

Proposta metodológica de ilha interdisciplinar de racionalidade: um estudo a partir da temática calagem do solo em uma escola rural

RESUMO

Marcela de Fátima Vilamfvillaa@gmail.comorcid.org/0000-0002-3152-7724

Secretaria de Educação do Estado do Paraná, (SEED/PR), Rosário do Ivaí, Paraná, Brasil

Fabiele Cristiane Dias Broiettifabieledias@uel.brorcid.org/0000-0002-0638-3036

Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brasil

Natany Dayani de Souza Assainatanyassai@id.uff.brorcid.org/0000-0002-0851-9187

Universidade Federal Fluminense (UFF), Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil

Este artigo apresenta resultados de uma proposta metodológica desenvolvida em uma escola rural abordando o tema calagem e pH do solo. Destaca-se como objetivo central do estudo apresentar resultados de uma proposta de ilha interdisciplinar de racionalidade (IIR) elaborada a partir da temática calagem e pH do solo, visando desenvolver nos estudantes atributos para uma Alfabetização Científica e Técnica (ACT). A metodologia da IIR para o desenvolvimento da ACT é uma proposta do autor Gérard Fourez, tendo como base de direcionamento ações de negociação e o desenvolvimento de habilidades para a efetivação de atributos de autonomia, comunicação e domínio. O desenvolvimento da proposta se deu em uma turma de segundo ano do Ensino Médio, pertencente a um curso técnico profissionalizante em agropecuária, de uma escola rural do norte do Paraná. Os dados foram coletados por meio de anotações em caderno de campo e mediante o preenchimento de uma ficha de observação das etapas da IIR, sinalizando os atributos pretendidos. Mediante as análises, notou-se uma evolução dos conceitos científicos relacionados à temática, da primeira etapa em comparação com a última etapa, além de evidências relacionadas aos atributos esperados. Neste contexto, compreende-se que a metodologia IIR proposta foi eficiente na promoção de uma ACT, por ampliar conhecimentos do conteúdo, além do desenvolvimento de aspectos relativos à autonomia, melhora na comunicação e domínio na resolução e discussão da temática por parte dos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Alfabetização Científica e Técnica (ACT). Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR). Química. Calagem do Solo.

INTRODUÇÃO

Nenhum contexto escolar é igual ao outro e, referindo-se a uma escola rural, são inúmeras as particularidades que a diferenciam de uma escola urbana. Os documentos orientadores da prática docente, o currículo escolar, o contexto local, as dificuldades de acesso dos alunos e professores, e imprevistos de mobilidade, são alguns exemplos dessas especificidades. No artigo 28 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) 9.394/96, fica estabelecido:

Art. 28. Na oferta de educação básica para a população rural, os sistemas de ensino promoverão as adaptações necessárias à sua adequação às peculiaridades da vida rural e de cada região, especialmente:

I – conteúdos curriculares e metodologias apropriadas às reais necessidades e interesses dos alunos da zona rural;

II – organização escolar própria, incluindo adequação do calendário escolar às fases do ciclo agrícola e às condições climáticas;

III – adequação à natureza do trabalho na zona rural. (BRASIL, 2017, p.21)

A escola na qual desenvolvemos a pesquisa segue a Pedagogia da Alternância, tendo como propósito articular o processo de ensino à realidade das comunidades agrícolas. Segundo Pessoti (1995), a Pedagogia da Alternância é um método que articula prática e teoria, alternando o ensino entre escola e comunidade, tendo os alunos seus dias letivos divididos em semanas de Tempo-Escola (TE) e Tempo-Comunidade (TC). O TE é a semana em que os alunos, em ambiente escolar, entram em contato em tempo integral com disciplinas da grade básica do Ensino Médio e da grade técnica do curso profissionalizante. Já o TC consiste na semana em que estes retornam para suas casas, em sua comunidade rural, assentamento ou propriedade, e colocam em prática ações como o projeto de estágio, um trabalho exigido para a conclusão do curso referente à parte técnica.

Esta pesquisa foi realizada em uma escola rural que dispõe do Ensino Médio Profissionalizante, com oferta do curso Técnico em Agropecuária. Dada a especificidade do contexto em questão, em conversa com estudantes e professores foram identificadas dificuldades relacionadas aos conceitos científicos discutidos nas disciplinas técnicas da área profissionalizante e disciplinas da grade curricular básica (em especial, Química e Biologia).

Considerando tais informações, em muitos casos quando o aluno não tem domínio dos conceitos científicos, não consegue acompanhar de maneira satisfatória as aulas, perdendo o interesse e a motivação. Nesta perspectiva, como possibilitar que os estudantes interajam cientificamente com as transformações que ocorrem ao seu redor, relacionando as teorias estudadas à realidade em que vivem? Essa e outras inquietações nos conduziram aos estudos de Gérard Fourez (1997, 2003, 2008), principalmente no que diz respeito à Alfabetização Científica e Técnica (ACT).

De acordo com os trabalhos desse autor, a ACT é uma “estratégia pedagógica e epistemológica” que tem como intuito desenvolver uma educação científica, a partir de um projeto no qual os estudantes têm participação ativa na construção do conhecimento (FOUREZ et al., 1997; MILARÉ, DELGADO, ORZARI, 2019). Comumente, parte-se de uma situação-problema que pode ser entendida como uma dúvida de interesse comum de um grupo, uma problemática real para a qual

se espera desenvolver respostas a questionamentos derivados, ou compreender saberes que ainda não foram apreendidos em um nível científico.

O indivíduo alfabetizado técnico-cientificamente é aquele que tem autonomia, comunicação e domínio ao se deparar com determinado assunto. Tais ações e atitudes resultam do desenvolvimento da capacidade de negociação, da postura e tomada de decisão frente aos desafios, de um forte domínio de saberes interdisciplinares e da responsabilidade perante as situações propostas ou de vivência (FOUREZ et al., 1997; BETTANIN, 2003).

Dessa forma, quando o estudante é desafiado a resolver algo, cada problema a solucionar exigirá um aperfeiçoamento maior do conhecimento, por meio de um aprimoramento de saberes científicos e do domínio de conceitos interdisciplinares. Objetivando desenvolver atributos para uma Alfabetização Científica e Técnica (ACT), Fourez sugere a utilização de uma metodologia de aplicação interdisciplinar, a qual denominou Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR). Esta metodologia, geralmente desenvolvida no formato de projeto, origina-se de uma temática investigativa de abrangência conceitual (sem divisão disciplinar) proposta pelos envolvidos. A base dessa metodologia é a negociação realizada pelos alunos em escolhas, ações e tomadas de decisão no direcionamento na IIR. (PINHEIRO et al., 2000; FOUREZ et al., 1997; BETTANIN, 2003)

Nessa perspectiva, a presente investigação partiu de alguns aspectos preliminares oriundos do contexto investigativo, delimitando como objetivo central do estudo apresentar resultados de uma proposta de IIR elaborada a partir da temática calagem e pH do solo, visando desenvolver nos estudantes atributos para uma ACT.

APORTE TEÓRICO

A Alfabetização Científica e Técnica (ACT) e a metodologia da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) são, complementarmente, contribuições fourezianas. A proposta de ACT surge da necessidade de desenvolver uma certa familiaridade com relação às ciências e à tecnologia para viver no mundo de hoje. Por outro lado, surge também como uma resposta à crise do ensino tradicional das ciências, que se mostra ineficiente, principalmente para os estudantes que não seguem uma carreira científica. Nesse sentido, consideramos a ACT como uma tentativa de renovação do ensino de ciências, bastante atraente e promissora (BETTANIN, 2003, p.28).

Nessa perspectiva, granjear os conhecimentos científicos implica que o estudante compreenda as transformações que ocorrem ao seu redor, relacionando o conhecimento empírico ao de observação. A ACT, no viés proposto por Fourez (1997, 2003), remete à construção do conhecimento teórico/prático e suas aplicações tecnológicas, permitindo que, por meio dos atributos adquiridos, o estudante desenvolva autonomia, domínio e comunicação para compreender, interpretar e discutir, argumentativamente, implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas.

Dessa forma, reforça-se a importância de o estudante estar comprometido com o processo de aprendizagem, uma vez que, segundo Fourez et al. (1997,

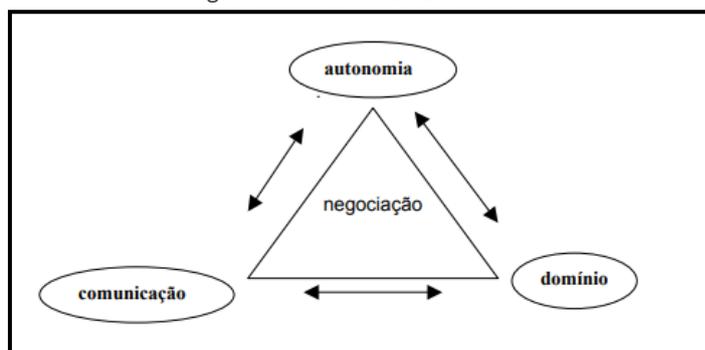
p.106), o conhecimento é adquirido quando o indivíduo é capaz de construir representações do mundo recorrendo a saberes antes assimilados, e desta forma produzir “representações teóricas” do seu entendimento sobre o tema. As representações teóricas empregadas pelo autor seriam resultantes do entendimento da generalidade de um tema específico, em que por este domínio de saberes o indivíduo consegue fazer escolhas e tomar decisões.

Promover a ACT caracteriza contemplar outros objetivos para além do campo conceitual, tais como: os humanistas (capacidade de utilizar as ciências para decodificar o mundo, ou seja, participar da cultura), os ligados ao social (diminuição das desigualdades) e os ligados ao econômico e político (participação na produção de um mundo industrializado e reforço do potencial tecnológico e econômico) (FOUREZ, 2003).

A IIR apresenta-se como uma possível metodologia para desenvolver atributos esperados em uma ACT, por possibilitar englobar um tema de forma ampla, interligando diversas disciplinas. Assim, é possível desenvolver saberes e conteúdos específicos de cada disciplina, necessários para o entendimento e resolução do problema em questão.

Bettanin (2003) destaca que um dos principais ideais fourezianos sobre ACT é trabalhar o conhecimento científico de modo a desenvolver a capacidade de negociação, que é a base de estruturação para o desenvolvimento de atributos. Esses atributos são resultantes de habilidades desenvolvidas que nada mais são que ações e atitudes esperadas de realização, para efetivação e comprovação de características de uma referida temática. A capacidade de negociação desenvolve habilidades que são classificadas como critérios de efetivação dos atributos de autonomia, comunicação e domínio. Este vínculo está demonstrado na figura 1:

Figura 1 – Atributos de uma ACT



Fonte: BETTANIN (2003, p.30).

Os objetivos gerais de uma ACT devem possibilitar o desenvolvimento, no estudante, de três “atributos”: **autonomia** com relação ao conhecimento, **comunicação** para debater e dialogar sobre uma situação-problema, e o **domínio** para saber se posicionar frente a situações concretas e construir suas próprias teorias em situações naturais ou sociais que o cercam. Desta forma, a negociação é o pilar para se atingir uma grande parte das habilidades esperadas. Ao se atingirem os três atributos, se efetiva a ACT.

Nesse contexto, a metodologia de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) é proposta por Fourez como uma metodologia didática pedagógica de ensino, para

atingir habilidades para efetivação de autonomia, comunicação e domínio, necessárias para o desenvolvimento de uma ACT.

ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE

A terceira competência específica de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio exposta na BNCC propõe:

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2018, p 539)

A citação acima ressalta a importância de se empregar metodologias pautadas na contextualização e que os temas a serem estudados estejam conectados à realidade do estudante. A metodologia de ensino denominada IIR, proposta por Fourez et al. (1997), objeto de estudo dessa investigação, aporta nesse viés.

Segundo Mohr e colaboradores (2019, p.171), “a metáfora ilha” é uma representação do universo globalizado em que os alunos vivem rodeados de notícias e informações, mas com pouco entendimento e significados. Ou seja, quando se deparam com notícias e problemas reais, apresentam dificuldade de interpretar e vincular tais conteúdos com a aplicabilidade de conceitos científicos aprendidos no contexto escolar.

O termo interdisciplinar justifica-se devido à amplitude da metodologia, uma vez que depende de objetivos bem determinados e uma situação-problema de real investigação para construção da IIR, da disposição dos envolvidos em ampliar a visão dos conceitos disciplinares isolados, e de possibilitar articular a problemática em estudo de forma a interagir com outros conhecimentos envolvidos interdisciplinarmente. Segundo Mohr et al. (2019), Fourez escolheu o termo Racionalidade devido à IIR constituir-se de um projeto planejado intencionalmente e com objetivos determinados, mas com possibilidades de negociação entre seu desenvolvimento.

Assim, a proposta da metodologia IIR possibilita a compreensão de conhecimentos científicos para a autonomia do indivíduo. Quando o aluno consegue ter uma compreensão interdisciplinar de um determinado assunto, passa a utilizar o seu conhecimento interligando a sua visão de mundo, transformando sua realidade. Todo este processo ocorre devido a uma Alfabetização Científica e Técnica (ACT) de um determinado tema, e a busca por resposta é o que possibilitará a abertura desses conhecimentos descritos pelo autor como Caixas-Pretas.

Ao construirmos uma Ilha de Racionalidade, surgem questões específicas ligadas a determinado conhecimento que poderão ou não ser respondidas, dependendo do caso. Essas questões são chamadas de caixas-pretas. Abrir essas caixas-pretas significa obter modelos que possam relacionar fatos conhecidos, gerando explicações (BETTANIN, 2003, p 38).

As questões específicas citadas por Bettanin (2003) referem-se à situação-problema inicial, um questionamento sobre um conteúdo de determinada temática, o qual tende a provocar muitos outros conflitos. Quando esse conhecimento ganha uma relação com os conceitos já assimilados, essas caixas-pretas vão sendo abertas. Uma vez compreendido o conteúdo de determinada caixa-preta, o indivíduo assimila esses conceitos, mudando sua forma de ver os acontecimentos, por meio do domínio da linguagem científica.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça a preferência por essas atividades interdisciplinares voltadas ao contexto do educando, em que o aluno consiga desenvolver o “pensamento crítico, realizar novas leituras do mundo, com base em modelos abstratos, e tomar decisões responsáveis, éticas e consistentes na identificação e solução de situações-problema” (BRASIL, 2018, p. 537).

A metodologia IIR proposta por Fourez é constituída por oito etapas que norteiam o desenvolvimento e a organização do trabalho docente. A etapa zero é uma sugestão de autores brasileiros, entendida como essencial por ser uma fase para planejamento e preparo das oito etapas de construção (PINHEIRO et al., 2000; PIETROCOLA, PINHO-ALVES E PINHEIRO, 2003).

Nesta visão, compreender as metas e objetivos de cada etapa auxilia no planejamento e organização da prática didática docente, a saber:

Quadro 1 – Etapas

Etapas	Descrição
Etapa 1	Elaboração de clichê da situação estudada, tempestade de ideia em que são apresentadas questões e hipóteses para resolução do problema;
Etapa 2	Panorama espontâneo, quando são identificados os fatores relacionados ao problema;
Etapa 3	Consulta aos especialistas ou especialidades;
Etapa 4	Ida ao campo, quando teoria e prática são articuladas;
Etapa 5	Abertura aprofundada de caixas-pretas e busca de princípios interdisciplinares, que consiste no aprofundamento de conhecimentos de determinadas áreas;
Etapa 6	Esquema global da situação estudada, em que é elaborada uma síntese do que foi estudado;
Etapa 7	Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas, quando os estudos são realizados de forma mais autônoma;
Etapa 8	Síntese da IIR produzida, que consiste na produção coletiva de um produto final pelos participantes, em resposta à situação problema.

Fonte: Adaptado de MILARÉ; DELGADO; ORZARI (2019, p.227).

Neste sentido, para esta construção é necessária uma temática de interesse dos envolvidos; pensar no uso consciente dos conceitos disciplinares que serão trabalhados; fazer uma previsão de como o projeto será estruturado nas etapas e a situação-problema de investigação central. Assim, o tema escolhido gerencia e guia o questionamento central, por meio do qual situará a determinação da situação-problema. A situação-problema, por sua vez, permeará a construção da IIR por meio de quatro pontos: o contexto, a finalidade do projeto, os destinatários e o produto final da IIR.

Todas as oito etapas envolvidas na efetivação de uma IIR possibilitam negociação, pesquisa, retomada de conteúdos disciplinares, relação de saberes interdisciplinares, discussão e construção de materiais. A estruturação para o desenvolvimento desta metodologia auxilia no desenvolvimento de atributos para se adquirir uma ACT, sendo possível observar uma riqueza de possibilidades para se trabalhar em cada etapa.

Nesse contexto, este estudo apresenta resultados de uma proposta de uma IIR elaborada a partir da temática calagem e pH do solo, visando desenvolver nos estudantes atributos para uma ACT.

ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

Os dados coletados nessa investigação, oriundos de uma dissertação de mestrado profissional, referem-se à elaboração e aplicação de uma IIR desenvolvida em uma turma de um curso de Técnico em Agropecuária, situado na zona rural de uma cidade localizada no norte do Paraná¹. Notou-se que uma das ações previstas no curso é conhecer e corrigir o solo para o plantio. Partindo dessa premissa, estabeleceu-se como temática a Correção Química do Solo por meio do processo de calagem e controle de pH do solo. A proposta objetivava que em cada etapa da IIR os participantes desenvolvessem saberes mediante as negociações, discussões e experiências trocadas. O quadro 2 descreve as etapas e atividades realizadas no decorrer do desenvolvimento do projeto.

Quadro 2 – Etapas da IIR

	ETAPAS DA IIR	PRINCIPAIS ATIVIDADES
Situação-Problema	Definição de uma situação de interesse no contexto real	“Como ocorre a correção química do pH do solo pelo processo de Calagem?”
Etapa zero	Levantamento prévio das atividades e esquematização dos conteúdos com a temática interdisciplinar	Esquema Relacional demonstrativo da potencialidade interdisciplinar do tema “Calagem e pH do solo”
1ª Etapa Clichê	Concepções prévias dos alunos acerca do tema, definições de interesses e negociações sobre a situação-problema	Questionário investigativo a respeito de noções químicas prévias. Brainstorm da situação-problema por meio de discussão colaborativa.
2ª Etapa Panorama espontâneo	Direcionamento do tema dentro da situação-problema. Expansão das ideias levantadas na etapa clichê. Organização das próximas etapas.	Socialização das questões formuladas, identificando aspectos relevantes. Exploração do tema com a mediação direcionada pela professora.
3ª Etapa Consulta a especialistas	Definição e delimitação das especialidades consultadas pela turma: sujeitos envolvidos, normas e condições impostas, especialistas e especialidades envolvidas.	Apresentação do seminário e materiais relevantes pesquisados por equipe. Negociação dos especialistas a serem consultados. Por meio das questões elaboradas na Etapa 1, formulou-se roteiros

	ETAPAS DA IIR	PRINCIPAIS ATIVIDADES
		interdisciplinares para orientar a consulta aos especialistas
4ª Etapa Indo a campo	Aprofundamento dos conhecimentos por parte dos discentes	Experimento investigativo: análise do pH do solo. Diferenças do calcário nas reações e práticas de correção química do solo.
5ª Etapa Abertura de caixas pretas com ajuda de especialistas	Aprofundamento dos conhecimentos dos alunos, pesquisa aos especialistas envolvidos	Análise do experimento investigativo. Relação dos conceitos químicos/biológicos e componentes curriculares envolvidos na prática experimental com os questionamentos iniciais da Etapa Clichê.
6ª Etapa Esquema global	Síntese parcial do andamento do projeto.	Fechamento do experimento e aprofundamento do tema por equipe. Cada equipe elaborou um texto relacionando às descobertas do projeto.
7ª Etapa Abertura de caixas pretas sem a ajuda de especialistas	Os alunos terão autonomia e deverão resolver questões da IIR sem ajuda de especialistas.	Os estudantes formularam questões sobre o tema em estudo, e descreveram todos os aprendizados no decorrer do projeto que deveriam estar presentes no manual (HQ)
8ª Etapa Síntese da IIR	Sintetizar o trabalho utilizando uma produção coletiva.	Elaboração de HQ (História em Quadrinhos) sobre a Química do Solo, abordando os temas em potenciais desenvolvidos.

Fonte: Autoria própria (2021).

O projeto foi desenvolvido ao longo de 28 aulas, com a parceria dos professores de Biologia, Química e a disciplina Técnica de Solos. Para avaliar os atributos de autonomia, domínio e comunicação, fez-se a adaptação do instrumento analítico de Bettanin e Alves Filho (2003), ajustando-o às competências e habilidades previstas na BNCC (BRASIL, 2018). Os autores Bettanin (2003); Bettanin e Alves Filho (2003) propõem um instrumento de análise para avaliar e evidenciar a efetivação da metodologia IIR, com o intuito de revelar indícios da aquisição de uma ACT sobre determinada temática. A análise é baseada em uma ficha descritiva das habilidades fundamentais, as quais os autores definem como sendo ações e posturas a serem observadas para desenvolver atributos de autonomia, comunicação e domínio.

O instrumento busca evidenciar se houve uma ACT por meio da manifestação das habilidades em cada atributo, observadas nas etapas da aplicação da proposta interdisciplinar.

A BNCC prioriza que a aprendizagem deve ser embutida pela aquisição de competências gerais da educação básica e competências específicas por área de aprendizagem. Nesta vertente, as competências são atingidas por meio de habilidades, definidas como expressões de “aprendizagens essenciais que devem

ser asseguradas aos alunos nos diferentes contextos escolares” (BRASIL, 2018, p. 29).

Para uma maior compreensão desse instrumento, Bettanin e Alves Filho (2003) determinam quais dessas habilidades devem ser priorizadas na observação pautada nos pressupostos de Fourez sobre a metodologia IIR e nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1999. Considerando-se os novos documentos norteadores do Ensino Médio, adaptou-se esse comparativo estabelecendo uma relação do original de Bettanin e Alves Filho (2003), em que constam as compreensões dos autores Fourez e dos documentos norteadores PCN, acrescentando-se a BNCC com relação aos atributos necessários para a aprendizagem. Decorrente do movimento integrativo entre as definições de competências e habilidades de ACT de Fourez, PCN e BNCC para os atributos de autonomia, domínio e comunicação, adaptou-se o instrumento analítico de Bettanin e Alves Filho (2003), que estão sistematizados no Quadro 3.

Quadro 3 – Habilidades avaliadas para desenvolver ACT

Habilidades fundamentais para			
	AUTONOMIA	COMUNICAÇÃO	DOMÍNIO
1°	Buscar informações a respeito da situação.	Saber expressar suas opiniões.	Saber fazer.
2°	Ter ideias próprias, não se deixar influenciar pelos outros.	Saber dialogar na equipe e com os especialistas.	Conhecer sobre o assunto.
3°	Ter criatividade.	Elaborar modelos teóricos.	Domínio e responsabilidade frente à situação-problema.
4°	Tomar decisões com segurança frente às situações.	Ter boas argumentações nas colocações.	Relacionar os conhecimentos científicos com a situação-problema.

Fonte: Autoria própria (2021).

Desta forma, vale ressaltar que para se ter autonomia “é fundamental que o indivíduo desenvolva o hábito de buscar informações ou conhecimentos a respeito de uma determinada situação antes de tomar decisões” (BETTANIN, 2003, p.53). Como as características citadas no Quadro 3, uma forma de efetivação destas habilidades para esse atributo é demonstrar interesse próprio, não depender de ideias prontas e criar suas próprias hipóteses sobre algo, uma vez que “Fourez defende que os indivíduos, ao tomarem as decisões, não devem ficar totalmente dependentes de receitas prontas e nem de especialistas. Isto significa que o indivíduo deve ter ideias próprias” (BETTANIN, 2003, p.54).

O atributo da Comunicação é a capacidade de dialogar com os demais colegas e com os especialistas. Considera-se também como resultante dessa habilidade a forma como os alunos lidam com as informações que buscam, e se conseguem ter argumentação crítica em um debate. Considerando esses pontos, “um aspecto que indica a comunicação no desenvolvimento de uma IR é a integração do indivíduo no grupo de trabalho do qual faz parte” (BETTANIN, 2003, p.57), sendo de fato essencial, uma vez que não há negociação sem comunicação.

No que diz respeito ao Domínio, de acordo com os autores e documentos citados anteriormente, este remete à competência, à compreensão do conhecimento, à capacidade de abstração, ao desenvolvimento do pensamento sistêmico, e ao pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema.

Entende-se que “ter domínio de certo conhecimento implica em ter responsabilidade frente às decisões que serão tomadas nas situações concretas” (BETTANIN, 2003, p.61). De modo a priorizar características de habilidades esperadas de domínio, o instrumento de análise deste atributo considerou de forma mais relevante o “aprender a fazer” e o “aprender a aprender”, observados nas ações dos estudantes, em cada etapa da construção da IIR.

Em síntese, esperam-se quatro habilidades principais, demonstradas por posturas, atitudes e ações dos alunos para a efetivação de cada atributo. Assim, para avaliar o desenvolvimento da IIR produzida, adaptou-se a ficha de avaliação com base nos atributos acima destacados, e optou-se por analisar cada etapa individualmente (1-8), a partir do preenchimento da ficha por parte do professor e interpretações no que tange às habilidades e características observadas para cada aluno. Vale destacar que os alunos foram codificados em A1, A2...A9. Para registros, a professora preenchia as fichas de observação, partindo dos níveis de interação de cada aluno na atividade: A – para uma interação forte; B – para interação intermediária, ou C – para interação fraca².

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A etapa zero foi destinada à definição da temática e planejamento das ações no contexto da educação rural local. A partir da **Etapa 1 – Clichê**, desenvolveram-se atividades com a participação dos alunos. Essa primeira etapa objetivava identificar as concepções prévias dos alunos acerca do tema, bem como definições de interesses e negociações acerca da situação-problema. Realizou-se uma discussão aberta no formato “*brainstorm*”, com anotações na lousa sobre a temática: calagem do solo.

Como houve um número expressivo de questionamentos, os estudantes foram divididos em quatro grupos, e as questões foram organizadas considerando-se os temas pH, fotossíntese, nutrientes e solos, os quais foram codificados como G1, G2, G3 e G4, respectivamente. Os alunos discutiram entre si, de forma simples, sem recorrer a conceitos aprofundados e, enquanto alguns levantavam questionamentos, outros intervinham com respostas de conhecimento empírico. Na sequência, são apresentados alguns turnos de falas da professora com alguns estudantes, e pontos considerados significativos da discussão:

PROF: Todo solo está pronto para plantio?

A6: “Não, tem que analisar o solo.”

A3: “Tem que ver se a terra tá fértil!”

A1: “Depende do que vai plantar. Quando meu pai foi plantar pasto, ele procurou um agrônomo pra fazer a análise do solo”.

A2: “A análise é um exame de laboratório né, que diz se o solo tá fértil! Se não tiver tem que colocar calcário.”

PROF: “Mas porque tem que ser calcário?”

A1: “Acho que é pro calcário misturar com a terra, pra ter nutriente.”

A3: “Nada a ver, para ter nutriente tem que colocar adubo, não calcário”

A2: “Meu vizinho joga calcário direto antes de plantar, diz que o solo é ácido!”
 A4: “Calcário e Cal de construção é a mesma coisa?”
 A5: “O dono da fazenda aplica calcário bem antes de plantar, para dar tempo de chover”.

Partindo desses questionamentos e outros de razão semelhante, a professora foi orientando e direcionando as dúvidas e argumentações aos objetivos químicos e biológicos da temática. Nesse caso, o preparo do solo para o plantio e a presença do calcário no processo, como explicitado nos turnos de fala apresentados.

Siqueira e Gaertner (2015) analisaram as contribuições da metodologia IIR para a aprendizagem do conceito de proporcionalidade explorando rótulos alimentícios, partindo dos atributos propostos por Bettanin e Alves Filho (2003). No entanto, não apresentam um instrumento analítico descritivo e detalhado para cada etapa. Nesta investigação, para subsidiar as análises, elaborou-se uma ficha descritiva adaptada do instrumento analítico de Bettanin e Alves Filho (2003) destacando as competências e habilidades previstas na BNCC (BRASIL, 2018), a fim de organizar as aprendizagens observadas em cada etapa, e subsidiar o professor na avaliação das atividades propostas. Nesse sentido, justifica-se a apresentação dos Quadros (3 a 9), no decorrer do texto.

Os alunos se mostraram interessados sobre o assunto, mas por falta de contato direto com o processo, dos nove alunos participantes, apenas quatro deles tiveram participação total nesta etapa, ou seja, conseguiram externalizar aspectos referentes aos três atributos investigados (autonomia, domínio e comunicação), observados no Quadro 4.

Quadro 4 - Ficha de Observação da IIR - Etapa 1

OBJETIVOS	AUTONOMIA				DOMÍNIO				COMUNICAÇÃO			
	HABILIDADE				HABILIDADE				HABILIDADE			
ALUNOS	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º
A1	B	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	B
A2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
A3	B	B	B	C	C	B	C	B	B	C	C	B
A4	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
A5	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
A6	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
A7	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
A8	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
A9	B	C	C	C	C	B	C	C	B	B	C	C

Fonte: Autoria própria (2021).

No atributo “autonomia”, os alunos, em sua maioria, já tinham ouvido falar sobre calagem e pH do solo em alguma situação familiar ou escolar, mas apenas quatro (A1, A3, A4 e A9) revelaram conhecer, ainda que pouco, as definições de correção de pH e outros conceitos científicos envolvidos no processo. A3 foi o único a apresentar ideias próprias sobre a temática e criatividade ao tentar responder às questões, mas sem segurança para propor soluções aos problemas. Pontos de maior dificuldade: ter ideias próprias; ter criatividade e tomar decisões frente às situações.

Nas habilidades observadas nessa etapa, os fatores mais fracos foram para o atributo domínio, pois somente A3 e A9 argumentaram e mostraram curiosidade nas atividades desenvolvidas.

No atributo “comunicação”, notou-se que direcionaram as discussões àqueles alunos (1, 3 e 9) que mais contaram histórias sobre ações práticas envolvidas na temática, do que a abordaram de forma mais teórica e científica. Os pontos de maior dificuldade foram: saber expressar opiniões e se impor no debate; saber dialogar em equipe; elaborar modelos teóricos mentais e ter argumentação.

De acordo com a ficha de observação do Quadro 4, observou-se uma predominância de interação intermediária (B) para interação fraca (C) nas habilidades voltadas aos atributos autonomia, domínio e comunicação, na turma em questão.

ETAPA 2 – PANORAMA ESPONTÂNEO

Esta etapa se iniciou com as negociações sobre a questão denominada situação-problema: “Como ocorre a correção química do pH do solo pelo processo de calagem?”. Foram negociados os personagens envolvidos, delimitados os especialistas a serem consultados, e quais seriam as normas e condições adotadas nas etapas do projeto. Precedente a cada negociação, o professor explicava os objetivos daquele tópico, no decorrer da pesquisa.

Os alunos limitaram suas buscas de investigação a fontes de convívio, como os professores da escola e técnicos a quem tinham acesso, em sua grande maioria pessoas já envolvidas no projeto, internet e livros do próprio estabelecimento. Justificaram as escolhas alegando a comodidade e a intimidade, já que alguns tinham vergonha de perguntar a desconhecidos. As habilidades evidenciadas nesta etapa seguem abaixo:

Quadro 5 - Ficha de Observação da IIR - Etapa 2

OBJETIVOS	AUTONOMIA				DOMÍNIO				COMUNICAÇÃO			
	HABILIDADE				HABILIDADE				HABILIDADE			
	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º
ALUNOS												
A1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
A2	C	C	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C
A3	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
A4	B	B	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C
A5	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
A6	B	C	C	C	B	B	B	B	B	B	C	C
A7	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
A8	B	C	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C
A9	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

Fonte: Autoria própria (2021).

Como resultante das observações na ficha (Quadro 5), notou-se uma melhora em comparação com a etapa precedente, ou seja, uma interação intermediária (B) de maior predominância nas habilidades de autonomia, comunicação e domínio.

Os alunos se mostraram mais interessados e dois deles até afirmaram estar estudando no tempo livre para obterem mais informações sobre o tema.

Nessa etapa o que chamou a atenção foi a autonomia e o domínio, uma vez que três alunos (1, 3 e 9) demonstraram conhecimento sobre a situação-problema, sendo específicos nas escolhas para delimitação do projeto, o que direcionou os demais, facilitando as negociações do grupo.

ETAPA 3 – CONSULTA A ESPECIALISTAS

A etapa 3 se iniciou com a apresentação das questões negociadas e levantadas pelo grupo nas etapas anteriores acerca dos tópicos: **pH, fotossíntese, nutrientes e solos**. Nessa etapa, os especialistas foram os livros e pesquisas na internet. Cada equipe dispôs de 15 minutos para apresentar as questões, utilizando o aparelho multimídia e apresentação de slides como recurso didático.

O Grupo 1 (G1) abordou o tema **Acidificação do Solo**, dando um enfoque maior para os aspectos biogeoquímicos, apresentando pontos de vista relevantes sobre ambiente, tratando da acidificação do solo pelos meios naturais, principalmente pela chuva ácida.

O Grupo 2 (G2), ao falar do tema **Fotossíntese**, trabalhou aspectos relacionados à Biologia, principalmente o enfoque de nutrição vegetal, os nutrientes mais necessários às plantas e os níveis ideais desses micro e macro nutrientes no solo. Mostraram maiores dificuldade ao tentar definir e explicar o processo de fotossíntese, além dos fatores químicos envolvidos.

O Grupo 3 (G3) direcionou a apresentação sobre **pH** ao conteúdo técnico de solos, principalmente as definições de correção química. Os alunos explicaram muito brevemente a Análise Química do Solo e amostragem, e as suas influências na correção química do solo. As dificuldades conceituais foram notáveis dentro das definições dos temas: pH - potencial de hidrogênio, acidez total, toxicidade pela presença de alumínio, interferências no pH por elevada concentração de matéria orgânica, e aplicação da saturação base.

Na temática **Plantio**, o Grupo 4 (G4) apresentou uma fala mais voltada aos conceitos técnicos da disciplina de Solos. Explicou como realizar a prática agrícola e correção química por calagem, os tipos e a importância da adubação, pontuando bastante a ação, mas com pouca relação teórica dos conteúdos envolvidos com a temática do grupo.

É possível observar, no Quadro 6, uma interação fraca (C) em algumas das habilidades de domínio (A2, A4 e A5), decorrentes da formulação do seminário, em que as respostas às questões foram copiadas da internet, e os alunos estavam despreparados para apresentar, denotando dificuldade na fala. Foi apresentada uma melhora significativa nas habilidades para autonomia e comunicação sobre a temática, em sua maioria de interação intermediária (B), com interação forte (A), dos alunos A1, A3 e A9.

Quadro 6 - Ficha de Observação da IIR - Etapa 3

OBJETIVOS	AUTONOMIA				DOMÍNIO				COMUNICAÇÃO			
	HABILIDADE				HABILIDADE				HABILIDADE			
ALUNOS	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º
A1	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
A2	B	B	C	C	C	C	B	C	B	B	B	B
A3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A4	B	B	C	C	C	B	B	C	B	B	B	B
A5	B	B	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B
A6	B	B	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B
A7	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
A8	B	B	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B
A9	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Fonte: Autoria própria (2021).

As dificuldades apresentadas nos conteúdos de fotossíntese, nutrição vegetal e necessidades fisiológicas vegetais para plantio, foram apontadas e explicadas pela professora de Biologia. Corrigiram-se os conceitos apresentados de forma equivocada, principalmente o referente ao processo químico da fotossíntese.

Para possibilitar maiores argumentações críticas, foi utilizado um Estudo de Caso intitulado: “Como a acidez do solo pode prejudicar o desenvolvimento das plantas” (AGROPRO, 2016). Após a leitura do texto, os alunos deveriam resolver os questionamentos, e poderiam buscar auxílio de especialistas. Como resultante dessa atividade, observou-se a grande procura dos alunos pelo professor agrônomo da área técnica, visto que é um especialista atuante. O professor da disciplina de Solos teve que direcionar o planejamento de suas aulas para auxiliar os alunos em suas dúvidas sobre a temática.

Nas aulas seguintes, as questões principais das caixas-pretas foram levantadas pelo professor em uma aula expositiva que contou com grande participação dos alunos. O desenvolvimento da habilidade de comunicação foi notável, principalmente de alguns alunos mais tímidos, o que justifica a representação do Quadro 4 para este atributo.

ETAPA 4 – INDO A CAMPO

Considerando a importância dos processos químicos e biológicos na natureza e para abordar os conceitos em questão, a **etapa 4** ocorreu por meio da realização de uma atividade experimental, tendo como foco central a determinação e correção do pH do solo. Foram coletadas amostras de solos de diferentes regiões para análise e a turma foi dividida em três grupos, e cada equipe desenvolveu as atividades experimentais de forma autônoma e participativa.

Desde o início da atividade observou-se uma grande autonomia dos alunos, organizando o processo e se comunicando no grupo. Uma vez que dividiram as funções dentro da equipe, e como essa era constituída por três membros, a organização ocorria da seguinte maneira: um integrante pesava e preparava o material, o outro executava as ações e o outro fazia as anotações. Todas as

discussões observadas na execução eram assuntos pertinentes à prática experimental e de inter-relação aos conceitos estudados.

Todos os alunos participaram ativamente e cada grupo apresentou pontos relevantes da discussão como, por exemplo, as diferenças de pH observadas nas amostras de solo, a reação de neutralização da acidez pelo calcário, e o potencial do enxofre como efeito contrário à reação de neutralização. Tais resultados possibilitaram observar que houve uma compreensão científica dos termos abordados na etapa anterior. Os dados acima foram corroborados nos relatórios entregues pelos estudantes.

A partir dos relatórios, observou-se que os três grupos utilizaram equações químicas para explicação das reações ocorridas no experimento, principalmente no processo de neutralização do calcário. Dois grupos apresentaram fórmulas demonstrando reações de acidificação do solo pelo enxofre, e um grupo usou termos de abordagem técnica, como a capacidade de troca de cátions (CTC) e calagem. Um grupo ainda pontuou as modificações biológicas que o pH potencializa nas plantas e a influência geográfica da estrutura do solo pela região.

Notou-se uma interação forte nas habilidades fundamentais de autonomia, comunicação e, principalmente domínio, conforme descrito no Quadro 5.

Quadro 7 - Ficha de Observação da IIR - Etapa 4

OBJETIVOS	AUTONOMIA				DOMÍNIO				COMUNICAÇÃO			
	HABILIDADE				HABILIDADE				HABILIDADE			
ALUNOS	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º
A1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
A3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A4	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	B	A
A5	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A
A6	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A
A7	A	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A
A8	B	B	C	C	B	B	B	B	A	A	A	A
A9	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Fonte: Autoria própria (2021).

Dessa forma, analisou-se que houve uma evolução conceitual da temática, o que favoreceu a efetivação das habilidades de autonomia e domínio, visto que essas interações passaram de fracas (C), na etapa anterior, para interações intermediárias (B) e para interações fortes (A), principalmente nos atributos de autonomia e comunicação.

ETAPA 5 – ABERTURA DE CAIXAS-PRETAS COM AJUDA DE ESPECIALISTAS

A etapa 5 consistiu na apresentação de algumas questões pela professora que foram debatidas em sala. Tais questões versavam sobre: acidez do solo, Análise de pH, o pH e seu efeito nas plantas e interferência química dos elementos no solo e nas plantas. Dentre as questões já abordadas nas etapas anteriores, algumas geraram maior atenção por parte dos alunos. Surgiram questionamentos sobre as

reações de acidificação do solo, a possibilidade de diferenciação visual de um solo ácido para um solo básico ou neutro, os efeitos da toxicidade do alumínio para as plantas, a diferenciação do alumínio para o hidróxido de alumínio, os fatores que favorecem a correção de pH para plantio, e a importância da água na reação de calagem.

Os alunos demonstraram curiosidade na abordagem desta etapa e muitos relataram dúvidas sobre alguns temas, principalmente a diferenciação do alumínio para o hidróxido de alumínio. Ao falar a respeito da acidificação, pH e a reação de correção química por calagem, os alunos conseguiram argumentar sobre o assunto. Conhecimento sobre o tema, curiosidade e pensamento crítico são critérios descritos como habilidades para o atributo de autonomia e domínio. Assim o Quadro 8 comprova a presença e evolução destas habilidades, nessa etapa.

Quadro 8 - Ficha de Observação da IIR - Etapa 5

OBJETIVOS	AUTONOMIA				DOMÍNIO				COMUNICAÇÃO			
	HABILIDADE				HABILIDADE				HABILIDADE			
ALUNOS	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º
A1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A2	A	A	A	A	A	A	A	B	A	B	B	B
A3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A4	A	A	B	B	A	A	A	B	A	A	A	A
A5	A	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A
A6	A	B	B	B	A	B	B	B	A	A	A	A
A7	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A8	A	A	B	B	A	B	B	B	A	A	A	A
A9	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Fonte: Autoria própria (2021).

Muitos alunos que se demonstravam inseguros e pouco participativos nas etapas anteriores, interagiram em toda a discussão desta etapa, chegando a comparar os conceitos teóricos com relatos de convivência familiar, quando houve a correção química por calagem na propriedade. Essa característica é descrita como habilidade do atributo domínio, visto que o quarto tópico é relacionar os conhecimentos científicos a situações-problema.

Como resultante da análise do instrumento de observação, a ficha apresentou-se totalmente de interação forte em todos os itens, tendo em vista a grande participação e interesse dos alunos nas abordagens da situação-problema e temática envolvida.

ETAPA 6 – ESQUEMA GLOBAL

Para esta etapa, mantiveram-se os três grupos (G1, G2 e G3) da etapa anterior: Amostragem e análise química do solo, acidificação do solo e alterações de pH e calagem e reações químicas. Foi proposta como atividade que as equipes elaborassem uma simulação de situação fictícia, na qual constasse um encontro entre um técnico em agropecuária e um pequeno agricultor. Cada grupo organizou internamente as funções de trabalho, buscando autonomia: seleção do responsável pela pesquisa no caderno, responsável pela diagramação, discussões

coletivas das ações entre os demais membros do grupo. Os grupos demonstraram ter ideias próprias, tomar decisões com segurança e ter muita criatividade para elaborar seus próprios modelos teóricos, como mostra o quadro abaixo.

Essa diversidade na forma de organização, postura e realização da tarefa surpreendeu pela criatividade apresentada em cada grupo, uma demonstração muito importante das habilidades de autonomia e domínio.

Essa etapa teve como resultante da ficha de observação para atributos de uma ACT (Quadro 9), uma interação forte nas habilidades de autonomia, domínio e comunicação por parte de todos os alunos envolvidos. Cada grupo se organizou diferentemente para cumprir a atividade, ou seja, G1 produziu uma narrativa, G2 elaborou questões no formato de entrevista e G3 desenhou uma história em quadrinhos (HQ). O diferencial observado foi a postura apresentada na resolução da atividade, já se posicionando como um real técnico em agropecuária.

Quadro 9 – Ficha de Observação da IIR - Etapa 6

OBJETIVOS	AUTONOMIA				DOMÍNIO				COMUNICAÇÃO			
	HABILIDADE				HABILIDADE				HABILIDADE			
ALUNOS	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º
A1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B
A3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A4	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A
A5	A	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A
A6	A	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A
A7	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A8	A	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A
A9	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Fonte: Autoria própria (2021).

ETAPA 7 – ABERTURA DE CAIXAS-PRETAS SEM A AJUDA DE ESPECIALISTAS

A **etapa 7** compõe a etapa em que os alunos deveriam resolver as questões propostas para a situação-problema sem a ajuda dos especialistas, apresentando os conceitos apreendidos no decorrer das etapas desenvolvidas até o momento. Assim, os alunos foram para o laboratório de informática com a proposta de elaborar uma História em Quadrinhos por equipe, de acordo com sua temática de abordagem.

No decorrer da negociação optaram pela construção de suas HQ utilizando o Power Point®. Todas as decisões foram estruturadas pelos estudantes, desde como abordar o tema, o local da história, quais personagens estariam envolvidos, as falas, e como seriam os personagens. Cada grupo teve autonomia em todas as etapas da atividade. Os resultados da observação dessa etapa seguem descritas no Quadro 10.

Quadro 10- Ficha de Observação da IIR - Etapa 7

OBJETIVOS	AUTONOMIA				DOMÍNIO				COMUNICAÇÃO			
	HABILIDADE				HABILIDADE				HABILIDADE			
ALUNOS	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º
A1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A6	A	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A
A7	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A8	A	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A
A9	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Fonte: Autoria própria (2021).

Nessa etapa, assim como na anterior (etapa 6), foi possível observar evidências dos atributos referentes à autonomia, domínio e comunicação. As principais habilidades identificadas referem-se ao “saber fazer”, observado na argumentação dos alunos no decorrer da apresentação, no que se refere às concepções e organização das ideias, a criatividade nas HQ e até a escolha dos ambientes selecionados para suas histórias.

Os alunos mostraram-se autônomos, sabiam dialogar entre si e apresentavam ideias próprias e singulares na criação da atividade. A motivação era visível e empolgante, decorrente da possibilidade de criar algo sozinho e que poderia ser apresentado aos demais estudantes da escola. Além disso, notou-se a evolução de outros quesitos como mostrar conhecimento sobre o tema e presença de conceitos científicos, ainda com uma linguagem mista, ou seja, com a presença de uma linguagem usual nas explicações.

ETAPA 8 – SÍNTESE DA IIR

Para a efetivação da etapa oito ocorreu a apresentação das Histórias em Quadrinhos (HQ) por grupo (G1, G2 e G3)³. Siqueira e Gaertner (2015) ressaltam que essa última etapa consiste em elaborar modelos ou representações acerca dos aspectos discutidos e aprendidos nas etapas anteriores.

O grupo (G1) – Amostragem e análise química do solo ressaltou a importância desses dois aspectos para analisar a acidez do solo e como realizar a coleta do solo em tal processo.

A análise da HQ produzida por G1 ressalta a opção por uma narrativa com diálogo usual, inicialmente entre dois compadres, no qual um se mostra interessado em fazer uma horta e, para isso, apresenta dúvidas de como verificar se o solo está próprio para plantio de hortaliças. O diálogo entre os personagens demonstrou uma adaptação dos conceitos teóricos à aplicação prática cotidiana do contexto local, atributos de domínio e comunicação. A escolha pela preparação de uma horta remete às negociações iniciais da etapa 2, e a utilização da amostra de solo da horta, utilizada na prática experimental de pH na etapa 4, revela atributos indicativos de autonomia.

O diálogo continua com a participação de uma nova personagem: uma Técnica em Agropecuária. A escolha de uma figura feminina foi muito pertinente, uma vez que o grupo era constituído por meninas. O enfoque de G1 voltou-se à ordem técnica, mas demonstrou domínio nas escolhas das abordagens da coleta de solo, autonomia e domínio por meio da explicação do que seria analisado no solo, e comunicação pela forma de diálogo escolhido, com falas mais diretas.

Já G2 – Acidificação do solo e alterações de pH pontuou de forma mais enfática os conceitos de pH e as principais causas da acidificação natural. O diálogo ocorre entre dois compadres que discutem a acidificação do solo. A forma de comunicação estabelecida na apresentação da HQ pelo grupo induziu a uma percepção de senso crítico nas escolhas e a interação participativa total da equipe, acrescida de uma segurança nas colocações, habilidades do atributo comunicação.

O diálogo conta com a presença de termos químicos estudados ao longo do desenvolvimento do projeto, explicados de forma resumida no decorrer das falas. A demonstração de conhecimento do assunto, o estabelecimento de relação mais igualitária com a técnica como especialista, a demonstração de criatividade, espírito inventivo e apresentação de soluções aos problemas são critérios que demandam habilidades para a efetivação de atributos de autonomia e domínio.

Observa-se um direcionamento do diálogo nos conceitos químicos e biológicos, apresentando como exemplo uma curiosidade discutida na etapa 5. O direcionamento da influência que o pH do solo tem sobre a coloração das hortênsias comprovou habilidades de autonomia e domínio pelas ações em saber fazer, conhecer para decidir, e argumentação na compreensão do assunto.

O diálogo elaborado por G2 finaliza com a proposta de uma correção química do solo por uma definição bem cotidiana, ou seja, a distribuição do calcário no solo, demonstrando atributos de domínio por relacionar os conhecimentos científicos à situação-problema. Os termos científicos identificados nas colocações das ideias demonstram indícios do atributo comunicação.

Já G3 – Calagem e Reações Químicas abordou a definição da correção química por calagem, mostrando muita segurança na apresentação e interação participativa de todos os integrantes. Constatou-se ainda a segurança nas argumentações de como as reações de neutralização vão ocorrer no solo, e até apresentaram as fórmulas utilizadas na disciplina técnica para calcular a calagem.

O grupo se aprofundou nos conceitos técnicos e químicos da temática calagem, demonstrando domínio e autonomia ao abordarem as definições e fórmulas químicas do processo de calagem. Para o diálogo escolheram como personagens o que eles justificaram ser um pai e filho, conversando. O discurso era de que o pai era agrônomo, por isso a escolha por falas técnicas, e o filho estaria estudando no colégio rural em questão. Analisando-se essa interpretação como criativa, com o domínio e responsabilidade frente à situação-problema e a relação dos conhecimentos científicos à problemática, ressalta-se a habilidade para os atributos de domínio e autonomia.

Diante das manifestações das HQ apresentadas pelos estudantes, ficou nítida a evolução conceitual dos alunos na apresentação e nos debates promovidos. Ao apresentarem as HQs para a turma, justificavam suas definições e os porquês, demonstrando segurança ao relacionar os conteúdos teóricos à realidade, tanto pela escolha dos diálogos quanto pelo contexto das HQ.

Nesse viés, o trabalho de Liz, Machado e Silveira (2019) utiliza a Metodologia da IIR articulada aos Três Momentos Pedagógicos para discutir aspectos da vacinação. A Elaboração de um clichê da situação ocorreu em torno da gravura *Mad dog* ou Cachorro raivoso (1826), de Thomas Lord Busby, para introduzir aspectos da doença da Raiva, que pode ser prevenida por meio da vacinação. No decorrer das etapas, há a utilização de diversos instrumentos e atividades, tais como: visitas a unidades de saúde, debates, construção coletiva de mapas conceituais e elaboração de cartazes. Na **etapa 8 – Síntese da IIR**, os autores optaram por uma representação visual, solicitando a Elaboração de cartazes de sensibilização quanto à prevenção da Raiva.

Por fim, levantou-se novamente a situação-problema inicial: nos dias de hoje há alguma maneira de nos prevenirmos da raiva? Como resultados, os autores argumentaram que tal atividade promoveu a superação do modelo tradicional de ensino, pois os alunos participaram ativamente do processo, desenvolvendo habilidades de linguagem oral, escrita, científica e artística.

Tais resultados são corroborados nessa investigação a partir da produção das HQ, ou seja, da proposição de uma atividade de representação visual (HQ). Verificou-se, nesta etapa, que a interação dos alunos envolvidos foi uma interação forte em todos os tópicos das habilidades para a efetivação dos atributos referentes à autonomia, comunicação e domínio.

Os alunos se mostraram confiantes em suas abordagens, assim como em suas escolhas. Os diálogos das HQ foram criativos e bem particulares. Apresenta-se essa evidência no Quadro 11, que é uma representação da última ficha de observação, utilizada como instrumento e registro das atividades de construção das etapas da IIR.

Quadro 11 - Ficha de Observação da IIR - Etapa 8

OBJETIVOS	AUTONOMIA				DOMÍNIO				COMUNICAÇÃO			
	HABILIDADE				HABILIDADE				HABILIDADE			
ALUNOS	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º
A1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A7	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A8	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A
A9	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Fonte: Autoria própria (2021).

Em comparação às demais etapas da IIR, a externalização de um modelo teórico para a resolução de uma situação-problema não é apenas uma habilidade do atributo comunicação. Para tal fator são necessárias habilidades de senso crítico, trabalho em equipe, criatividade, conhecer o assunto, saber fazer, conhecer para decidir, ações relativas às habilidades dos atributos de autonomia e domínio. O Quadro 9 evidencia uma interação forte (A) para a presença de habilidades fundamentais esperadas para os atributos de autonomia,

comunicação e domínio para a situação-problema proposta, destacando uma efetivação das habilidades necessárias para uma ACT.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando as atividades desenvolvidas na proposta metodológica de IIR a partir da temática calagem e pH do solo, alguns resultados foram constatados.

A composição da pesquisa, referencial teórico escolhido e a construção da metodologia IIR foram pertinentes, uma vez que se buscou trabalhar a partir de uma situação-problema que emergiu do contexto dos estudantes, atendendo às exigências preconizadas em documentos balizadores educacionais. A problemática calagem e pH do solo possibilitou abordagens interdisciplinares que contribuíram para a relação teórico-científica envolvida na prática da localidade rural. Na investigação foram bem direcionados os conhecimentos planejados na construção da IIR, atendendo ao contexto, finalidade do projeto, destinatário e produto final definidos.

Notou-se que a negociação não foi um critério importante apenas nas etapas da metodologia IIR, mas também constituiu a base para a efetivação das habilidades fundamentais para os atributos de autonomia, comunicação e domínio, determinantes de uma ACT. Para se negociar um conteúdo, são necessários a compreensão e o entendimento de seus conceitos e, partindo desse domínio, adquire-se autonomia e se consegue comunicar melhor determinado assunto. Nesse sentido, mediante a intervenção desenvolvida em cada etapa, observou-se uma maior motivação e interação dos alunos às ações propostas, observando um progresso no desenvolvimento dos atributos da ACT.

No decorrer do desenvolvimento da proposta, verificou-se maior segurança conceitual sobre a situação-problema evidenciada nas discussões, hipotetização e elaboração das HQ, critérios da habilidade de domínio. Os alunos demonstraram saber utilizar os conhecimentos adquiridos, construindo modelos científicos partindo do contexto da situação-problema, ressaltando características de decisão, habilidades do atributo referente à autonomia. Por ser uma sala com poucos estudantes, foi notável a mudança nas argumentações em grupo, a responsabilidade e a clareza ao abordarem o assunto e ao exporem seus conhecimentos, ou seja, suas habilidades de comunicação.

A escolha e adaptação do instrumento analítico para avaliação dos atributos da ACT se mostraram satisfatórias, uma vez que permitiram avaliar as diversas estratégias e atividades propostas na IIR, seja de caráter experimental, estudo de caso ou a elaboração da HQ, além de possibilitar avaliar os alunos, individualmente, em cada etapa. Reitera-se, também, que a variedade de estratégias e características das atividades possibilitaram um maior desenvolvimento evolutivo das habilidades para uma ACT.

Desta forma, ao realizar uma análise comparativa entre as fichas referentes à etapa 1 – Clichê, bem como os resultados da etapa 8, observa-se que houve uma melhoria nas habilidades referentes aos atributos de autonomia, domínio e comunicação efetivando, assim, a construção de uma representação teórico-científica da problemática inicial, externada por modelos mentais desenvolvidos

pelos alunos. Depreende-se, disso, a identificação de atributos de ACT nos estudantes participantes da proposta.

Em termos gerais, finaliza-se considerando que a metodologia IIR, se desenvolvida a partir de uma realidade local, sobre uma situação-problema real, apresenta potencialidades, contribuindo para a efetivação dos atributos referentes à autonomia, comunicação e domínio, conseqüentemente oportunizando uma Alfabetização Científica e Técnica.

Methodological proposal of an interdisciplinary island of rationality: a study from the theme soil in a rural school

ABSTRACT

This article presents the results of a methodological proposal developed in a rural school addressing the topic of liming and soil pH. We emphasize as the main objective of the study to present the results of a proposal for an interdisciplinary island of rationality elaborated from the theme liming and soil pH, aiming to develop in students' attributes for a Scientific and Technical Literacy (STL). The IIR methodology for the development of the STL is a proposal by Gérard Fourez, based on the direction of negotiation actions and the development of skills for the realization of attributes of autonomy, communication and mastery. The development of the proposal took place in a second-year high school class, belonging to a technical vocational course in agriculture, at a rural school in northern Paraná. Data were collected through notes in a field notebook and by completing an observation form of the IIR steps, indicating the desired attributes. Through data analysis, an evolution of scientific concepts related to the theme was noted, from the first stage compared to the last stage, in addition to evidence related to the expected attributes. In this context, we conclude that the proposed IIR methodology was efficient in promoting an STL, as it expands knowledge of pH content, as well as development in aspects of autonomy, improvement in communication and mastery in the resolution and discussion of the theme by students.

KEYWORDS: Scientific and Technical Literacy. Interdisciplinary Island of Rationality. Chemistry. Soil.

NOTAS

1 - Os dados e informações obtidos neste artigo constituem parte integrante de pesquisa aprovada pelo Comitê de Ética da universidade vinculada, sob o número CAEE 98056718.7.0000.5231, parecer número 3.120.489.

2 - A Interação forte (A) é quando há evidências da habilidade por várias ações ou atitudes apresentadas pelos estudantes; a Interação Intermediária (B) é a demonstração parcial da habilidade; por sua vez, a Interação fraca (C) é quando se nota pouca ou nenhuma evidência de ação sobre a habilidade.

3 - As HQ produzidas pelos grupos estão disponibilizadas em anexo.

REFERÊNCIAS

AGROPRO. Como a acidez do solo pode prejudicar o desenvolvimento das plantas. **Blog Agropro: Agronomia e Sustentabilidade**. 2016. Disponível em: <http://blog.agropro.com.br> Acesso em: 15 de abr. de 2019.

BETTANIN, E. **As Ilhas de Racionalidade na Promoção dos objetivos da Alfabetização Científica e Técnica**. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pós-Graduação em Educação, UFSC, Florianópolis, 2003.

BETTANIN, E.; ALVES FILHO, J P. Alfabetização Científica e Técnica: um instrumento para observação dos seus atributos. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Anais [...]**. Bauru: ABRAPEC, 2003. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/iv-enpec/orais/ORAL028.pdf> Acesso em 20 maio de 2019.

BRASIL. [Secretaria de Educação Média e Tecnológica]. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. **LDB: Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. – Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017. 58 p. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/529732/lei_de_diretrizes_e_bases_1ed.pdf Acesso em: 15 de abr. de 2019.

BRASIL, MEC. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Brasília, DF: MEC, 2018

FOUREZ, G.; ENGLEBERT-LECOMPTE, V.; GROOTAERS, D.; MATHY, P. e TILMAN, F. Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

FOUREZ, G. Crise no ensino de Ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.8, n.2, p.109-123, 2003.

FOUREZ, G. **Cómo se elabora el conocimiento**. Narcea Ediciones, 2008.

LIZ, A. M. J.; MACHADO, C. J.; SILVEIRA, R. M. C. F. Ilha Interdisciplinar de Racionalidade em torno da gravura “Mad dog” de Thomas Lord Busby: um estudo

sobre a raiva. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 12, n. 1, p. 409-425, 2019.

MILARÉ, T.; DELGADO, K P; ORZARI, L O. Ilha interdisciplinar de racionalidade na formação de professores de química: um relato de experiência. **Revista Ciências & Ideias**, Rio de Janeiro, v.10, n. 3, p. 224-235, 2019. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/1234/704>. Acesso em 20 maio de 2020.

MOHR, A.; MULINARI, G.; VENTURI, T.; CUNHA, T. B. Um singular plural: contribuições de Gérard Fourez para a educação em ciências. **Revista Dynamis**, Blumenau, v. 25, n. 1, p. 164-179, 2019. Disponível em <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/view/7989/4185>, Acesso em 10 jan. 2020.

PESSOTI, A. L. **Ensino médio rural**: as contradições da formação em alternância. Vitória: Secretaria de Produção e Difusão Cultural, Universidade Federal do Espírito Santo, 1995.

PIETROCOLA, M.; PINHO-ALVES, J., PINHEIRO, T.F. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, 8 (2), 131-152, 2003. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/544/339>. Acesso em 20 maio de 2020.

PINHEIRO, T. F. et al. Um exemplo de construção de uma ilha de racionalidade em torno da noção de energia. In: Atas do VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Florianópolis: março, 2000. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/iii-enpec/p103.htm>. Acesso em 20 maio de 2020.

SIQUEIRA, J. B.; GAERTNER, R. Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade: conceito de proporcionalidade na compreensão de informações contidas em rótulos alimentícios. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v.8, Ed. Sinect, p.160-175, 2015.

Recebido: 22 jun. 2021

Aprovado: 31 mar. 2022

DOI: 10.3895/actio.v7n1.14442

Como citar:

VILA, M. de F.; BROIETTI, F. C. D.; ASSAÍ, N. D. S. Proposta metodológica de ilha interdisciplinar de racionalidade: um estudo a partir da temática calagem do solo em uma escola rural. **ACTIO**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 1-25, jan./abr. 2021. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: XXX

Correspondência:

Marcela de Fátima Vila

Rua Cornélio Procópio n. 754, Centro, Rosário do Ivaí, Paraná, Brasil

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

