professores terem sido preparados para tal ação. Já Lenoir (2001) entende que a interdisciplinaridade dentro de sala de aula deve fazer parte do projeto político pedagógico da escola, e que a escola deverá favorecer essas atividades. Sendo assim, não basta apenas os professores desejarem realizar atividades em conjunto, mas, os planos de ensino de cada disciplina deverão ser pensados em conjunto, afim de que as disciplinas possam se aproximar cada vez mais.

No trabalho realizado por Gaspari et al. (2006), os autores relatam que provavelmente a falta de concentração, muitas vezes chamada de indisciplina, ocorre pelo fato dos conteúdos não serem atrativos aos alunos, o ensino tradicional não favorece a vontade de prestar atenção e se concentrar nos assuntos ministrados pelos professores. Neste trabalho os autores, ao entrevistar os professores, relatam que a falta de materiais contribui para o não aproveitamento satisfatório da disciplina.

Propostas de atividades utilizando o sistema aquapônico

A segunda parte dos resultados será apresentar os planos de aula produzidos por alguns destes professores envolvidos na pesquisa utilizando a Aquaponia como ferramenta didática e, em seguida, será apresentado o que foi possível os professores executarem.

Inicialmente, percebemos uma resistência por parte dos professores em “embarcar” nesta empreitada de utilizar projetos para fins educativos. Os motivos já foram relatados, porém percebemos na entrevista final que os professores não se motivaram a participar porque a proposta inicial de realizar o projeto não partiu deles, e sim de um pesquisador externo ao contexto educacional. Os professores não tiveram a “opção” de escolher se iriam ou não participar, a escola “recomendou” que eles participassem. Avaliando os pressupostos filosóficos envolvidos em um projeto de pesquisa-ação como a participação engajada dos participantes e a relação entre o problema e suas possíveis soluções, notamos que a participação na concepção e elaboração do projeto e do problema foram os principais desmotivadores relacionados a não adesão voluntária ao projeto. Mesmo com estes percalços após o início do projeto, sua implantação e início das atividades, a abordagem dada pelo pesquisador e seus colaboradores fizeram com que os professores se interessassem em utilizar o sistema e participar de forma efetiva na condução e realização das propostas.

As propostas feitas pelos professores foram agrupadas por áreas e os professores se reuniram para juntos pensar na execução das ações (Quadro 1).

Quadro 01. Propostas dos professores para a utilização do sistema Aquapônico na sala de aula.

Disciplina	Proposta inicial	Proposta Apresentada
Biologia	<p>Comparar a estrutura e o funcionamento dos diferentes tipos de tecidos, identificando-os e compreendendo sua estrutura (1º ano ensino médio).</p> <p>Embriologia vegetal e animal, reprodução dos seres vivos, fases dos anexos embrionários e gametogênese (2º ano ensino médio).</p>	<p>Foi repensada uma nova proposta devido a falta de tempo para preparo das atividades, falta de lupas e microscópios e muito conteúdo obrigatório a ser apresentado durante o ano letivo.</p> <p>Uma nova proposta pautou-se em discorrer sobre hibridação dos animais e vegetais. As aulas foram ministradas para turmas de 1º a 3º ano do ensino médio, em parceria com os alunos bolsistas PIBID. Estes produziram um material didático composto por um cartaz impresso com diversas figuras (Figura 1) e apresentaram aos alunos os principais benefícios de se utilizar a hibridação na agricultura e zootecnia. Estas aulas ocorreram entre os meses de outubro e novembro de 2016.</p>
Matemática	<p>Relacionar a matemática com o sistema aquapônico, utilizando conceitos de geometria plana, cálculo de área, perímetro de figuras geométricas presentes no sistema, calcular o volume das caixas d'água e filtros (2º e 3º anos ensino médio).</p>	<p>Não houve alteração.</p>
Física	<p>Observar trocas de calor, temperatura e energia interna. Medidas de temperatura, escalas termométricas relação entre as escalas e escalas arbitrárias (2º ano ensino médio).</p> <p>Conceitos de dilatação térmica, área superficial, óptica e empuxo; Eletricidade (3º ano ensino médio).</p>	<p>Não houve alteração.</p>
Química	<p>Ciclo dos nutrientes, função do nitrogênio, fósforo e potássio para os vegetais, formas de produção de amônia e nitrito dentro do sistema (1º ano ensino médio).</p> <p>Conceito de poder tampão utilizando o sistema e as variações do pH no decorrer dos dias (2º ano ensino médio).</p> <p>Biomoléculas, principalmente a proteína e seus subprodutos excretados pelos peixes (3º ano ensino médio).</p>	<p>As aulas de química para os alunos de primeiro ano foram ministradas no entorno do sistema aquapônico. Nesta aula prática, o professor apresentou o sistema aos alunos, explicou o funcionamento do filtro biológico, do tanque de produção de organismos aquáticos e a bancada de produção de hortaliças. Em seguida, utilizando um kit de análise de água, o professor demonstrou como se realizam análises de pH e amônia pelo método colorimétrico e explicou aos alunos sua importância e sua influência no sistema de Aquaponia. Para as turmas de terceiro ano as aulas foram divididas em duas partes, a primeira teórica, onde foram apresentados os compostos derivados de uma molécula de proteína e as biomoléculas orgânicas. Após essa parte, os alunos foram conduzidos até o sistema aquapônico onde tiveram a oportunidade de verificar na prática a influência do filtro biológico no sistema e realizaram análises de água, mitigando os níveis de nitrito e amônia na água do sistema.</p>

As aulas de biologia propostas pelos professores foram repensadas, pois, no momento da elaboração da proposta não foi levado em conta à falta de materiais e condições para executar a atividade inicial. Aos olhos do pesquisador a alteração da proposta inicial foi bem aceita, uma vez que os professores, juntamente aos alunos PIBID que os acompanhavam, poderiam executar as ações. A apresentação feita pelos alunos PIBID foi avaliada por nós

como muito positiva, uma vez que prendeu a atenção dos alunos e ainda trouxe assuntos ligados ao contexto de vida dos alunos, mostraram aos alunos das três séries do Ensino Médio os principais cruzamentos e híbridos utilizados na produção animal, demonstraram as principais vantagens e motivos para realizar os cruzamentos e ainda discutiram sobre o ciclo de nitrogênio, os componentes produzidos pelas excretas dos peixes e sua transformação realizada pelas bactérias nitrificantes (Figura 2).



Figura 2. Apresentação do sistema Aquapônico aos alunos do ensino médio.
Fonte: Souza, 2016.

Nas aulas da disciplina de matemática ocorreram de acordo com o planejado. Os professores das turmas de segundos e terceiros anos conduziram os alunos até o sistema aquapônico instalado na escola e, com o auxílio de bolsistas PIBID de matemática, apresentaram a Aquaponia aos alunos e, em seguida, com auxílio de régua e trena, iniciaram a parte prática da aula. Alguns alunos nunca haviam tido a experiência de utilizar a trena e não tinham ideia de como se fazia para determinar a área de um determinado terreno. Avaliamos como muito proveitosa a atividade realizada uma vez que os alunos vivenciaram o cotidiano de um sistema de produção aliando prática e teoria em uma mesma aula.

As aulas de física foram muito dinâmicas, os professores conduziram seus alunos até o sistema aquapônico no horário de suas aulas e explicaram na prática o conceito de empuxo utilizando uma garrafa pet e um pedaço de isopor. Para o cálculo de consumo de energia, a bomba e o compressor de ar utilizado para abastecer o sistema aquapônico foram retirados e suas potências anotadas. Em seguida, os alunos calcularam e verificaram o consumo mensal para cada equipamento.

Nossa percepção sob as ações realizadas pelos professores de química baseou-se na proposta inicial e ação executada. Na proposta inicial os professores realizariam as atividades integralmente, porém não foi possível que isso ocorresse. Para conseguirmos que os professores realizassem as atividades tivemos que nos propor a contribuir realizando parte das ações. Ministramos as aulas para os alunos do terceiro ano, relativas às biomoléculas orgânicas e, após a apresentação teórica, apresentamos aos alunos o sistema de produção aquapônico. Na oportunidade as turmas conheceram o funcionamento do sistema e seus componentes.

Percepção dos professores quanto ao projeto

Ao final das atividades os professores foram entrevistados sobre suas percepções a cerca do projeto. Os professores avaliaram positivamente a iniciativa de inserir no contexto escolar o uso de projetos para dar suporte às atividades de sala de aula. Também observaram que a Aquaponia poderá ser utilizada nas disciplinas de matemática, física, química e, principalmente, biologia. Além disso, o sistema, se empregado de forma interdisciplinar, contribuirá muito para o ensino de ciências nas escolas públicas.

A proposta de implantação do sistema trouxe uma oportunidade de formação continuada aos professores desta escola e gerou debates sobre o uso de projetos na educação. Na percepção dos professores os alunos ficaram muito interessados durante as aulas práticas nas quais se utilizou o sistema. Os professores relataram que nas aulas teóricas os alunos não demonstram o interesse pelo assunto debatido, como o que foi apresentado nas aulas práticas. Isso durante as aulas também foi percebido pelos pesquisadores.

O principal ponto positivo analisado foi que os professores tiveram a oportunidade de discutir as ações após a apresentação da proposta. Cada um deles pode elaborar seu plano, pensar nas propostas e apresentar suas aulas nos dias e horários definidos por eles.

A principal crítica ao projeto implantado na escola foi que os professores tinham poucas oportunidades de utilizar o sistema durante suas aulas. Este fato se deu devido aos inúmeros assuntos cobrados nas ementas das disciplinas, muitas vezes impossíveis de serem ministrados devido à restrição de carga horária, e às diversas atividades extraclasse distribuídas durante o ano letivo, como dia da família, desfiles cívicos, festas escolares, entre outras.

Outro problema relatado pelos professores foi a respeito da concepção do projeto, uma vez que eles se referiram ao fato de não terem tido a oportunidade de opinar durante a sua elaboração e foram convidados a participar de algo que não conceberam. Este fato inicialmente interferiu no andamento do processo, pois, sentimos uma resistência dos professores em contribuir na execução da proposta. Isso nos deixou claro que a abertura ao diálogo na construção de propostas pedagógicas na escola deve partir do coletivo.

Considerações Finais

A tarefa de relatar sobre a formação de professores e seus impactos na relação de ensino aprendizagem não é fácil, muitos fatores estão diretamente ligados ao sucesso ou insucesso destas ações. A relação entre carga horária dos professores com a qualidade do ensino foi percebida neste estudo, uma vez que muitas ações não foram executadas como planejadas por conta desta relação de acordo com o relato dos docentes.

Avaliando os resultados obtidos, concluímos que na escola estudada os principais problemas estão relacionados à disponibilidade de tempo por parte dos professores uma vez que trabalham em outras escolas no contra turno. Isso refletiu no tempo de planejamento e execução das atividades propostas. A indisciplina ou falta de interesse dos alunos pode estar relacionada com a falta de planejamento para as atividades.

As avaliações finais dos professores após as aulas utilizando o sistema foram positivas, refletindo a importância de atividades que fogem do cotidiano da sala de aula. Percebemos que estas aulas diversificadas prendem a atenção dos alunos e os motivam a interagir com os professores.

Refletindo sobre a participação dos professores, percebemos que a não participação na elaboração ou concepção da proposta pode ter sido determinante na adesão inicial do projeto. Projetos idealizados em grupo tendem a ser mais bem aceitos pelos grupos refletindo as teorias da pesquisa-ação, onde as ideias são concebidas em grupo e os resultados mais efetivos.

A parceria entre a Universidade, o Instituto Federal e a escola mostrou-se muito importante para a condução deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- ANUÁRIO DE BRASILEIRO DA PESCA E AQUICULTURA. Associação Cultural e Educacional Brasil-ACEB. 1º. 1ST Brazilian Fishery and Aquaculture Yearbook, 2014.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Paralelo, 2003.
- BOLAM, R.; MCMAHON, A. Literature, definitions and model: towards a conceptual map. In: DAY, C. (Ed.). **International Handbook on the Continuing Professional Development of Teachers**. Berkshire: McGraw-Hill Education, 2004. vol. 33-60.
- BINKERD, C.L.; MOORE, M.D. Women/minorities in computer science: where are they? No attention no retention. **Journal of Computing Sciences in Colleges**, v. 17, n. 5, April, 2002.
- CARVALHO, A.M.P. de; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências**. São Paulo: Cortez, 1993.
- DUFFY, T. M.; CUNNINGHAM, D. J. Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction. In: JONASSEN, D. H. (Ed.). **Handbook of research for educational communications and technology**. New York: Macmillan, 1996. p. 170–98.
- GARCIA, J. Indisciplina na escola. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n. 95, p. 101-108, 1999.
- GASPARI, T. C.; SOUZA JUNIOR, O.; MACIEL, V.; IMPOLCETTO, F.; VENANCIO, L.; ROSÁRIO, L. F.; DARIDO, S. C. A realidade dos professores de Educação Física na escola: suas dificuldades e sugestões. **Revista Mineira de Educação Física**, v. 14, n. 1, p. 109-37, 2006.
- GENELLO, L.; FRY, J. P.; FREDERICK, J. A.; LI, X.; LOVE, D. C. Fish in the classroom: A survey of the use of aquaponics in education. **European Journal of Health & Biology Education**, v. 4, n. 2, p. 9–20, 2015.
- GOLBA, M. A. M. Os motivos da indisciplina na escola: a perspectiva dos alunos. In: IX CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, EDUCERE, 9, 2009, Cuiabá. **Anais...** PUC – PR, 2009
- HART, E. R.; WEBB, J. B.; DANYLCHUK, A. J. Implementation of aquaponics in education: An assessment of challenges and solutions. **Science Education International**, v. 24, n. 4, p. 460–480, 2013.
- HERTZOG, N. B. Transporting pedagogy: Implementing the project approach in two first-grade classrooms. **Journal of Advanced Academics**, v. 18, n. 4, p. 530–64, 2007.
- KAPP, E. Improving student teamwork in a collaborative project-based course. **College Teaching**, v. 57, n. 3, p. 139–43, 2009.

KLEIN, J. T. Ensino interdisciplinar: didática e teoria. In: FAZENDA, I. C. A. (Org.). **Didática e interdisciplinaridade**. 6 ed. Campinas: Papirus, 2001, p.109-132.

KOLODNER, J. L.; CAMP, P. J.; CRISMOND, D.; FASSE, B.; GRAY, J.; HOLBROOK, J.; PUNTAMBEKAR, S.; RYAN, M. Problem-based learning meets case-based reasoning in the middleschool science classroom: Putting Learning by Design™ into practice. **The Journal of the Learning Sciences**, v. 12, n. 4, p. 495–547, 2003.

LAPO, F. R.; BUENO, B. O. Professores, desencanto com a profissão e abandono do magistério. **Cadernos de pesquisa**, n. 118, p.65-88, março, 2003.

MEYER, D. K.; TURNER, J. C.; SPENCER, C. A. Challenge in a mathematics classroom: Students' motivation and strategies in PBL. **The Elementary School**, v. 97, n. 5, p. 501–21, 1997.

MENEZES, L. C. (Org.). **Formação continuada de professores de ciências no contexto ibero-americano**. Campinas: Autores Associados: NUPES, 1996. 170 p.

NÓVOA, A. A formação contínua entre a pessoa-professor e a organização-escola. **Inovação**, v. 4, n. 1, p. 63-76, 1991.

PARMER, S. M.; SALISBURY-GLENNON, J.; SHANNON, D.; STRUEMLER, B. School gardens: An experiential learning approach for a nutrition education program to increase fruit and vegetable knowledge, preference, and consumption among second-grade students. **Journal of Nutrition Education and Behavior**, v. 41, n. 3, p. 212–217, 2009.

SANTOS, M.T. **Iniciativas de desenvolvimento sustentável das comunidades do Rio Amazonas/Solimões**. Manaus: ProVárzea/Ibama. 28p. 2004.

SOUZA, N.C.; MANCINI, G.C. O uso de recursos da internet na capacitação de professores. In: ENCONTRO “PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA” (EPEB), 8., 2002, São Paulo. **Coletânea do VIII EPEB**, São Paulo: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2002. p. 46.

SHULMAN, L. S. Those Who understand: knowledge growth in teaching. **Education Researcher**, v. 15, n. 2, 1986.

TEIXEIRA, P. M. M. Reflexões sobre o Ensino de Biologia realizado em nossas escolas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 3., 2001, Atibaia. **Anais...** São Paulo, 2001. 1 CD.

TERIGI, F. **Desarrollo profesional continuo y carrera docente en América Latina**. Desarrollo profesional continuo y carrera docente en América Latina. Serie Documentos de trabajo, n. 50, 2010.

WARDLOW, G.; JOHNSON, D.M.; MUELLER, C.L.; HILGENBERG, C.E. Enhancing student interest in the agricultural sciences through aquaponics. **Journal of Natural Resources and Life Science Education**, v. 31, p. 55-58, 2002.

WILLIAMS, D. R.; DIXON, P. S. Impact of garden-based learning on academic outcomes in schools: Synthesis of research between 1990 and 2010. **Review of Educational Research**, v. 83, n. 2, p. 211–235, 2013.