

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

HÉLEN GIORGIS SANTOS

**ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE E O ENSINO DE
CIÊNCIAS DA NATUREZA: CONSTRUINDO UM AMBIENTE DE
APRENDIZAGEM INVESTIGATIVO E INTERDISCIPLINAR SOBRE A
ATIVIDADE LEITEIRA**

Bagé

2019

HÉLEN GIORGIS SANTOS

**ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE E O ENSINO DE
CIÊNCIAS DA NATUREZA: CONSTRUINDO UM AMBIENTE DE
APRENDIZAGEM INVESTIGATIVO E INTERDISCIPLINAR SOBRE A
ATIVIDADE LEITEIRA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Profa. Dra. Camila Aparecida Tolentino Cicuto

**Bagé
2019**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

S237i Santos, Hélen Giorgis
ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE E O ENSINO DE
CIÊNCIAS DA NATUREZA: CONSTRUINDO UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM
INVESTIGATIVO E INTERDISCIPLINAR SOBRE A ATIVIDADE LEITEIRA /
Hélen Giorgis Santos.
92 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Pampa,
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2019.
"Orientação: Camila Aparecida Tolentino Cicuto".

1. Metodologias ativas. 2. Ensino centrado no aluno. 3.
Alfabetização científica e tecnológica. 4.
Interdisciplinaridade. I. Título.

HÉLEN GIORGIS SANTOS

ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE E O ENSINO DE
CIÊNCIAS DA NATUREZA: CONSTRUINDO UM AMBIENTE DE
APRENDIZAGEM INVESTIGATIVO E INTERDISCIPLINAR SOBRE A
ATIVIDADE LEITEIRA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Dissertação de Mestrado defendida e aprovado em: 20 de março de 2019.

Banca examinadora:



Prof. Dra. Camila Aparecida Tolentino Cicuto

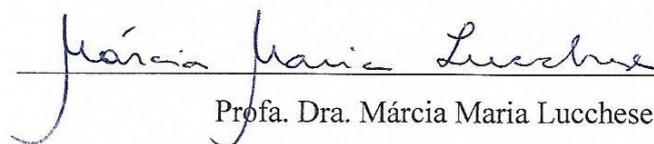
Orientadora

UNIPAMPA



Prof. Dr. Maurícius Selvero Pazinato

UFRGS



Profa. Dra. Márcia Maria Lucchese

UNIPAMPA

Dedico este trabalho especialmente à minha companheira. Seu cuidado e dedicação me deram em alguns momentos a esperança para seguir. Obrigada por todo apoio e incentivo que recebi durante esta trajetória dos meus familiares, amigos, colegas e alunos. Enfim, obrigada Deus por iluminar meus passos.

AGRADECIMENTO

Agradeço em primeiro lugar ao meu Pai “Danilo Alves Santos” que mesmo em plano diferente, sei que esteve junto em cada momento vivido, me dando força para poder lutar. À minha mãe, meus irmãos e sobrinhos, pelo carinho recebido que me foi dado durante esta jornada.

Um agradecimento em especial, a minha orientadora Camila Aparecida Tolentino Cicuto, por ter acreditado em meu trabalho e ter me guiado até este momento com toda sua dedicação. Obrigada por tudo, levarei para sempre comigo seus grandes ensinamentos.

Também agradeço aos demais professores e colegas do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências por este tempo vivido e pelas aprendizagens adquiridas.

Agradeço à escola Estadual, em que leciono pelo espaço cedido e em especial a todos meus alunos da 3º série do Ensino Médio. Obrigada pelo voto de confiança, pela participação, pelo apoio e envolvimento de cada um de vocês.

Enfim, agradeço a você Milena Severo Esmério minha companheira, amiga e cumprisse, que durante este percurso esteve em todos os momentos decisivos e especiais. Encarou junto às dificuldades encontradas, mas que com união conseguimos ultrapassar para chegarmos com êxito no objetivo final que era o título de Mestre. Obrigada pelo companheirismo e parceria, pois foram eles que nos ajudaram a concretizar este sonho.

“Quando alimentamos mais a nossa coragem do que nossos medos, passamos a derrubar muros e a construir pontes.”

Ligia Guerra

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo desenvolver e avaliar uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade sobre a atividade leiteira para estudantes da terceira série do Ensino Médio de uma Escola Estadual da região da Campanha Gaúcha no Rio Grande do Sul. Foram coletados dados antes, durante e após a intervenção didática. Estas coletas envolveram a aplicação de questionários de baixa e alta ordem cognitiva e portfólios como forma de obter indicadores de aprendizagem e da promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica. Utilizou-se também um instrumento para identificar as áreas do conhecimento presente na Ilha como parâmetro para verificar a efetivação ou não da interdisciplinaridade. Quanto à análise, foram utilizadas as abordagens qualitativa e quantitativa. Os resultados evidenciaram ganhos significativos em termos de aprendizagem e habilidades para a solução de problemas. Os resultados também demonstram que esta iniciativa de inovação através das Ilhas caminhou no sentido de promover a Alfabetização Científica e Tecnológica dos alunos. Além disso, foi possível confirmar a efetivação da interdisciplinaridade, tomando como parâmetros as diferentes áreas do conhecimento identificadas pelos estudantes, bem como a sua articulação. Como produto deste trabalho desenvolveu-se uma proposta de intervenção didática de caráter interdisciplinar, buscando disponibilizar aos professores e instituições de ensino interessadas, um material teórico-prático para apoiar o desenvolvimento de ações na área de Ensino de Ciências da Natureza.

Palavras-Chave: Metodologias ativas. Ensino centrado no aluno. Alfabetização científica e tecnológica. Interdisciplinaridade.

ABSTRACT

This research had the aim develop and evaluate the methodology of the Interdisciplinary Island of Rationality on the milk activity for students of the third year of High School of a State School in region of the Campanha Gaúcha, Rio Grande do Sul. Data were collected before, during and after the intervention didactic. These collections involved the application of low and high order cognitive skills questionnaires and portfolios as a way to obtain indicators of learning and the promotion of Scientific and Technological Literacy. An instrument was also used to identify the areas of knowledge present on the Island as a parameter to verify the effectiveness or not of interdisciplinarity. Regarding the analysis, the qualitative and quantitative approaches were used. The results showed significant gains in terms of learning and problem solving skills. The results also demonstrate that this initiative of innovation through the Islands has moved towards promoting the Scientific and Technological Literacy of the students. In addition, it was possible to confirm the effectiveness of interdisciplinarity, taking as parameters the different areas of knowledge identified by the students, as well as their articulation. As a product of this work, a proposal for interdisciplinary didactic intervention was developed, seeking to make available to teachers and educational institutions interested a theoretical and practical material to support the development of actions in the area of Natural Science Education.

Keywords: Active methodologies. Student-centered teaching. Scientific and technological literacy. Interdisciplinarity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho da pesquisa considerando um estudo de natureza mista.....	30
Figura 2 - Fotografia registrando as análises realizadas durante as visitas do profissional da área de Zootecnia.....	38
Figura 3 - Tabela com o preço pago pelo leite e os níveis de CBT e CCS durante doze meses, elaborada por um dos estudantes que participou da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade.....	39
Figura 4 - Exemplo de cartaz construído na etapa 6 da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade.....	42
Figura 5 - Fotos da VII Mostra Interdisciplinar e suas Tecnologias. As imagens abrangem as análises da qualidade do leite como CMT (<i>Californian mastites test</i>), teste da caneca de fundo preto, os derivados do leite trazidos pelos alunos para degustação e também o teste para identificação da adulteração do leite.....	44
Figura 6 - Dendrograma obtido a partir da HCA utilizado o método Ward/Incremental e a distância Euclidiana. A linha tracejada indica com 72,2% a similaridade dos alunos. Matriz de dados X (20x4).	55
Figura 7 - Gráfico do tipo radar para a identificação das áreas do conhecimento presentes na Ilha Interdisciplinar de Racionalidade sobre a atividade leiteira.....	57
Figura 8 - Nuvens de palavras elaboradas a partir das respostas dos alunos com a contribuição das diferentes áreas do conhecimento para a compreensão da temática da atividade leiteira.	59
Figura 9 - Nuvens de palavras elaboradas a partir das respostas dos alunos com a contribuição de todas as áreas do conhecimento presentes na Ilha Interdisciplinar de Racionalidade.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequências, em porcentagem, das categorias de análise obtidas a partir das respostas dos alunos no questionário inicial (questões LOCS).....	47
Tabela 2 - Frequências, em porcentagem, das categorias de análise obtidas a partir das respostas dos alunos no questionário final (questões LOCS).....	49
Tabela 3 - Frequências, em porcentagem, das categorias de análise obtidas a partir das respostas dos alunos no questionário final (problemas do tipo HOCS).....	50
Tabela 4 - Frequências, em porcentagem, da análise das rubricas na avaliação dos portfólios.....	53
Tabela 5 - Médias e desvio padrão calculados para os agrupamentos da HCA (Mínimo 1 – máximo 4).....	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade para a situação problema da atividade leiteira na região da campanha Gaúcha.	29
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 ENSINO CENTRADO NO ALUNO EM CIÊNCIAS DA NATUREZA	16
3 ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE	18
3.1 Etapas da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade	18
4 SITUAÇÃO DE ESTUDO.....	22
5 OBJETIVO	26
5.1 Objetivos específicos.....	26
5.2 Perguntas de pesquisa.....	26
6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	27
6.1 Sujeitos da pesquisa.....	27
6.2 Intervenção didática.....	27
6.3 Desenho da pesquisa.....	30
6.4 Coleta dos dados.....	30
6.4.1 Perfil dos alunos	31
6.4.2 Avaliação da aprendizagem e habilidade para resolução de problemas.....	31
6.4.3 Interdisciplinaridade	31
6.5 Análise dos dados	32
6.5.1 Análise qualitativa	32
6.5.2 Análise quantitativa	33
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
7.1 Descrição da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade	35
7.2 Perfil dos alunos	45
7.3 Avaliação da aprendizagem de conceitos e habilidades para resolver problemas	47
7.4 Interdisciplinaridade	57
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
9 REFERÊNCIAS	66
APÊNDICES	69

1 INTRODUÇÃO

A Interdisciplinaridade exige mudança de atitude frente ao conhecimento, pois aspectos não expressos claramente ou até ocultos ao ato de ensinar e aprender precisam ser compreendidos para a efetivação de uma prática pedagógica que cumpra os pressupostos desta abordagem. Para atingir tal objetivo é imprescindível uma profunda imersão na prática docente, preconizando cinco atitudes: humildade, coerência, espera, respeito e desapego. A *humildade* envolve a consciência dos próprios limites. É preciso reconhecer que o conhecimento é imperfeito, incompleto, que pode ser questionado, reformulado ou até que pode se tornar obsoleto. Assim, a humildade exige estar sempre à procura de novos significados. A *coerência* estimula a vontade coletiva, pois a consistência de ações efetivas em prol da educação permite que desejos individuais acabem inspirando outros professores a inovarem na sala de aula. A *espera* é constante com contexto educacional. Os professores precisam considerar que cada aluno tem o seu tempo para compreender/amadurecer e, assim internalizar novos conhecimentos. Além disso, é preciso *respeito* às diferentes formas de conhecimento e às individualidades de cada estudante. Por fim, o *desapego* pressupõe estar aberto ao novo e ao inesperado (FAZENDA, 2002).

Neste sentido, trabalhar com a interdisciplinaridade é um grande desafio, pois, nem todos os(as) professores percebem a sua importância e nem sempre colaboram para a realização de atividades considerando dos princípios da humildade, coerência, espera, respeito e desapego. Além disso, este é um conceito bastante complexo e muitos não compreendem o seu real significado.

A Interdisciplinaridade não pode ser compreendida como uma junção de disciplinas, visto que se isso fosse inteiramente verdade, o currículo seria apenas a organização da grade curricular. Ela deve ser entendida como ações de coragem por parte dos professores diante do conhecimento (FAZENDA, 2008). Isso exige que a interdisciplinaridade seja encarada como “uma nova atitude diante da questão do conhecimento, de abertura à compreensão de aspectos ocultos do ato de aprender e dos aparentemente expressos, colocando-os em questão” (FAZENDA, 2002, p. 11). Neste sentido, na Interdisciplinaridade não há exclusão das disciplinas, mas também não apenas a junção delas. Esta abordagem exige o diálogo numa perspectiva educacional de troca entre as diferentes áreas do conhecimento.

Assim, ao me deparar com a necessidade de profunda imersão no cotidiano escolar visando uma prática docente interdisciplinar, desenvolvi juntamente com outros três professores da escola que leciono uma Mostra Interdisciplinar e suas Tecnologias. Esta Mostra teve início em 2011 e passou por várias mudanças ao longo destes anos. Diante dos vários impasses e alguns obstáculos encontrados na sua execução, trago para este trabalho a proposta de utilização de uma metodologia verdadeiramente de caráter interdisciplinar para reestruturar o desenvolvimento desta atividade: as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (FOUREZ, 1997).

Nesta perspectiva, a presente pesquisa teve como objetivo desenvolver e avaliar uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade sobre a atividade leiteira aos estudantes da terceira série do Ensino Médio da referida escola.

A estrutura desta dissertação apresenta como fundamentação teórica uma discussão sobre o ensino centrado no aluno em Ciências da Natureza. Esta seção (seção 2) foi iniciada com as demandas presentes no panorama atual para evidenciar a necessidade de se pensar metodologias de ensino em que o foco da instrução é transferido do professor para o aluno. Dando sequência apresentou-se uma discussão teórica sobre Alfabetização Científica e Tecnológica (seção 3), apontando a construção e implantação das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade como estratégia para repensar a educação científica. Na seção seguinte (seção 4) foram apresentadas as principais características da atividade leiteira, sendo esta a situação problema selecionada para a condução da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade.

No caminho metodológico da pesquisa (seção 6), optou-se por coletar dados antes, durante e após a intervenção didática. Estas coletas envolveram a aplicação de questionários de baixa e alta ordem cognitiva e portfólios como forma de obter indicadores da aprendizagem e da promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica. Utilizou-se também um instrumento para identificar as áreas do conhecimento presente na Ilha como parâmetro para verificar a efetivação ou não da interdisciplinaridade. Na análise dos dados optou-se por utilizar as abordagens qualitativa e quantitativa com o objetivo de obter uma compreensão mais robusta do processo de ensino-aprendizagem.

Os resultados desta pesquisa foram apresentados na seção seguinte (seção 7) e evidenciam os ganhos significativos em termos de aprendizagem e as habilidades desenvolvidas pelos alunos para a solução de problemas. Os resultados também demonstram que esta iniciativa de inovação através das Ilhas caminhou no sentido de promover a

Alfabetização Científica e Tecnológica dos alunos. Além disso, foi possível confirmar a efetivação da interdisciplinaridade, tomando como parâmetros as diferentes áreas do conhecimento identificadas pelos estudantes, bem como a sua articulação.

No fechamento deste trabalho (seção 8) foram apresentadas algumas considerações acerca da pesquisa, evidenciando a relevância do presente estudo e contribuições para a área. Como produto Educacional desta pesquisa, apresentou-se uma intervenção didática de caráter interdisciplinar através das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade sobre a atividade leiteira na região da campanha Gaúcha (material suplementar desta dissertação).

2 ENSINO CENTRADO NO ALUNO EM CIÊNCIAS DA NATUREZA

Grandes avanços marcaram a sociedade do conhecimento na segunda metade do século XX. Destaca-se a explosão do conhecimento científico e a introdução de novas tecnologias como responsáveis por tais mudanças de amplitude global. Consequentemente, essas mudanças trouxeram novos desafios ao sistema educacional. Isso porque para lidar com as inovações tecnológicas é preciso recursos humanos capacitados para transformar as informações, até agora conhecidas, em novos conhecimentos. Neste contexto, o Ensino de Ciências da Natureza tem papel fundamental na promoção do pensamento crítico e lógico dos alunos e a fim de capacitá-los para resolver problemas e tomar decisões orientadas. Além do mais, o ensino das Ciências é fundamental para inspirar a opção pela atividade de pesquisador na área científica e tecnológica e de novos professores (ROITMAN, 2009).

Apesar disso, no Ensino de Ciências de Natureza predominam as aulas puramente expositivas, contribuindo pouco, ou nada para a participação efetiva do aluno na construção do conhecimento. Como alternativa, a literatura atual apresenta as metodologias de ensino centrado no aluno (ou metodologias ativas de aprendizagem) para proporcionar uma formação ativa e crítica dos estudantes, na tentativa de atender as demandas presentes no panorama atual.

Nas metodologias de ensino centradas no aluno, o foco da instrução é transferido do professor para o estudante. Nesta abordagem, os alunos mantem uma postura ativa e crítica sobre o conhecimento, sendo corresponsáveis pela própria aprendizagem. Estas metodologias permitem que eles utilizem as dimensões sensório/motor, afetivo/emocional e mental/cognitiva enquanto aprendem. Para isso, colaboram com os pares e consultam o professor quando não conseguem sanar as dúvidas sozinhos(as) (NASCIMENTO; COUTINHO, 2017; JONES, 2007; MONTEIRO; SMOLE, 2010).

O professor, por sua vez, tem o papel de propor desafios que sejam relevantes para os alunos. Além disso, o docente assume a função de facilitador da aprendizagem, deixando de ser o detentor do conhecimento. Ele orienta o aluno a lidar com a enorme quantidade de informação disponível, permitindo que os acadêmicos consigam avaliar, interpretar e refletir a partir das informações disponíveis. Neste sentido, o papel do professor é muito mais amplo e complexo do que no ensino em que predominam as aulas puramente expositivas (MORAN, 2017).

A partir desta descrição, evidencia-se a importância do docente dar voz aos alunos e abandonar a narrativa. Segundo Moreira (2011, p. 7) “deixar os alunos falarem implica usar estratégias nas quais possam discutir, negociar significados entre si, apresentar oralmente ao grande grupo o produto de suas atividades colaborativas, receber e fazer críticas”. Esta abordagem pressupõe que o aluno fale, argumente e participe ativamente da construção do conhecimento (MOREIRA, 2011).

O ensino centrado no aluno, além desta mudança no foco da instrução, pressupõe que o professor considere situações reais e relevantes aos alunos. Isso exige que o conhecimento não seja fragmentado, que busque um fazer pedagógico interdisciplinar, pois uma única disciplina não consegue abarcar os conteúdos necessários para lidar com tal complexidade. Esta concepção de ensino permite estimular os alunos a compreenderem e analisarem a sua realidade de maneira crítica, além de possibilitar a proposição de ações junto ao contexto social em que estão inseridos. Estes argumentos evidenciam o potencial interdisciplinar do ensino centrado no aluno (KLEIN, 2013).

Em síntese, o uso de metodologias de ensino centradas no aluno, através de estímulos ao pensamento crítico e lógico e explorando a criatividade contribui para superar os desafios educacionais presentes no panorama atual, conforme mencionado anteriormente. O ensino baseado em transmissão de informações é uma metodologia de séculos passados e não atende mais as necessidades e desejos dos alunos. Neste sentido, centrar o ensino no aluno representa uma possibilidade para repensar educação científica considerando uma abordagem interdisciplinar e contextualizada (MOREIRA, 2011). Mas, como efetivar uma prática com tais características? É fundamental tal questionamento para não ficarmos apenas em uma discussão teórica.

3 ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE

Na tentativa de responder o questionamento apresentado anteriormente, a presente pesquisa tem como objetivo a construir e implementar uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade como estratégia para repensar a educação científica através de uma abordagem centrada no aluno. A Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, proposta de Fourez, é uma metodologia direcionada a Alfabetização Científica e Tecnológica, que possibilita aos estudantes participarem da construção do conhecimento de forma autônoma e colaborativa (FOUREZ, 1997).

A Alfabetização Científica e Tecnológica consiste em divulgar para a sociedade os conhecimentos necessários para que compreendam decisões técnicas. Isso permite que tais decisões sejam supervisionadas pela população, conferindo responsabilidade a todos (FOUREZ, 1997). Neste sentido, Fourez (1997) sugere a Alfabetização Científica e Tecnológica no âmbito do Ensino de Ciências da Natureza com proposta para estimular a construção do pensamento crítico e do exercício da cidadania.

Segundo Fourez (1997) através da Alfabetização Científica e Tecnológica é possível aproximar o Ensino das Ciências da própria Natureza da Ciência. Esta abordagem permite que os alunos compreendam as teorias e modelos científicos, considerando o porquê, de que forma e para quem foram propostos. Além de entender quais são as limitações e justificativas para o desenvolvimento de novas teorias e modelos (FOUREZ, 1997).

É neste sentido que Fourez (1997) apresenta como caminho metodológico as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade. Através das Ilhas é possível propor um projeto, relevante aos alunos, considerando saberes da vida cotidiana e proveniente de diferentes disciplinas. Para isso, o autor propõe um procedimento de abertura de caixas pretas, que permite a eles abrirem inicialmente com a ajuda de especialistas, mas também confere autonomia para que façam isso sem ajuda (FOUREZ, 1997; FOUREZ; MAINGAIN; DUFOUR, 2008). A seguir, com mais detalhes as oito etapas para a construção e implantação de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade.

3.1 Etapas da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade

A sequência de etapas e procedimentos para a elaboração de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade que norteiam o desenvolvimento de uma prática interdisciplinar no Ensino

de Ciências da Natureza. Destaca-se que estas etapas, para a construção das Ilhas, podem ser adequadas de acordo com a necessidade do professor e contexto de aplicação. Estas são diretrizes que fomentam a curiosidade e autonomia dos estudantes para que abram as caixas pretas com vistas à promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica. A seguir, as oito etapas da Ilha considerando o livro *Alfabetización Científica y Tecnológica* de Fourez (1997):

Etapa 1 – Elaboração de um Clichê da situação estudada:

O clichê pode ser definido como um conjunto de representações, que podem estar corretas ou não, dos alunos sobre a situação de estudo. Para isso, nesta etapa é realizado um *brainstorming* ou chuva de ideias. Esta atividade permite revelar o que o grupo de alunos pensa sobre o tema, além de possibilitar a identificação de concepções alternativas e/ou conceitos errados (FOUREZ, 1997).

Etapa 2 – O Panorama Espontâneo:

O panorama espontâneo complementa o clichê. Esta etapa ainda é bastante espontânea, pois depende apenas dos próprios alunos e não de especialistas. Como resultado desta etapa tem-se as seguintes ações a serem produzidas pelos estudantes (FOUREZ, 1997):

- a. Lista de atores envolvidos: professores, alunos e outros;
- b. Busca de normas e condições impostas pela técnica: levantamento das normas de utilização considerando os aspectos técnicos, comerciais e culturais;
- c. Lista de posturas e tensões: vantagens e inconvenientes em se abordar determinadas temáticas;
- d. Lista de caixas-pretas: lista de questionamentos que serão estudados mais a fundo com o andamento da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade;
- e. Lista de bifurcações: corresponde à seleção de estratégias a serem seguidas;
- f. Lista de especialistas e especialidades envolvidas: seleção de especialistas ou especialidades fundamentais para a abertura das caixas-pretas (FOUREZ, 1997).

Assim, ao listar os seis itens acima, os alunos passam a ter uma visão completa dos elementos necessários para abrir as caixas pretas.

Etapa 3 – Consulta aos Especialistas e às Especialidades:

A partir da lista elaborada no panorama espontâneo, selecionam-se os especialistas/especialidades a serem consultados. Esta etapa possibilita que as questões elencadas pelos alunos no clichê sejam respondidas. Além disso, permite confrontar a visão dos alunos com a do especialista sobre a situação de estudo. É uma etapa longa, pois é neste estágio que os alunos abrem as caixas pretas (FOUREZ, 1997).

Etapa 4 – Ir à Prática:

Ir à prática possibilita considerar de forma concreta aspectos da ciência e tecnologia. Isso significa deixar as formas abstratas para de fato se aprofundar na situação de estudo. Neste estágio da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, algumas estratégias podem ser utilizadas: entrevistas, saídas de campo, leituras e pesquisas sobre o assunto (FOUREZ, 1997).

Etapa 5 – Abertura aprofundada de uma ou outra caixa-preta e a descoberta dos “princípios disciplinares” que sustentam uma tecnologia:

Esta etapa tem como objetivo compreender com mais rigor alguns aspectos da situação de estudo. Para isso, é necessário aprofundar elementos peculiares de cada uma das disciplinas necessárias para a solução do problema. Isso pode exigir a ajuda de especialistas de outras áreas do conhecimento, como por exemplo, a colaboração de um especialista da área de Ciências Humanas para a abertura de caixas pretas sobre aspectos culturais e políticos presentes na temática da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (FOUREZ, 1997).

Etapa 6 – Esquematização global de uma tecnologia:

Esta etapa pressupõe a elaboração de uma síntese parcial e objetiva da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade. Os alunos podem fazer um resumo ou utilizar uma representação gráfica para sistematizar a situação de estudo (FOUREZ, 1997).

Etapa 7 – Abrir caixas pretas sem a ajuda de especialistas:

Na vida cotidiana, nem sempre é possível contar com a ajuda de especialistas ou ainda não se tem todos os recursos necessários para a resolução de problemas. Assim, esta etapa tem como objetivo permitir que os alunos construam explicações para a situação de estudo. Para

isso, são estimulados a terem maior autonomia na tentativa de resolver as caixas pretas que ainda tem dúvidas. Nesta etapa os alunos podem consultar internet e outras fontes para obter respostas que não foram respondidas pelos especialistas (FOUREZ, 1997).

Etapa 8 – Síntese da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade:

Neste estágio os alunos elaboram um produto que sintetiza a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade. Este pode ser uma produção oral ou escrita a partir do desenvolvimento do projeto. Este produto sintetiza os principais aprendizados dos estudantes ao longo da Ilha e ainda permite a reflexão deles acerca do mundo científico-técnico. Para tanto, Fourez apresenta algumas perguntas para serem respondidas:

- a. “Em que medida o que nós temos estudado nos ajuda a negociar com o mundo tecnológico destacado?”
- b. “No que isso nos dá certa autonomia no mundo científico-técnico na sociedade em geral?”
- c. “De que forma os saberes obtidos nos ajudam a discutir com maior precisão as decisões a tomar?”
- d. “De que maneira isto nos dá uma representação de nosso mundo e de nossa história que nos permite situarmos melhor e nos comunicarmos com os outros?” (FOUREZ, 1997, p. 121).

Na presente pesquisa esta sequência de oito etapas para a elaboração de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade foi conduzida com o objetivo de explorar a temática da atividade leiteira na região da campanha Gaúcha. Detalhes sobre a seleção da temática e os questionamentos dos alunos foram descritos na seção de metodologia.

Na seção a seguir foram apresentados alguns apontamentos da literatura sobre a temática selecionada para a situação de estudo.

4 SITUAÇÃO DE ESTUDO

O setor agropecuário brasileiro representa para o Produto Interno Bruto (PIB) R\$1 trilhão, sendo o setor pecuário responsável por 30% deste valor. A atividade leiteira compõe um dos ramos do setor pecuário e corresponde a cerca R\$ 68 bilhões. No Brasil temos estados, como Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, que se destacam dos demais quanto a presença da atividade leiteira e a sua importância para a economia estadual. Além disso, a atividade leiteira no país continua em expansão, principalmente em estados da região norte do Brasil. No estado do Rio Grande do Sul esta atividade é mais expressiva no noroeste do estado, mas ainda existem microbacias espalhadas pelas demais microrregiões como Vale do Taquari, Serra e Pelotas, onde a atividade possui grande importância na economia primária dos municípios. Já na Campanha Gaúcha temos municípios como Aceguá, Alegrete e Santana do Livramento que também se destacam regionalmente na atividade leiteira (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

As propriedades que atuam na atividade leiteira no Brasil são representadas, em sua maioria, por pequenas propriedades com mão de obra familiar (PICOLI *et al.*, 2015). São famílias que dependem desta atividade como principal fonte de renda (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017). Para possuírem a rentabilidade positiva na atividade, os produtores de leite estão sob a influência de fatores internos e externos a propriedade.

O fator que mais contribui para o insucesso da atividade, dentro da propriedade, é a falta de escrituração zootécnica e contábil da produção leiteira e da propriedade como um todo. Assim, o produtor não sabe se está conseguindo obter rentabilidade no segmento leiteiro ou se o resultado é oriundo de outra atividade (SILVA; OLIVEIRA; VELOSO, 2014). Por não ter conhecimento da rentabilidade, o produtor fica de olhos vendados e não consegue ajustar o custo de produção. Ainda entre os fatores, dentro da propriedade, que influenciam na rentabilidade da atividade tem-se a quantidade e qualidade do leite coletado pela agroindústria. O produtor recebe melhor remuneração pelo litro de leite produzido, quanto maior for o volume coletado, além da constância deste volume durante o ano, do maior teor de gordura no leite e ainda algumas agroindústrias consideram o menor número de contagem bacteriana total (CBT) e contagem de células somáticas (CCS) como indicadores de qualidade (VARGAS *et al.*, 2014). Estes aspectos serão mais bem detalhados ao longo do texto.

Em relação aos fatores externos as propriedades, os produtores estão submetidos às políticas governamentais e as agroindústrias. Dentre estes, tem-se a baixa competitividade de agroindústrias de leite em regiões específicas e a importação de derivados de leite decorrente das políticas de comércio exterior brasileiro. Estes fatores externos são mais perceptíveis aos produtores que se localizam em regiões mais distantes de centros consumidores e/ou de difícil acesso para a coleta do leite, pois aumentam o custo para a agroindústria. A importação de produtos lácteos potencializa os prejuízos do produtor leiteiro se o mesmo se encontrar na região de entrada de produtos importados pelo país, como no caso das cidades fronteiriças. O município abordado por este estudo apresenta a influência destes fatores externos por possuir difícil acesso as propriedades para a coleta de leite, localizar-se distante de centros consumidores e de captação leiteira e ainda possui fronteira seca com o Uruguai, sendo este o maior exportador de lácteos para o Brasil por produzir mais que a demanda interna e ainda pela proximidade territorial (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

O produtor de leite brasileiro sob a influência destes fatores possui algumas alternativas para aumentar a rentabilidade na atividade leiteira. A adoção de manejos alimentares específicos para a realidade do produtor, agregar valor ao leite produzido e o monitoramento da qualidade do leite coletado pela agroindústria são alternativas tangíveis para o produtor.

Os manejos alimentares consistem em pastoreio em campo nativo, pastoreio em pastagens cultivadas e confinamento. No município deste estudo, o manejo alimentar mais utilizado na atividade leiteira é o pastoreio do campo nativo presente no Bioma Pampa. A adoção deste manejo alimentar está atrelada ao baixo custo de implantação e de manutenção alimentar dos animais. Contudo, somente a utilização deste como base alimentar não permite adequada nutrição para a produção de leite. Os manejos alimentares que otimizam a produção podem ser obtidos por meio de investimentos em uma nutrição mais balanceada aos animais. A simples prática da suplementação destas vacas e/ou o emprego do melhoramento do campo nativo trazem maior produtividade e rentabilidade a propriedade (LOPES *et al.*, 2015).

A formação de pequenas áreas com pastagem cultivada é uma alternativa para atingir tal propósito (SILVA; OLIVEIRA; VELOSO, 2014). No Rio Grande do Sul durante o período hibernal, período em que o campo nativo praticamente não se desenvolve vegetativamente, há

maior necessidade de suprir as exigências nutricionais dos animais como um todo (SILVEIRA *et al.*, 2014).

Na implementação do sistema que utiliza pastagens cultivadas, o produtor precisa de trator e implementos agrícolas próprios ou pode contratar estes (vizinhos ou prestação de serviço). O mesmo cabe para o sistema de confinamento, que possui investimento inicial alto com retorno de capital de longo prazo. Neste sistema é necessário maquinários agrícolas para produção e fornecimento de alimentos para os animais, como também para a instalação dos animais (BREITENBACH, 2018).

A rentabilidade da atividade leiteira pode apresentar melhores resultados também ao utilizar soluções que agregam valor ao leite produzido. Uma das formas mais comuns é o processamento do leite em produtos derivados, que são comercializados com melhores remunerações e sem a presença de atravessadores comerciais (TRONCO, 2013). Podem ser produzidos doce de leite, manteiga, creme de leite, nata, iogurte, sorvete e outros, além da vantagem de poderem ser comercializados na cidade por meio de feiras familiares ou a domicílio.

Os produtores ainda podem agregar valor ao leite quando se unem para formar associações ou cooperativas. Assim, conseguem comprar insumos com preços inferiores, além de melhorarem a remuneração do litro de leite quando criam uma central de captação coletiva ou selos de comercialização (origem, procedência, manejo adotado: orgânico, agroecológico, nutricional, bem-estar animal).

A qualidade do leite produzido na propriedade também proporciona melhor remuneração ao produtor, pois muitas empresas utilizam parâmetros de qualidade como indicadores do valor a ser pago ao produtor (VARGAS *et al.*, 2014). Além da qualidade do leite, participam na formação do preço pago ao produtor o sistema de ordenha utilizado na propriedade, a quantidade e a regularidade do volume entregue mensalmente. Como sugerido anteriormente, entre os parâmetros qualitativos utilizados pela indústria para remuneração estão a CBT (contagem bacteriana total), CCS (contagem de células somáticas) e o teor de gordura presente no leite. O que deve ser almejado pelo produtor é que o leite coletado possua baixo valor nas duas diferentes contagens (CBT e CCS) e máximo teor de gordura. Conforme Tronco (2013), a CBT consiste em mensurar as condições sanitárias que o leite é coletado na propriedade (limpeza e desinfecção de ambientes produtivos). Já o CCS fornece informações sobre as condições ambientais em que o animal está inserido e indicadores de sanidade da

vaca (PICOLI *et al.*, 2015). Já o teor de gordura está diretamente relacionado com a genética e a nutrição balanceada dos animais.

Para verificar o parâmetro CCS do leite, na propriedade, podem ser adotados dois testes individualizados. O teste da caneca do fundo preto, realizado antes de cada ordenha, consiste em coletar os três primeiros jatos de cada teto para o interior da caneca que possui um filtro de verificação da presença de grumos no leite. A presença de grumos neste teste indica que o animal apresenta problemas (mastite clínica) e necessita de acompanhamento e tratamento individualizado. O outro teste a ser realizado é o CMT (*Californian mastites test*), realizado semanalmente que consiste em coletar 2 ml de leite de cada teto e adicionar a mesma quantidade de reagente (2 ml) em uma raquete que compõe o kit teste. Após, em movimentos circulares, se faz a homogeneização dos líquidos que após reagirem formam diferentes tons de roxo (indicam a sanidade do úbere da vaca). Como no teste anterior, a vaca identificada com problemas (mastite subclínica) também deverá ter acompanhamento e tratamento individualizado.

O produtor pode atuar preventivamente em sua propriedade para evitar problemas relacionados com a qualidade do leite. Como mencionado anteriormente, o teor de gordura do leite está relacionado à genética (mudança de longo prazo se realizada pelo produtor) e nutricional (mudança imediata). Com o fornecimento de dieta balanceada, o produtor terá consequentemente aumento no teor de gordura do leite produzido. Já os demais parâmetros qualitativos, dependem da higiene e desinfecção da sala de ordenha e das instalações dos animais, cuidados com manejo dos animais (não permitir que as vacas deitem após a ordenha num período inferior a 30 minutos, não permitir que os animais adentrem nas aguadas e em confinamentos, realizar a limpeza e manutenção da cama) (SILVA; OLIVEIRA; VELOSO, 2014).

Por fim, em relação aos principais constituintes do leite, destaca-se a água como quantitativamente mais importante, pois é nela que estão dissolvidos, dispersos ou emulsionados os demais componentes. Além disso, apresenta em sua constituição proteínas, lactose, substâncias minerais, além da gordura (discutida ao longo do texto) e outros. As principais propriedades físico-químicas do leite são: pH varia entre 6,6 e 6,8, com média de 6,7 a 20 °C ou 6,6 a 25 °C; densidade que varia entre 1,023 g/ml e 1,040 g/ml a 15 °C; o valor médio é 1,032 g/ml entre outras (SILVA, 1997).

5 OBJETIVO

Esta pesquisa teve como objetivo desenvolver e avaliar uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade sobre a atividade leiteira realizada com estudantes da terceira série do Ensino Médio de uma Escola Estadual da região da Campanha Gaúcha no Rio Grande do Sul.

5.1 Objetivos específicos

1. Caracterizar o perfil dos sujeitos da pesquisa;
2. Promover a Alfabetização Científica e Tecnológica dos alunos a partir do contato com problemas desafiadores presentes na vida cotidiana deles;
3. Investigar a aprendizagem dos estudantes considerando como indicadores o domínio dos conceitos científicos e o desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores;
4. Verificar a efetivação da interdisciplinaridade tomando como parâmetros as áreas do conhecimento identificadas pelos alunos a partir da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade.

5.2 Perguntas de pesquisa

A seguir, as perguntas de pesquisa que norteiam a coleta e análise de dados: 1. Qual a relação dos alunos com a atividade leiteira? 2. Os problemas propostos na situação de estudo contribuíram para a promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica? 3. Os alunos apresentaram domínio dos conceitos científicos e desenvolveram habilidades cognitivas superiores? 4. Foi possível efetivar uma prática pedagógica de caráter interdisciplinar?

6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

6.1 Sujeitos da pesquisa

Os sujeitos desta pesquisa (n=20) foram alunos da terceira série do Ensino Médio de uma escola Estadual da Região da Campanha Gaúcha. Um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado pelos pais ou responsáveis de cada adolescente participante desta investigação, assegurando-se o anonimato dos dados de pesquisa e a possibilidade de desistência a qualquer tempo. A seguir, a descrição de como foi realizada esta ação, tomando como base os objetos correspondentes a cada etapa da metodologia adotada.

6.2 Intervenção didática

Como descrito na seção 3.1, o desenvolvimento de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade contempla as seguintes etapas: o clichê, o panorama espontâneo, a consulta aos especialistas e às especialidades, a ida à prática, a abertura aprofundada de uma ou outra caixa-preta, a esquematização global de uma tecnologia, a abertura das caixas pretas sem a ajuda de especialistas e, por fim, a síntese da Ilha. Este procedimento foi conduzido no âmbito do contexto escolar, a fim de explorar a temática da atividade leiteira na região da campanha Gaúcha. Mas, por que abordar este tema?

Para a seleção da situação de estudo considerou-se o interesse dos alunos, a localidade da escola e a experiência que muitos possuíam com a produção leiteira. Este tema foi indicado por vários estudantes como central para a comunidade em que estão inseridos. A temática foi escolhida no final do ano que antecedeu a coleta dos dados, ou seja, quando os alunos ainda estavam na 2ª série do Ensino Médio. Sistematizou-se a seguir, as principais dúvidas sobre a atividade leiteira apresentadas por eles:

- a. Quais fatores levam ao baixo lucro com a produção do leite?
- b. Qual o custo de produção do leite considerando os diferentes tipos de manejo alimentar dos animais e a forma de comercialização?
- c. Quais são os parâmetros de qualidade do leite e técnicas de análise?

A partir destas dúvidas elaborou-se uma situação problema, a qual foi apresentada aos estudantes através de uma carta fictícia supostamente escrita pela comunidade (APÊNDICE I). Como produto da Ilha, esperava-se que eles fossem capazes de responder a esta carta, considerando os itens supracitados. Para atingir tal objetivo foi necessário o aporte de profissionais de diferentes áreas do conhecimento, tais como das Ciências da Natureza e suas tecnologias para compreensão da importância, propriedades e a composição do leite, além de profissionais das Ciências Agrárias para a discussão sobre técnicas de análise da qualidade do produto, diferentes técnicas de manejo alimentar e diferentes formas de comercialização. Também profissionais da área da Matemática e suas tecnologias foram consultadas para auxílio sobre economicidade da produção leiteira e da área das Linguagens, códigos e suas tecnologias para orientação na elaboração, por exemplo, da carta de resposta aos membros da comunidade, além da Geografia e História. Esta integração de diferentes profissionais e áreas do conhecimento foi conduzida conforme Quadro 1. Para tanto, foram descritas as etapas com as respectivas atividades realizadas e o tempo utilizado em cada uma destas.

Quadro 1 - Etapas da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade para a situação problema da atividade leiteira na região da campanha Gaúcha.

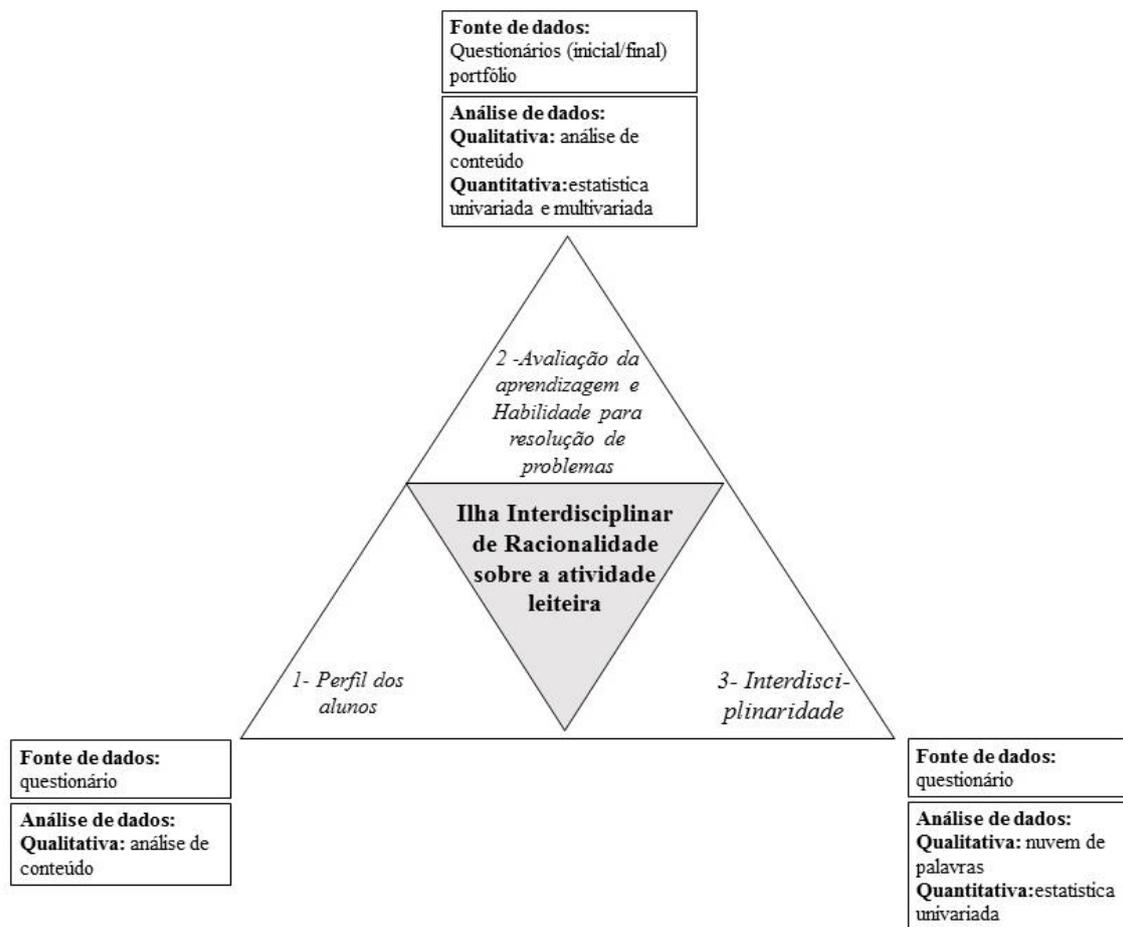
Etapas	Atividades
Clichê	<ul style="list-style-type: none"> - Leitura da carta fictícia pelos alunos; - <i>Brain-storming</i> para identificar as concepções alterativas e dúvidas dos estudantes.
Panorama Espontâneo	<ul style="list-style-type: none"> - Lista de atores envolvidos; - Lista de normas e condições impostas pela técnica; - Lista de posturas e tensões; - Lista de caixas-pretas; - Lista de bifurcações; - Lista de especialistas e especialidades envolvidas.
Consulta aos Especialistas e às Especialidades	<ul style="list-style-type: none"> - Participação de especialistas da área de Ciências Agrárias.
Indo à prática	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração do roteiro de entrevistas a serem realizadas com familiares e/ou pessoas da comunidade que trabalham com a produção leiteira; - Realização das entrevistas.
Abertura aprofundada de uma ou outra caixa-preta	<ul style="list-style-type: none"> - Aprofundamento de aspectos específicos de cada disciplina através da resolução de um roteiro com desafios a serem respondidos com a ajuda dos professores das Ciências da Natureza, Matemáticas e outras áreas, de acordo com a necessidade da especialidade.
Esquematisação global de uma tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> - Esquema com cada uma das temáticas investigadas.
Abrir caixas pretas sem a ajuda de especialistas	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa na internet, livros, vídeos e outros materiais; - Seminários.
Síntese	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração dos produtos e apresentação na VII Mostra Interdisciplinar e suas Tecnologias

Fonte: autora (2019)

6.3 Desenho da pesquisa

Dado à natureza subjetiva inerente a avaliação do processo ensino-aprendizagem optou-se por um estudo de natureza mista (*mixed methods*). Tal abordagem pressupõe a integração de métodos quantitativos e qualitativos como estratégia para obter maior robustez e confiabilidade nos resultados desta pesquisa (JOHNSON; ONWUEGBUZIE, 2004). O desenho desta pesquisa foi descrito na Figura 1.

Figura 1 - Desenho da pesquisa considerando um estudo de natureza mista.



Fonte: Autora (2019)

6.4 Coleta dos dados

A coleta dos dados contemplou a análise do (1) perfil dos alunos, (2) a avaliação da aprendizagem de conceitos científicos e habilidades e a (3) efetivação ou não da

interdisciplinaridade, a partir da identificação e articulação das diferentes áreas do conhecimento presentes no desenvolvimento da Ilha. Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados questionários e também os registros de atividades dos alunos através de seus portfólios.

6.4.1 Perfil dos alunos

O perfil dos alunos foi verificado através de um questionário contendo os dados de identificação do estudante (incluindo nome, idade, sexo, escola e local de moradia). Além disso, os estudantes foram convidados a produzir um texto para contar brevemente sobre eles. Para isso, eles responderam os seguintes questionamentos: Quem sou eu? Qual a minha experiência com a atividade leiteira? (APÊNDICE II).

6.4.2 Avaliação da aprendizagem e habilidade para resolução de problemas

A avaliação da aprendizagem e habilidade para resolução de problemas foi realizada através de diferentes indicadores: questionários (inicial e final) e portfólio. Para isso, utilizou-se um questionário no início da intervenção didática e dois questionários no final (com perguntas abertas). O questionário aplicado no início (APÊNDICE III) contemplou questões situadas no nível estabelecido por Zoller como de baixa ordem cognitiva - LOCS, do inglês *Low Order Cognitive Skills* (ZOLLER, 1993). Já como instrumento final foi aplicado um questionário semelhante ao aplicado no início e outro com problemas de alta ordem cognitiva - HOCS, do inglês *High Order Cognitive Skills*, ainda na classificação de Zoller (APÊNDICE IV). Além disso, também foram considerados os registros realizados pelos alunos em seus portfólios. No Apêndice V estão descritas as orientações para a construção destes. Os questionários foram elaborados e posteriormente validados por dois especialistas, sendo um da área de Ciências da Natureza com doutorado na área de Ensino e o outro das Ciências Agrárias com doutorado na área de Zootecnia.

6.4.3 Interdisciplinaridade

A efetivação ou não da interdisciplinaridade foi verificada a partir da identificação, feita pelos estudantes, das diferentes áreas do conhecimento presentes na intervenção didática

(APÊNDICE VI). Para isso, eles responderam um questionário no qual deveriam assinalar as áreas identificadas (Ciências da Natureza e suas tecnologias; Ciências Agrárias; Matemática e suas tecnologias; Linguagens, códigos e suas tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias). Além disso, deveriam descrever a contribuição de cada área para a compreensão da atividade leiteira na região da campanha Gaúcha.

6.5 Análise dos dados

6.5.1 Análise qualitativa

Os dados qualitativos foram tratados através da análise de conteúdo (BARDIN, 1977), além de rubricas avaliativas (ANDRADE, 2005) e nuvens de palavras com a ferramenta *Tagul* (SEIBERT, 2013). A análise de conteúdo conhecida como análise temática ou categorial, consiste no desmembramento do texto em unidades de significado. Nesta análise, as unidades são agrupadas em categorias de acordo com o sentido da mensagem (BARDIN, 1977). No caso desta pesquisa todas as categorias foram definidas *a priori*.

As respostas dos alunos no questionário de perfil foram classificadas de acordo com o vínculo do aluno com a atividade leiteira. Para tal, foram utilizadas três categorias: Presente, Parcialmente presente e Ausente. A categoria Presente foi utilizada para as respostas dos alunos que indicaram apresentar vínculo direto (familiar) com a atividade leiteira no momento presente. A categoria Parcialmente presente foi atribuída às respostas dos estudantes que indicaram que conhecem pessoas que trabalham na atividade, mas não apresenta vínculo direto, ou ainda quando os pais trabalharam na atividade quando eles ainda eram crianças. Já a categoria Ausente foi utilizada aos estudantes que não possuem vínculo com a atividade leiteira.

As respostas dos questionários de avaliação da aprendizagem foram categorizadas a partir da correção conceitual. Quatro categorias de análise foram utilizadas para classificar as respostas de acordo com suas mensagens: Adequada, Parcialmente adequada, Inadequada, e Não sabe/Ausente. A categoria Adequada foi atribuída às respostas conceitualmente corretas. A categoria Parcialmente adequada foi atribuída às respostas em que havia algum equívoco conceitual, mas com indicação de que o aluno compreendeu conceitos inerentes a temática do leite. Ou ainda, para as respostas que estavam incompletas. A categoria Inadequada foi

atribuída as respostas que não apresentaram menção de qualquer ideia relevante. Por fim, a categoria Não sabe/Ausente foi atribuída quando o aluno indicou que não sabia a resposta ou deixou em branco. No Apêndice VII foi apresentada a categorização das questões de baixa ordem cognitiva – LOCS e no Apêndice VIII as questões de alta ordem cognitiva – HOCS.

Os registros dos alunos nos portfólios foram avaliados através de rubricas conforme descrito no Apêndice IX. As rubricas contemplaram uma escala com quatro níveis, considerando os seguintes extremos: Totalmente desenvolvida e Não desenvolvida.

Por fim, a ferramenta Tagul® (<http://www.tagul.com>) permite verificar as palavras mais frequentes (fontes grandes) e as menos frequentes (fontes pequenas) nas respostas dos estudantes através da formação de nuvem de palavras. Para esta análise foi gerada uma nuvem de palavras para cada área do conhecimento e posteriormente uma nuvem para integrar todas as áreas. Na análise foram retiradas as preposições, conjunções e artigos com o objetivo de obter um vocabulário controlado para identificação de padrões nas respostas.

6.5.2 Análise quantitativa

A estatística descritiva foi utilizada para obter uma apreciação geral dos dados de forma univariada. Através desta análise foi possível calcular valores médios, desvios-padrões, frequências e porcentagens (COHEN; LEA, 2004).

Os métodos estatísticos multivariados (PEREIRA, 2004) foram utilizados para o reconhecimento de padrões naturais, em função das similaridades nas respostas dos estudantes. Optou-se pela Análise Hierárquica de Agrupamentos, do inglês, HCA *Hierarchical Cluster Analysis*, com o auxílio do software *Pirouette*. Esta análise foi gerada a partir das categorias obtidas com a análise qualitativa, para isso, calculou-se o desempenho (D) dos alunos nos questionários (Equação 1) e portfólio (Equação 2), conforme equações a seguir:

$$D \text{ questionário} = [(A \times 4) + (P \times 3) + (I \times 2) + (N \times 1)] / (A + P + I + N) \text{ (Equação 1)}$$

onde A, P, I e N são o número de respostas categorizadas como Adequadas (A), Parcialmente adequadas (P), Inadequadas (I) e Não sabe/Ausente (N), respectivamente.

$$D \text{ portfólio} = [(T \times 4) + (P \times 3) + (I \times 2) + (N \times 1)] / (T + P + I + N) \text{ (Equação 2)}$$

onde T, P, I e N são o número de atividades classificadas como Totalmente desenvolvida (T), Parcialmente desenvolvida (P), Incorretamente desenvolvida (I) e Não desenvolvida (N), respectivamente.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Descrição da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade

O desenvolvimento da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade foi conduzido considerado o aporte teórico de Fourez e as adequações necessárias ao contexto desta pesquisa. Assim, de forma integrada e cooperativa os docentes das disciplinas de Física, Biologia/Química, Matemática, Português, Geografia e História auxiliaram no processo de desenvolvimento da Ilha e na orientação dos trabalhos para a Mostra Interdisciplinar e suas Tecnologias. Os (as) professor(as) das disciplinas de Matemática e Física auxiliaram na elaboração de tabelas, gráficos e resolução de cálculos, mais propriamente nas atividades sobre os custos de produção. O (A) docente da disciplina de Português coordenou a construção dos cartazes, correção gramatical, na elaboração das cartas e roteiro de entrevista aplicado aos familiares e/ou pessoas da comunidade que trabalham com a produção leiteira. A Biologia e Química nos conteúdos referentes a propriedades físico-químicas, principais constituintes do leite e na técnica de Bromatologia para apresentar a ocorrência da adulteração do leite. As áreas da Geografia e História também contribuíram com a identificação das principais regiões leiteiras e a história da caixinha de leite, respectivamente. Além da participação especial dos especialistas com discussões sobre os tipos de pastagem, manejo alimentar dos animais, testes de qualidade do leite entre outros aspectos também abordados pelos docentes da escola.

Conforme sugerido anteriormente, este desenvolvimento percorreu as etapas do clichê, panorama espontâneo, consulta aos especialistas e às especialidades, ida à prática, abertura aprofundada de uma ou outra caixa-preta, esquematização global de uma tecnologia, abertura das caixas pretas sem a ajuda de especialistas e, por fim, síntese da Ilha, conforme descrição que segue:

No *clichê* (Etapa 1) foi realizado um *brain-storming* para identificar as concepções alterativas e dúvidas dos estudantes após a leitura da carta fictícia enviada pelos membros da comunidade (APENDICE I). Isso permitiu evidenciar as representações espontâneas sobre a situação de estudo, além de delinear o desenvolvimento das próximas etapas. Para isso, os

estudantes registraram seus questionamentos sobre a temática da atividade leiteira e posteriormente compartilharam com os colegas.

Dentre algumas das perguntas sobre a situação de estudo elaboradas pelos estudantes, verificou-se a grande preocupação deles com os padrões de qualidade do leite e a necessidade de valorização dos produtores, conforme pode ser verificados nos excertos a seguir:

Por que nós, produtores de leite, que seguimos todos os padrões e fazemos quase todo o processo do leite somos obrigados a aceitar o valor pago, sendo que as indústrias só colocam no mercado, e o preço que eles ganham é quase o triplo? Por que os produtores são pouco valorizados? E o que fazer para as pessoas valorizarem mais o trabalho com o gado leiteiro? (sic)

Qual seria o manejo ideal para elevar a qualidade do leite e agregar valor ao nosso produto? (sic)

Em relação a qualidade do leite produzido em nossa comunidade. O leite vendido que tem gorduras, proteínas e outros fatores isso contribui para um leite de boa qualidade? (sic)

Na etapa do *clichê*, os estudantes mostraram-se bastante desconfiados e interagiram pouco. A preocupação deles era apenas descobrir a autoria da carta. Por isso, esta foi uma etapa de grande resistência dos alunos para participar da proposta. Afinal, estavam acostumados com o modelo tradicional de ensino e não sabiam o que esperar das próximas etapas.

A etapa do *panorama espontâneo* (Etapa 2) complementou a anterior do *clichê*, através da seleção dos atores envolvidos (professores, alunos, comunidade e outros), da busca de normas e condições impostas pela técnica (como verificar os critérios e normas quanto a qualidade do leite), da identificação das vantagens e inconvenientes em se abordar a temática da atividade leiteira e o estabelecimento da lista de caixas-pretas. Durante a negociação destas caixas, os estudantes elencaram novos questionamentos e descartaram outros estabelecidos a priori. Além disso, identificaram as bifurcações da situação de estudo (as vantagens e desvantagens de comercializar o leite *in natura*; as vantagens e desvantagens de cada tipo de manejo alimentar e outras bifurcações) e selecionaram os especialistas e especialidades

envolvidas (como profissionais da área de Ciências Agrárias). Para isso, os alunos elaboraram cartazes coletivos.

Durante esta etapa a resistência para participar da Ilha, muito presente na primeira etapa, foi diminuindo. A construção dos cartazes foi de grande importância para isso. Nesta atividade os alunos elegeram líderes em cada grupo (estudantes com maior compreensão sobre o tema). Isso aumentou a confiança e ajudou no envolvimento na atividade.

Para abrir as caixas pretas elencadas na etapa do *clichê*, os alunos contaram com a ajuda de *especialistas* que não eram do ambiente escolar (Etapa 3). Esta etapa foi de fundamental importância dada a complexidade que é trabalhar interdisciplinarmente. Uma vez que, os professores, apesar de todo empenho para o desenvolvimento da Ilha, não tinham formação e experiência suficiente para auxiliar os alunos com todas as caixas pretas elencadas. Neste sentido, a consulta aos especialistas permitiu que o tema fosse explorado de forma mais profunda e ampla.

Nesta etapa os alunos elaboram convites aos especialistas apresentando a temática da situação de estudo e as caixas pretas. Para isso, eles puderam contar com o auxílio do(a) professor(a) da disciplina de Português. Cada aluno construiu de forma individual sua carta e após a redação concluída, a turma com o auxílio do(a) professor(a) elegeu duas para serem enviadas aos especialistas, sendo uma delas ao Zootecnista e a outra para uma Veterinária. A seguir, foi apresentada uma das cartas selecionadas.

Prezado XXXXX, em resposta às solicitações feitas, levando em conta os objetivos e os aspectos citados na carta que nos foi dirigida, vou tentar junto com a minha turma e o auxílio de vocês, buscar soluções para este problema que os produtores rurais de leite estão sofrendo com o baixo lucro por conta do custo alto do leite.

Sabendo que existem milhares de fatores que baixam a qualidade do leite, assim como também, interferem no valor do produto. Temos consciência de que existem produtos e formas de manejo que ajudam a manter a qualidade do leite, mas para cada animal temos certo tipo de manejo diferente, por isso, muitos produtores não chegam ao resultado esperado.

Existem muitos tipos de manejo alimentar, e dependendo dessa forma, o volume da produção pode variar, pois o animal precisa de certos nutrientes que nem sempre estão sendo

ingeridos por eles, então muitos produtores acrescentam o sal mineral que ajuda como um suplemento nutricional.

Diante dessas dificuldades sabemos que a alimentação, a limpeza na sala de ordenha, o modo que conduzimos os animais, tudo interfere na qualidade e na quantidade que terá de leite, isso tudo interferindo no valor final. Portanto, precisamos encontrar as formas corretas de manuseio para se chegar a conclusões mais concretas. Por isso convidamos vocês, especialistas no ramo, para nos ajudar a encontrar estas soluções para que os produtores leiteiros tenham uma melhor qualidade no leite e que possam solucionar este problema que estão enfrentando. (sic)

O especialista em Zootecnia teve dois encontros com os estudantes e a especialista de Veterinária teve um encontro com eles. Cada encontro teve a duração de todos os períodos de aula do turno da tarde (6 horas/aula). O especialista em Zootecnia auxiliou os alunos na resolução de cálculos referentes a custos de produção, incluindo os gastos com rações, remédios etc. Além da discussão sobre os fatores que levam ao baixo lucro com a produção do leite, foram demonstrados os parâmetros de qualidade e técnicas de análise, tais como o teste CMT (*Californian mastites test*) e o teste da caneca de fundo preto (Figura 2). Nesta atividade foram realizados testes com leite trazido pelos alunos de suas propriedades e também leite UHT comercial.

Figura 2 - Fotografia registrando as análises realizadas durante as visitas do profissional da área de Zootecnia.



Fonte: Autora (2019)

Na visita da Veterinária foram coletados dados referentes aos parâmetros de qualidade do leite, as diferentes formas de comercialização, entre outras caixas pretas que foram surgindo no decorrer da palestra. A turma contou com demonstrações sobre a abrangência territorial da região, podendo verificar o potencial da produção leiteira, bem como a extensão das propriedades rurais (módulo rural) e as diversidades produtivas da região. Isso foi um dos pontos bastante significativos, pois os alunos puderam utilizar o seu contexto familiar para fomentar as discussões em sala de aula. Tal constatação pode ser verificada pela tabela (Figura 3) construída por um dos estudantes, com o preço pago pelo leite e os níveis de CBT (contagem bacteriana total) e CCS (contagem de células somáticas) em doze meses (pesquisados entre Abril/2017 a abril/2018). Para realizar esta atividade dos estudantes pesquisaram os dados de uma propriedade leiteira da cidade em que vivem que em muitos casos foi da própria da família do estudante.

Figura 3 - Tabela com o preço pago pelo leite e os níveis de CBT e CCS durante doze meses, elaborada por um dos estudantes que participou da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade.

Tabela			
Mês	Preço Base	CCS	CBT
Abril / 2017	0,96	989.000	10.550
Mai / 2017	0,95	674.000	13.000
Junho / 2017	0,92	630.000	42.000
Julho / 2017	0,80	858.000	34.000
Agosto / 2017	0,76	1.197.000	50762
Setembro / 2017	0,69	958.000	50.162
Outubro / 2017	0,68	925.000	260.000
Novembro / 2017	0,67	987.000	171.000
Dezembro / 2017	0,62	740.000	90.000
Jan / 2018	0,62	786.000	330.000
Fevereiro / 2018	0,84	849.000	124.000
Março / 2018	0,85	711.000	18.500
Abril / 2018	0,96	605.000	81.000

Fonte: Autora (2019)

Durante as visitas dos especialistas, os estudantes foram bastante participativos e a resistência presente no início da Ilha foi superada. Foi possível perceber o grande engajamento deles e autonomia na busca de informações. Além das discussões realizadas pelos especialistas, a docente das disciplinas de Química e Biologia (também autora desta pesquisa) abordou em suas aulas os aspectos físico-químicos e os constituintes do leite, além de realizar uma atividade experimental sobre adulteração deste gênero alimentício.

Na etapa *indo à prática* (Etapa 4), a partir dos grupos de trabalho selecionados previamente, os estudantes elaboraram um roteiro de entrevistas considerando a temática de interesse. As entrevistas foram realizadas com familiares e/ou pessoas da comunidade que trabalham com a produção leiteira. Para tal objetivo, os alunos foram orientados pelo(a) professor(a) de Português a elaborar um roteiro para as entrevistas e posteriormente registrar os dados no portfólio. No trecho a seguir foi apresentado um exemplo de roteiro produzido pelos estudantes e também a respectiva transcrição da entrevista.

1. Quantas pessoas estão trabalhando na propriedade? Quantas vacas por pessoa?

Estão trabalhando na propriedade três pessoas na administração de 30 vacas em lactação na área total de 42ha. 10 vacas por pessoa.

2. Qual o tempo da duração média da ordenha de uma vaca?

A duração média da ordenha seria de 1h e 30 min para tirar leite destas 30 vacas, em média de 3 à 5 min por vaca. Não sabemos dar valor certo por animal, pois algumas vacas demoram mais que as outras.

3. Qual a lucratividade de uma vaca?

Para sabermos a lucratividade precisamos considerar os custos com alimentação, medicamentos, energia, água... A lucratividade média de uma vaca é de 8% mas pode variar conforme estes aspectos.

Esses 8% é a porcentagem média que sobra realmente do valor recebido pelo produtor. Isso pode variar conforme os custos de produção, quanto menor, maior a lucratividade.

4. Quantos litros de leite um produtor deve vender por mês para pagar o gasto mensal?

Fizemos um cálculo bem básico, com apenas ração, produtos de limpeza, luz, remédios e não contamos sementes, maquinários, combustíveis etc. Seriam necessários 9500 litros produzidos para este pagamento. Litro pago a 0,90 centavos.

5. O mercado atualmente é favorável para a produção leiteira?

O produtor respondeu que não se sente valorizado pelo seu trabalho. (sic)

Nesta entrevista foi possível verificar que o grupo de estudantes realizou questionamentos sobre a lucratividade na propriedade, e também sobre o mercado atual da atividade leiteira, na visão do produtor. Na resposta do grupo, fica evidente que o produtor não se sente valorizado pelo seu trabalho. Esta preocupação está muito presente nas falas dos alunos durante toda a aplicação da intervenção didática, mostrando a angústia de muitos com seus familiares e também desestimulando que eles sigam na atividade, ou seja, reduzindo a sucessão familiar. Isso ratifica a contribuição da temática selecionada para o desenvolvimento da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, evidenciando a sua contribuição como uma proposta interdisciplinar, mas que também considera os princípios de uma formação para a cidadania.

Na *abertura aprofundada de uma ou outra caixa-preta* (Etapa 5) foi possível aprofundar os aspectos específicos de cada uma das disciplinas envolvidas na situação de estudo. Para isso, os estudantes receberam um roteiro com desafios a serem respondidos com a ajuda dos professores das Ciências da Natureza, Matemáticas e outras áreas, de acordo com a necessidade da especialidade. Os desafios propostos foram:

1. Considerando os fatores que levam ao baixo lucro com a produção leiteira, proponha ações para ajudar os membros da comunidade a superar estes desafios.
2. Compare os custos de produção para uma propriedade, a partir dos cálculos realizados em sala de aula, apresente as vantagens e desvantagens para cada sistema de produção.
3. Pensando em aumentar a rentabilidade da propriedade leiteira, apresente alternativas para agregar valor ao leite.
4. Como acompanhar a qualidade do leite? Explique as técnicas de análise que você aprendeu.
5. Verifique quais são as propriedades físico-químicas do leite.
6. Apresente os principais constituintes do leite.

Nesta etapa os alunos foram estimulados a responder os desafios de forma ativa e autônoma e, ainda, encorajados a utilizarem os elementos estudados para planejar os trabalhos da Mostra Interdisciplinar e suas Tecnologias.

A etapa *esquematização global de uma tecnologia* (Etapa 6) permitiu a sistematização parcial dos aspectos mais relevantes que foram discutidos nas etapas anteriores. Para isso, os alunos elaboraram um esquema com cada uma das temáticas investigadas e depois socializaram com os demais alunos. O objetivo desta etapa foi organizar os aspectos já compreendidos e ainda, verificar os que eles ainda não conseguiram compreender. Para isso, novamente foram divididos em grupos considerando as suas respectivas temáticas.

Os grupos optaram por construir cartazes com imagens ilustrativas, gráficos e tabelas, além da realização dos testes aprendidos e também definiram que iriam trazer derivados do leite para degustação durante a Mostra. Na Figura 4 é apresentado um cartaz confeccionado por um dos grupos.

Figura 4 - Exemplo de cartaz construído na etapa 6 da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade.



Fonte: Autora (2019)

Na etapa de *abertura das caixas pretas sem a ajuda de especialistas* (Etapa 7), os alunos consultaram a internet e outras fontes para obterem respostas que não foram

respondidas pelos especialistas ou que ainda tinham dúvidas. Após terem realizado as pesquisas necessárias, os alunos foram orientados a apresentar seminários aos colegas para compartilhar os conhecimentos adquiridos, e assim se sentirem mais preparados para apresentar os respectivos temas na Mostra.

Por fim, como um dos produtos da Ilha (Etapa 8), os alunos responderam a carta fictícia da comunidade articulando os fatores que levam ao baixo lucro com a atividade leiteira, o custo de produção do leite considerando os diferentes tipos de manejo alimentar dos animais e a forma de comercialização, além dos parâmetros de qualidade do leite e técnicas de análise. A seguir trechos de duas das cartas elaboradas como resposta à carta da comunidade.

[...] Os fatores que levam ao baixo lucro com a produção do leite são construções e instalações mal feitas, raças e cruzamentos de animais inadequados ao sistema de produção que está se utilizando, nutrição precária e pouca alimentação adequada, higiene de todos envolvidos e do lugar, entre outros.

Em relação aos tipos de manejos alimentares e o custo de cada um se concentra que o sistema a pasto, dentre todos é o menos eficiente do ponto de vista da produtividade. Sua vantagem fica por conta do baixo investimento e controle do gado, mas demanda uma alta disponibilidade de pasto que, se não manejada corretamente pode prejudicar a produtividade. O sistema que apresenta custo bastante elevado é o confinamento, pois exige tecnologia superior para o manejo do gado, com salas de ordenha bastante tecnificadas, mão de obra altamente especializada e a higienização em dia. Portanto o sistema que irá dar o retorno desejado é o semi-confinamento, pois os animais recebem alimentação com suplementação volumosa (silagem) que, quando planejado corretamente promove aproveitamento mais efetivo da área, resultando em redução de custos e maior produtividade, contando que utiliza instalações geralmente simples.

Outro fator é a forma de comercialização do leite onde verificamos como se produz seus derivados como queijo, doce de leite, iogurte, isso trará uma renda a mais ao produtor.

Também foi visto os parâmetros de qualidade do leite que através da técnica de Bromatologia que verificará se há fraudes ou algum outro problema [...]. (sic)

[...] Descobrimos que o leite passa por grande processo de industrialização, e que os cuidados já devem começar desde a propriedade, onde as vacas devem receber todos os

nutrientes necessários através da alimentação e o produtor deve escolher um tipo de manejo ideal para a sua propriedade, além disso, o produtor deve higienizar todos os dias a ordenha para o seu leite não se contaminar, deve também utilizar técnicas de análise que ajudam a controlar a qualidade do leite e a descobrir doenças como a mastite. Com o manejo adequado pode chegar ao resultado esperado, ou seja; um leite esperado. Percebemos também que hoje em dia já existem muitas formas que o produtor pode utilizar para agregar valor ao seu produto, um exemplo pode ser a fabricação de derivados como o queijo, o iogurte, o doce de leite, entre muitos outros como foi visto nos processos estudados [...]. (sic)

O outro produto elaborado pelos alunos foi apresentado na VII Mostra Interdisciplinar e suas Tecnologias. Na Figura 5 são apresentados alguns momentos da apresentação na VII Mostra Interdisciplinar e suas Tecnologias.

Figura 5 - Fotos da VII Mostra Interdisciplinar e suas Tecnologias. As imagens abrangem as análises da qualidade do leite como CMT (*Californian mastites test*), teste da caneca de fundo preto, os derivados do leite trazidos pelos alunos para degustação e também o teste para identificação da adulteração do leite.



Fonte: Autora (2019)

Pensando em um fechamento de todo este processo desenvolvido com a Ilha, os alunos foram orientados a expressarem o que, para eles, foi relevante com o desenvolvimento das atividades sobre a produção leiteira. Um espaço no portfólio foi disponibilizado para esta atividade. Trechos de relatos deles foram apresentados a seguir:

[...] isso tudo deixou uma grande contribuição para a minha formação, pois esse é um assunto que está muito presente no meu dia a dia, porém eu não tinha conhecimento algum, e ao longo desse trabalho aprendi muitas coisas, hoje se necessário posso até ajudar meus pais, esclarecer algumas dúvidas sobre a atividade leiteira, posso dizer que tenho um bom conhecimento sobre esse tema (sic).

Durante muitos anos, meu avô trabalhou com a produção leiteira, porém dificuldades econômicas o fizeram abandonar a atividade justo quando eu comecei a amadurecer e atentar-me a tais questões. Por isso, não pude observar de perto e obter conhecimento sobre essa atividade que de tempos em tempos é assunto nas discussões familiares.

Hoje morando em xxxx, no município xxxx, posso ver a influência do leite na vida de muitas famílias, tanto como ganha-pão, quanto como tradição, e a sua força e predomínio na região [...]. (sic)

Nos relatos dos alunos foi possível perceber as conquistas em relação a aprendizagem, além de mudanças em suas concepções, rotinas e em seus afazeres relacionados com a atividade leiteira. Nas próximas seções são apresentados os resultados obtidos sobre o perfil dos alunos (seção 7.2), a avaliação da aprendizagem de conceitos e habilidade para a resolução de problemas (seção 7.3), além da efetivação ou não da interdisciplinaridade, a partir da identificação das diferentes áreas do conhecimento presentes no desenvolvimento da Ilha (seção 7.4). Esses resultados permitem uma compreensão mais ampla e sistemática do desenvolvimento e implementação da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade sobre a atividade leiteira.

7.2 Perfil dos alunos

Os sujeitos desta pesquisa apresentavam idade entre 16 e 19 anos, sendo majoritariamente do sexo feminino (65%, n=13). 95,0% deles moram na zona rural e apenas 1

estudante (5%) mora na zona urbana. No breve relato sobre a experiência deles com a atividade leiteira, foi possível verificar que 60% (n=12) apresentam vínculo direto. Os excertos a seguir evidenciam a presença desta atividade econômica no cotidiano dos estudantes:

[...] A minha experiência com a atividade leiteira já vem desde bebê, pois meus pais são agricultores e trabalham na atividade leiteira, atendendo um tambo com média de 30 vacas [...]. (sic)

Meu pai trabalha com o gado leiteiro desde criança já, e até hoje se envolve diariamente com isto como meio de sobrevivência [...]. Eu me envolvo com isso somente nas férias, quando meu pai acaba assumindo outras leiteiras para as pessoas que querem tirar férias, para assim conseguir um dinheiro a mais [...]. (sic)

[...] Minha experiência leiteira começou quando eu tinha 9 anos, ajudava meus pais no tambo e a colocar as vacas no pasto [...]. (sic)

Apenas 15% (n=3) dos alunos que participaram da intervenção didática não possuem vínculo com a atividade leiteira e 25% (n=5) conhecem pessoas que trabalham na atividade, mas não apresenta vínculo direto, ou eram crianças quando os pais trabalharam nesta atividade econômica. Estes casos foram exemplificados nos trechos a seguir:

[...] Meus pais trabalharam muito tempo na atividade leiteira [...] Hoje eles não trabalham mais nisso, pois pararam quando eu ainda era muito pequena. (sic) - Parcialmente presente

[...] mesmo morando na zona rural [...] eu não tenho nenhum envolvimento [...] nenhuma experiência e nenhum conhecimento sobre o assunto. (sic) – Ausente

Esses dados de perfil evidenciam o potencial da temática selecionada, no contexto em questão, com o objetivo de despertar a curiosidade dos alunos como agentes transformadores de suas realidades. A proposição de situações de estudo que fazem parte do cotidiano deles contribui, não só para a aprendizagem de conteúdos escolares, mas também possibilita que ampliem seus conhecimentos, com vistas à atuação em problemas de suas comunidades. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular, a contextualização social histórica e cultural

da Ciência e da Tecnologia não consiste apenas na simples exemplificação de situações cotidianas. Nesta abordagem, a aprendizagem deve valorizar os conhecimentos necessários à vida individual, aos projetos de vida e ao mundo do trabalho. Desta maneira, as Ciências da Natureza no Ensino Médio compreendem a importante tarefa de permitir que os alunos desenvolvam habilidades para interpretar os fenômenos e problemas sociais presentes em seu cotidiano, para que possam atuar como agentes transformadores da realidade (BRASIL, 2018).

7.3 Avaliação da aprendizagem de conceitos e habilidades para resolver problemas

Os resultados obtidos a partir do questionário, com questões situadas no nível estabelecido por Zoller como baixa ordem cognitiva – LOCS (ZOLLER, 1993), aplicado no início da intervenção foram apresentados na Tabela 1 e no final foram apresentados na Tabela 2.

Tabela 1 - Frequências, em porcentagem, das categorias de análise obtidas a partir das respostas dos alunos no questionário inicial (questões LOCS).

	Categorias			
	Adequada	Parcialmente adequada	Inadequada	Não sabe/ Ausente
Questão 1	0	30 (n=6)	50 (n=10)	20 (n=4)
Questão 2	0	0	65 (n=13)	35 (n=7)
Questão 3	0	30 (n=6)	35 (n=7)	35 (n=7)
Questão 4	0	40 (n=8)	25 (n=5)	35 (n=7)
Questão 5	20,0 (n=4)	10 (n=2)	20 (n=4)	50 (n=10)
Questão 6	0	20 (n=4)	30 (n=6)	50 (n=10)

Fonte: Autora (2019)

O primeiro item do questionário inicial versou sobre os fatores levam ao baixo lucro com a produção do leite. Identificou-se que 50% dos estudantes tiveram suas respostas categorizadas como Inadequadas e 20% responderam que não sabiam ou simplesmente não quiseram responder a questão. Apesar disso, verificou-se que 30% apresentaram em suas respostas indícios de que conheciam alguns dos fatores que resultam no baixo lucro dos

produtores com a atividade leiteira, sendo estas categorizadas como Parcialmente adequadas. Na questão 2, que tratava sobre os diferentes tipos de manejo alimentar dos bovinos leiteiros, obteve-se 65% das respostas categorizadas como Inadequadas e 35% não souberam ou não quiseram responder este item. A questão 3 tinha como objetivo verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os custos de produção para os diferentes manejos alimentares dos bovinos leiteiros. Neste item obteve-se 35% das respostas categorizadas como Inadequada e a mesma frequência foi verificada para os estudantes que não sabiam ou não quiseram responder. Na categoria Parcialmente adequada a frequência foi de 30%. Na quarta questão buscou-se averiguar os conhecimentos dos alunos sobre as formas para agregar valor ao produto do leite. Nesta questão, 40% das respostas foram categorizadas como Parcialmente adequada, 25% Inadequada e 35% não responderam a questão. Na questão 5 que contemplou as variáveis que compõem o valor pago ao produtor por litro de leite, obteve-se 20% das respostas categorizadas como Inadequadas e 50% na categoria Não sabe/Ausente. Apesar disso, verifica-se 10% na categoria Parcialmente adequada e 20% das respostas categorizadas como Adequadas. Por fim, na questão 6, que versou sobre os testes utilizados nas propriedades rurais para verificar a qualidade do leite, 30% das respostas foram Inadequadas, 20% Parcialmente adequadas e 50% não sabiam ou não responderam à questão.

A apreciação sistêmica do questionário inicial, com questões elementares sobre a atividade leiteira, permite concluir que os alunos apresentavam pouco conhecimento prévio em relação aos aspectos técnicos e científicos. O único item que apresentou respostas na categoria Adequada foi o 5. Os demais itens apresentaram respostas apenas classificadas como Parcialmente adequadas, Inadequadas ou Não sabe/Ausente. Assim, mesmo a maior parte dos alunos tendo vínculo direto com a atividade (seção 7.2), possui conhecimento insipiente sobre o tema. Isso pode ser resultado da falta de envolvimento dos estudantes com a atividade desenvolvida pelos pais e familiares, ou ainda, estes não empregam técnicas de controle da qualidade do leite, não realizam cálculos de custo de produção, não utilizam outras formas para agregar valor ao leite, e por isso, os filhos não possuem esta vivência.

A seguir (Tabela 2) são apresentados os resultados obtidos para o questionário aplicado no final da intervenção didática que exigiu o mesmo nível cognitivo do questionário inicial.

Tabela 2 - Frequências, em porcentagem, das categorias de análise obtidas a partir das respostas dos alunos no questionário final (questões LOCS).

	Categorias			
	Adequada	Parcialmente adequada	Inadequada	Não sabe/Ausente
Questão 1	0	100 (n=20)	0	0
Questão 2	85 (n=17)	15 (n=3)	0	0
Questão 3	40 (n=8)	35 (n=7)	25 (n=5)	0
Questão 4	0	100 (n=20)	0	0
Questão 5	85 (n=17)	15 (n=3)	0	0
Questão 6	85 (n=17)	15 (n=3)	0	0

Fonte: Autora (2019)

Na questão 1 verifica-se que todas as respostas dos alunos foram categorizadas como Parcialmente adequadas. Isso significa que eles indicaram até três fatores que levam o baixo lucro com a atividade leiteira, porém alguns dos fatores discutidos durante a instrução não foram elencados nas respostas. Na questão 2 observa-se que 85% foram categorizadas como Adequadas e apenas 15% como Parcialmente adequadas. Isso significa que a maioria dos alunos, diferente do resultado obtido no questionário inicial, compreendem os diferentes tipos de manejo alimentar dos bovinos leiteiros. Na questão 3 verificou-se maior distribuição entre as categorias, quando comparada as demais, pois das quatro classificações possíveis, três foram preenchidas. Neste item investigaram-se os conhecimentos dos alunos sobre o custo de produção para os diferentes manejos alimentares dos bovinos leiteiros. Apesar disso, tem-se a maioria das repostas nas categorias Adequadas (40%) e Parcialmente adequadas (35%). O quarto item também apresentou todas as respostas categorizadas como Parcialmente adequada. Isso indica que estas contemplaram aspectos sobre o processamento do leite na propriedade (doce de leite, queijo, manteiga, ...) como forma de agregar valor, mas os estudantes deixaram de mencionar a organização de produtores em grupos, a utilização de centrais de coleta de leite e a criação de marcas comerciais (selos de qualidade e origem) como estratégias para atingir tal objetivo. Na questão 5 obteve-se dados expressivos em relação a categoria Adequada, com 85%. Isso indica que a maioria dos alunos compreendeu as variáveis que compõem o valor pago ao produtor por litro de leite. No último item deste

instrumento de coleta de dados, verificou-se o mesmo padrão do anterior, com 85% das respostas categorizadas como Adequadas. Neste item os alunos conseguiram elencar alguns dos testes utilizados nas propriedades rurais para verificar a qualidade do leite.

A comparação dos resultados obtidos no questionário final e inicial para as questões do tipo LOCS evidencia o significativo ganho na aprendizagem sobre a temática da atividade leiteira. Isso pode ser verificado pelo aumento expressivo, no questionário final, de respostas categorizadas como Adequada e pela ausência de respostas na categoria Não sabe/Ausente. Complementar a estes resultados verificou-se as habilitados os alunos para resolverem problemas sobre a temática investigada (problemas do tipo HOCS), como pode ser verificado na Tabela 3.

Tabela 3 - Frequências, em porcentagem, das categorias de análise obtidas a partir das respostas dos alunos no questionário final (problemas do tipo HOCS).

Problemas		Categorias			
		Adequada	Parcialmente adequada	Inadequada	Não sabe
Problema 1	Item a	20 (n=4)	80 (n=16)	0	0
	Item b	0	95 (n=19)	5 (n=1)	0
Problema 2		20 (n=4)	0	80 (n=16)	0
Problema 3	Item a	85 (n=17)	15 (n=3)	0	0
	Item b	30 (n=6)	55 (n=11)	15 (n=3)	0
Problema 4		100 (n=20)	0	0	0
Problema 5	Item a	75 (n=15)	25 (n=5)	0	0
	Item b	35 (n=7)	40 (n=8)	25 (n=5)	0

Fonte: Autora (2019)

No problema 1 (item a) do questionário aplicado no final da intervenção didática verificou-se 80% das respostas categorizadas como Parcialmente adequadas e 20% como Adequadas. Este item versou sobre a influência da qualidade e da quantidade no valor pago pelo litro produzido nas propriedades. Os alunos que tiveram suas respostas categorizadas como Parcialmente adequadas, apesar de responderem corretamente que estes fatores influenciam no valor pago, não apresentaram argumentos consistentes para justificar tal fato.

Enquanto que, os alunos com respostas Adequadas indicaram que a qualidade do leite influencia no valor pago por apresentar indicadores como, por exemplo, teor de gordura e contaminações biológicas. Além de argumentarem que a quantidade coletada de leite na propriedade também interfere, pois diminui o custo de produção da indústria, uma vez que esta não necessita recolher leite em muitos pontos de coleta. No problema 1b os alunos deveriam propor ações para ajudar a melhorar a rentabilidade com a atividade leiteira a partir das observações do produtor. Neste item nota-se também que 95% dos alunos foram restritos em suas repostas. Eles, em sua maioria, apresentaram apenas uma ação para ajudar a melhorar a rentabilidade com a atividade leiteira. Eles consideraram apenas a qualidade ou a quantidade de leite produzido.

Os alunos apresentaram grande dificuldade para responder o problema 2 sobre a implementação de centrais para coleta de leite como estratégia para agregar valor ao produto. Os estudantes, em sua maioria (80%), confundiram o papel das centrais de coleta de leite, com centrais para processamento deste gênero alimentício. Assim, em várias respostas foi possível verificar que a implantação da central permitiria aos produtores produzirem derivados do leite, como queijo, doces e outros. Contudo, a resposta esperada era que as agroindústrias remuneram melhor os produtores quando é possível coletar maior quantidade em uma única central; assim esta estratégia contribui para agregar valor ao produto. Apesar disso, 20% dos alunos respondentes conseguiram resolver este problema com êxito.

No problema 3, os alunos foram desafiados com um problema sobre tipos de manejo alimentar dos animais. No item “a”, eles deveriam argumentar sobre as vantagens e desvantagens de passar de uma pastagem em campo nativo para cultivada de inverno. Categorizou-se 85% das respostas como Adequada. Este resultado mostra que os estudantes compreenderam os custos envolvidos, os investimentos e resultados proporcionados por cada sistema alimentar. Apenas 15% das respostas foram categorizadas como Parcialmente adequadas. No item “b”, os alunos deveriam indicar as modificações que precisariam ser realizadas na propriedade rural para tal mudança. Já 55% das respostas foram categorizadas como Parcialmente adequadas, ou seja, a maioria apresentou respostas incompletas. Apesar disso, 30% foram categorizadas como Adequadas, pois descreveram adequadamente as modificações necessárias para a mudança no manejo alimentar dos animais.

No item 4 os alunos deveriam resolver um problema sobre mastite no rebanho. Eles precisavam identificar os contaminantes ambientais que estavam causando a doença. Neste

problema todos os alunos tiveram suas respostas categorizadas como Adequadas. Isso significa que eles compreenderem os fatores ambientais que causam a mastite, tais como: falta de higiene da sala e equipamentos de ordenha, manejo incorreto da cama no sistema de confinamento e outros.

O problema 5 tratou sobre uma investigação da polícia federal no Rio Grande do Sul sobre adulteração do leite. Nesta investigação a polícia constatou que algumas empresas estavam adicionando urina e água em sua composição. Neste contexto, os alunos deveriam argumentar sobre o papel destas substâncias como agentes adulterantes. Em 75% das respostas foi declarado que a água era adicionada para aumentar o volume de leite e a urina apresentava a mesma função, além de mascarar a densidade nos testes laboratoriais. Isso indica que os estudantes compreenderam as atividades sobre adulteração do leite realizadas durante a intervenção didática. No item “b” os alunos deveriam argumentar sobre as questões éticas relacionadas ao uso do conhecimento científico para adulteração de alimentos. Observou-se que 35% das respostas foram categorizadas como Adequadas e 40% como Parcialmente adequadas. Neste último caso significa que apresentaram argumentos pouco consistentes sobre as questões éticas relacionadas ao uso do conhecimento científico para obter lucros indevidos. Já os alunos que responderam adequadamente apresentaram argumentos consistentes sobre os aspectos éticos. Complementar a estes resultados analisou-se os registros dos alunos em seus portfólios. Para isso, utilizaram-se rubricas avaliativas conforme Tabela 4.

A partir da Tabela 4 é possível inferir que as atividades propostas nas Etapas 1, 2 e 4 da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade foram plenamente desenvolvidas pelos alunos. Nas Etapas 3, 5, 6 e 7 apenas uma pequena porcentagem (a maior porcentagem foi de 25% na Etapa 6) dos alunos desenvolveu parcialmente e os demais desenvolveram plenamente as atividades. O desenvolvimento incorreto foi verificado apenas na Etapa 8. Isso ocorreu, pois alguns (20%) responderam a cartas aos membros da comunidade, porém não apresentaram alternativas para superar os desafios encontrados sobre a atividade leiteira.

Tabela 4 - Frequências, em porcentagem, da análise das rubricas na avaliação dos portfólios.

Avaliação dos portfólios	Escala da rubrica avaliativa			
	Totalmente desenvolvida	Parcialmente desenvolvida	Incorretamente desenvolvida	Não desenvolvida
Etapa 1 - Clichê da situação estudada	100 (n=20)	0	0	0
Etapa 2 - Panorama Espontâneo	100 (n=20)	0	0	0
Etapa 3 – Carta convite aos especialistas	85 (n=17)	15 (n=3)	0	0
Etapa 3 - Consulta aos Especialistas e às Especialidades.	95 (n=19)	5 (n=1)	0	0
Etapa 4 - Indo à prática	100 (n=20)	0	0	0
Etapa 5 - Abertura aprofundada de uma ou outra caixa-preta	95 (n=19)	5 (n=1)	0	0
Etapa 6 - Esquematização global de uma tecnologia	75 (n=15)	25 (n=5)	0	0
Etapa 7 - Abrir caixas pretas sem a ajuda de especialistas	95 (n=19)	5 (n=1)	0	0
Etapa 8 -Síntese da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade	40 (n=8)	40 (n=8)	20 (n=4)	0

Fonte: Autora (2019)

A análise combinada dos resultados apresentados nas Tabelas 1-4 evidencia os ganhos em termos de aprendizagem e de capacidade de formulação de soluções para os problemas sobre a atividade leiteira. Isso pode ser confirmado pela diferença entre os conhecimentos prévios dos alunos e o desempenho deles no questionário final, com questões do tipo LOCS e ainda, pelos resultados obtidos na resolução dos problemas, do tipo HOCS. Neste último instrumento foi possível verificar que eles conseguiram atingir níveis cognitivos superiores,

que segundo Zoller (1993), resultam em habilidades cognitivas para a tomada de decisões orientadas, desenvolvimento do pensamento crítico, além de habilidades fundamentais para lidar com problemas presentes no contexto em que vivem.

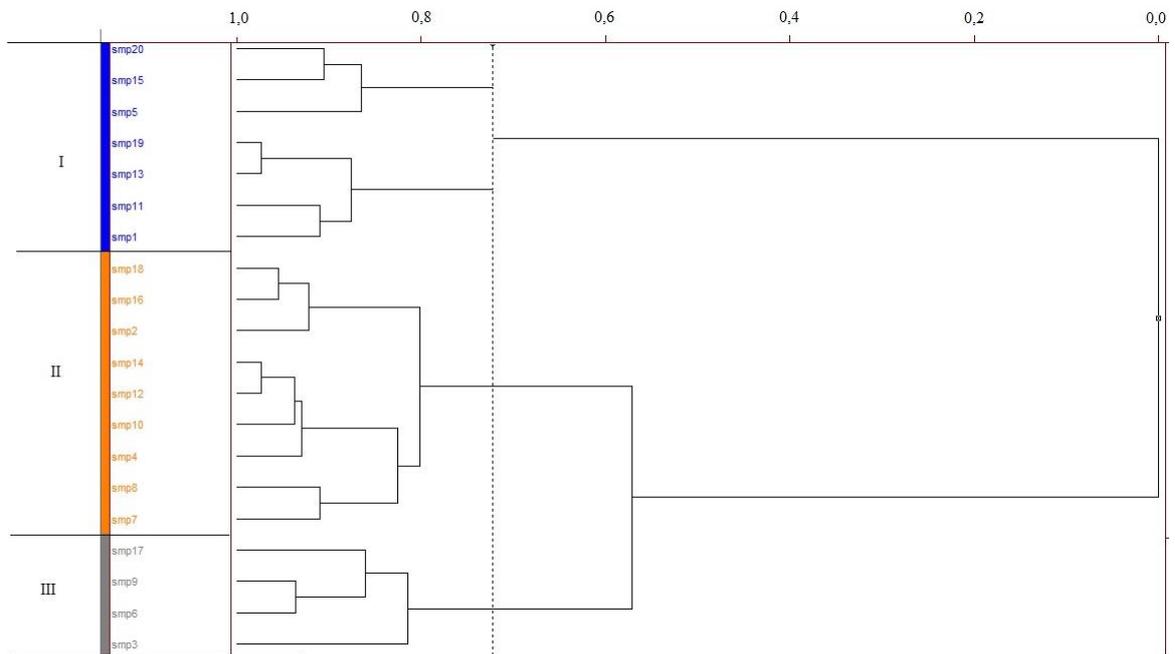
Nesta perspectiva, é possível constatar que a aplicação da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade contribui no sentido de romper com um Ensino de Ciências da Natureza marcado principalmente pela disciplinaridade, orientado para habilidades cognitivas descontextualizadas e de baixa ordem (LOCS). Com um modelo de ensino preso ao pensamento neutro, linear, cartesiano e positivista, que enfatiza a memorização, fragmentação e simples reprodução dos conteúdos. Os resultados ilustram claramente, que através da intervenção didática foi possível passar para uma abordagem de ensino interdisciplinar, centrado no aluno e levando ao desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores (HOCS) de estudantes (SALVADÓ; CASANOVES; NOVO, 2013; WILKE, 2003; JONES, 2007; MONTEIRO; SMOLE, 2010).

Outro aspecto a ser considerado é a promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica (FOUREZ, 1997; AULER; DELIZOICOV, 2001; CAJAS, 2001). Para atingir este propósito é preciso oportunizar a aprendizagem de conhecimentos e habilidades para que os alunos possam lidar de forma criativa com o conhecimento científico presente na vida cotidiana, na resolução de problemas pessoalmente desafiadores e significativos, para a tomada de decisões socio-científicas responsáveis (HOLBROOK; RANNIKMAE, 2009) e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem superior (ZOLLER, 2000).

Todos estes elementos foram respeitados para o desenvolvimento da intervenção didática. Durante a condução da Ilha, os alunos foram desafiados a perceber o seu dia a dia com os olhos da Ciência de forma integrada com outras áreas do conhecimento. Isso se deu através da seleção de uma temática de grande relevância e ainda, que emergiu do diálogo com eles. Além disso, foram estimuladas a desenvolverem as seguintes habilidades previstas por Fourez (1997): tomada de decisões, identificação de caixas pretas, busca por estratégias para a solução da situação de estudo, seleção de especialistas e especialidades, articulação entre aspectos éticos, políticos, econômicos e as implicações para a ciência e tecnologia, entre outros. Neste sentido, pode-se inferir que a presente pesquisa também caminhou no sentido de promover a Alfabetização Científica e Tecnológica dos alunos.

Complementar a estes resultados, para obter uma apreciação sistêmica da aprendizagem dos alunos (antes, durante e após a intervenção didática), foi realizada a Análise Hierárquica de Agrupamentos (Figura 6). Esta análise permitiu identificar padrões as respostas dos estudantes.

Figura 6 - Dendrograma obtido a partir da HCA utilizando o método Ward/Incremental e a distância Euclidiana. A linha tracejada indica com 72,2% a similaridade dos alunos. Matriz de dados X (20x4).



Fonte: Autora (2019)

A partir dos grupos formados pela HCA (Figura 6) calcularam-se os valores médios para os diferentes instrumentos de coleta de dados (Tabela 5). Isso permitiu caracterizar os grupos de alunos de acordo com as respostas deles sobre atividade leiteira.

Tabela 5 - Médias e desvio padrão calculados para os agrupamentos da HCA (Mínimo 1 – máximo 4).

Instrumentos	Grupo I (n=7)	Grupo II (n=9)	Grupo III (n=4)
Questões do tipo LOCS (inicial)	1,1 (0,1)	2,1(0,2)	2,8 (0,0)
Questões do tipo LOCS (final)	3,3 (0,3)	3,5(0,2)	3,5 (0,2)
Problemas do tipo HOCS (final)	3,3 (0,2)	3,4 (0,1)	3,2 (0,2)
Portfólio (durante)	3,9 (0,1)	3,9 (0,1)	3,9 (0,2)

Fonte: Autora (2019)

O Grupo I da HCA abrange os alunos com baixo conhecimento prévio ($1,1 \pm 0,1$) sobre a atividade leiteira e alto desempenho nos diferentes instrumentos utilizados. O Grupo II inclui os alunos com moderado conhecimento prévio ($2,1 \pm 0,2$) sobre o tema e também com alto desempenho nos questionários aplicados no final da intervenção e portfólio. Já no Grupo III estão os estudantes que apresentavam o maior conhecimento prévio ($2,8 \pm 0,0$) e desempenho alto nos questionários e desenvolvimento das atividades da Ilha. Estes resultados evidenciam que a principal diferença ocorreu no desempenho dos alunos para o questionário inicial. Neste sentido, Ulloa, Meraz e Ballesteros (2017) argumentam que o conhecimento prévio é uma variável complexa que determina muito o resultado do aprendizado de estudantes em Ciências. Considera-lo é decisivo para o sucesso dentro do ambiente escolar.

Estes resultados revelam que apesar dos alunos partirem de pontos diferentes, obtiveram ganhos significativos em termos de aprendizagem e capacidade para resolver problemas sobre a temática da situação de estudo. Isso se deve especialmente ao fato dos professores terem considerado as diferentes concepções durante as aulas, corrigindo os conhecimentos prévios incompleto ou errados para que os alunos pudessem aprender novos conceitos. Segundo Lazarowitz e Lieb (2006) os alunos podem apresentar muitos equívocos que poderão resultar em potenciais dificuldades de aprendizagem. Os testes aplicados antes de iniciar um novo assunto podem fornecer aos instrutores informações valiosas sobre conhecimentos prévios, equívocos e dificuldades de aprendizagem. Além de servir para identificar áreas de potencial aprendizado a serem exploradas (LAZAROWITZ; LIEB, 2006).

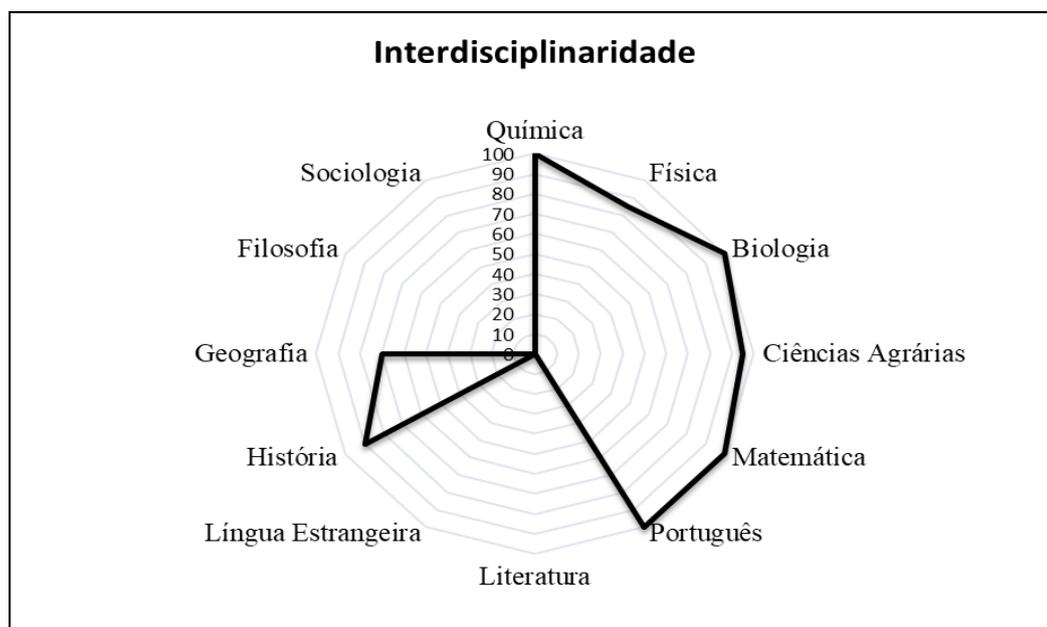
Em suma, os resultados desta pesquisa evidenciam que o ambiente de aprendizagem centrado no aluno proporcionado através das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade

contribui promover a aprendizagem dos conceitos científicos e desenvolver habilidades necessárias ao exercício da cidadania. Que de acordo com a literatura, resulta em uma aprendizagem mais profunda do que com aulas expositivas (WILKE, 2003; SMITH *et al.*, 2009; KNIGHT; WOOD, 2005). Isso como resultado do envolvimento dos alunos nas atividades acadêmicas e da responsabilidade com a própria aprendizagem (JONES, 2007; MONTEIRO; SMOLE, 2010).

7.4 Interdisciplinaridade

Os resultados sobre a efetivação ou não da interdisciplinaridade foram apresentados na Figura 7. Foram consideradas as áreas das Ciências da Natureza e suas tecnologias; Ciências Agrárias; Matemática e suas tecnologias; Linguagens, códigos e suas tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias para esta análise.

Figura 7 - Gráfico do tipo radar para a identificação das áreas do conhecimento presentes na Ilha Interdisciplinar de Racionalidade sobre a atividade leiteira.



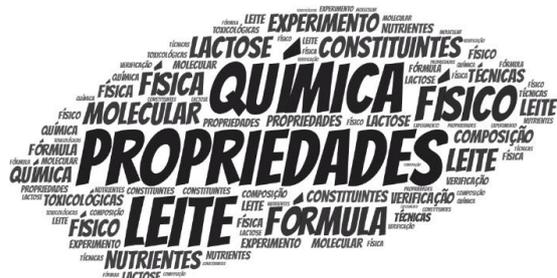
Fonte: Autora (2019)

A Figura 7 representa as áreas contempladas na Ilha Interdisciplinar de Racionalidade na opinião dos alunos. Eles identificaram a área das Ciências da Natureza, sendo a Química e a Biologia indicadas por 100% dos alunos. Além das áreas de Português e Matemática com a

mesma frequência. As Ciências Agrárias foram indicadas por 95% e por fim as Ciências Humanas foram representadas através da Geografia (70%) e História (90%). Além disso, os alunos indicaram a contribuição de cada área para a compreensão da temática do leite, conforme pode ser verificado na Figura 8.

Figura 8 - Nuvens de palavras elaboradas a partir das respostas dos alunos com a contribuição das diferentes áreas do conhecimento para a compreensão da temática da atividade leiteira.

(a) Química



(b) Biologia



(c) Física



(d) Matemática



(e) Ciências Agrárias



(f) Português



(g) Geografia



(h) História



Fonte: Autora (2019)

Para a área da Química os alunos indicaram com maior frequência as palavras “propriedades” e “química” com 18 ocorrências cada. A palavra “leite” (17) e “físico” (13) também estavam presentes nas respostas deles. Estas foram utilizadas para indicar as atividades sobre as propriedades físico-química do leite realizadas na intervenção didática. Além disso, outros conceitos foram indicados pelos alunos, conforme exemplos a seguir:

Propriedades físico-química do leite, fórmula molecular da lactose, constituintes do leite.

Propriedades físico-química do leite e constituintes do leite.

Na Biologia os alunos indicaram as palavras “bactéria” (8), animal (4), além de “sistema”, “técnica e “bromatologia” (3 cada). A palavra bactéria refere-se ao teste de qualidade do leite através da contagem bacteriana total (CBT) e também como causadora da mastite, além de mencionarem a técnica de bromatologia no teste de adulteração do leite. Estes podem ser verificados nos seguintes excertos:

Técnica de bromatologia.

Sistema digestivo, bactérias.

Os(as) professoras das disciplinas de Matemática e Física auxiliaram na elaboração de tabelas, gráficos e resolução de cálculos. Mais propriamente nas atividades sobre os custos de produção. Estes elementos estiveram presentes nas respostas dos alunos através da alta ocorrência das palavras “cálculos” (7), “gráficos” (4), “tabelas” (4) para a Física e “cálculos” (17), “gráficos” (14), “tabelas” (14) e “custos” (5) para a Matemática. Este trabalho em conjunto foi indicado nas respostas:

Foram visto as mesmas coisas que na matemática.

Para a área de Ciências Agrárias os alunos indicaram com maior frequência as palavras “campo” (12) e “pastagem” (8). Estas foram utilizadas para indicar as atividades sobre os tipos de pastagem e manejo alimentar dos animais. A seguir exemplos de respostas dos alunos:

Pastagem cultivada e nativa, e todo o tipo de alimentação e criação de gado leiteiro.

Falamos sobre campo nativo, área de pastagem, confinamento, as vantagens e desvantagens de cada um deles.

O(A) docente da disciplina de Português contribuiu com a construção dos cartazes, correção gramatical, elaboração das cartas e roteiro de entrevista aplicado aos familiares e/ou pessoas da comunidade. Estas atividades foram descritas pelos alunos utilizando as palavras “redação” (17), “textos” (13), “cartas” (11), conforme respostas a seguir.

Elaboração de redações e cartas respostas.

Elaboração de textos reportando as atividades feitas e de cartas para nos comunicarmos com os produtores rurais de [...].

As áreas da Geografia e História contribuíram com a identificação das principais regiões leiteiras e história da caixinha de leite, respectivamente. As palavras utilizadas para a área da Geografia foram “mapas” (8), “lugares” (8), “clima” (5) e para a História foram “leite” (15), “história” (12) e “caixinha” (5):

Geografia- sobre o clima para ter uma boa produção e o relevo. Também foram analisados os mapas de xxx e do Rio Grande do Sul.

História- explicaram o surgimento do leite em caixinha e a atividade leiteira do País.

A apreciação conjunta das respostas dos alunos pode ser verificada na Figura 9. Essa nuvem foi gerada a partir de todas as respostas deles.

diferentes áreas se integrem e convirjam. Segundo o autor, isso consiste “em ligar as fronteiras que haviam sido estabelecidas anteriormente entre as disciplinas com o objetivo preciso de assegurar a cada uma seu caráter propriamente positivo, segundo modos particulares e com resultados específicos” (JAPIASSU, 1976, p. 75).

Neste sentido, a interdisciplinaridade não desmerece as disciplinas, mas, sim, as utiliza para esclarecer uma situação problema (FOUREZ, 2003). Foi com este enfoque que esta pesquisa foi conduzida. Através da proposição de um problema sobre a atividade leiteira, as áreas das Ciências da Natureza, Ciências Agrárias, Ciências Humanas, Linguagens e Matemática contribuíram para a solução do problema proposto, como pode ser ratificado pelas respostas dos alunos. Assim, com a proposição de um problema desafiador e significativo para eles e com a atitude interdisciplinar dos docentes, efetivar esta integração foi um caminho natural.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa foram apresentados os resultados obtidos a partir do desenvolvimento e aplicação de uma intervenção didática utilizando a metodologia das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade. Esperava-se com este estudo responder a quatro perguntas: Qual a relação dos alunos com a atividade leiteira? 2. Os problemas propostos na situação de estudo contribuíram para a promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica? 3. Os alunos apresentaram domínio dos conceitos científicos e desenvolveram habilidades cognitivas superiores? 4. Foi possível efetivar uma prática pedagógica de caráter interdisciplinar?

Em relação ao vínculo dos alunos com a atividade leiteira, verificou-se que a maioria deles apresentava vínculo direto (60%), apesar disso tinham pouco conhecimento prévio sobre os aspectos técnicos e científicos do leite. Em relação à segunda pergunta, os resultados demonstram que esta iniciativa de inovação através das Ilhas caminhou no sentido de promover a Alfabetização Científica e Tecnológica. Além disso, também evidenciaram os ganhos significativos em termos de aprendizagem e de habilidades cognitivas superiores. Por fim em relação à última pergunta, confirmou-se a efetivação da interdisciplinaridade, considerando como parâmetros as diferentes áreas do conhecimento identificadas pelos estudantes e articulação entre elas.

Esse conjunto de resultados evidencia a contribuição da presente proposta no sentido de promover a formação científica e cidadã dos alunos por meio do estudo de conceitos e temáticas que fazem parte do cotidiano deles. Com isso, permitir que os estudantes desenvolvam a capacidade de se expressar e posicionar diante de situações que exijam a compreensão de conceitos científicos de forma crítica e reflexiva. Assim, esta proposta permitiu sair de um ensino pautado na memorização e reprodução informações e ainda fragmentado e disciplinar, um ensino que não valoriza as experiências de vida dos alunos.

Com esta perspectiva de pesquisa, reforça-se a necessidade de novos estudos sobre métodos de ensino que possibilitem o desenvolvimento acadêmico dos alunos, através de estímulos ao pensamento crítico e criativo e a colaboração entre eles. Estes devem ser amplamente investigadas na literatura, com o objetivo de romper com o ensino tradicional, um ensino dos séculos passado. Para atingir tal propósito é necessário aumentar o diálogo entre as pesquisas realizadas na área de Ensino e as escolas. Neste sentido, acredita-se que esta pesquisa cumpriu o seu papel ao levar um novo olhar para a Mostra Interdisciplinar e

suas tecnologias e possibilitar a efetivação da interdisciplinaridade de maneira planejada e não apenas intuitiva.

Por fim, destaca-se que a investigação proposta neste trabalho pode ser facilmente adaptada para outros níveis de escolaridade e contextos de educação.

9 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, H. G. Teaching with rubrics: the good, the bad, and the ugly. **College Teaching**, v. 53, n. 1, p. 27-31, 2005.
- AULER, D; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Paris: Edições 70, 1977.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_14dez2018_site.pdf. Acesso em: 1 abr. 2019.
- BREITENBACH, R. Economic viability of semi-confined and confined milk production systems in free-stall and compost barn. **Food and Nutrition Sciences**, v. 9, p. 609-618, 2018.
- CAJAS, F. Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico, **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 243-254, 2001.
- COHEN, B. H.; LEA, R. B. **Essentials of statistics for the social and behavioral sciences**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2004.
- FAZENDA, I. C. A. **Dicionário em construção: interdisciplinaridade**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na formação de professores. **Ideação**, v. 10, n. 1, p. 93-103, 2008.
- FOUREZ, G. **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**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.
- FOUREZ, G.; MAINGAIN, A.; DUFOUR, B. **Abordagens didáticas da interdisciplinaridade**. Lisboa: Instituto Piaget, 2008.
- HOLBROOK, J; RANNIKMAE, M. The meaning of scientific literacy. **International Journal of Environmental and Science Education**, v. 4, n. 3, p. 275-288, 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA**, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 24 ago. 2018.
- JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

JOHNSON, R. B.; ONWUEGBUZIE, A. J. Mixed methods research: a research paradigm whose time has come. **Educational Researcher**, v. 33, n. 7, p. 14-26, 2004.

JONES, L. **The student-centered classroom**. Nova York: Cambridge University Press, 2007.

LAZAROWITZ, R; LIEB, C. Formative assessment pre-test to identify college students' prior knowledge, misconceptions and learning difficulties in biology. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 4, n. 4, p. 741-762, 2006.

LOPES, M. A.; MORAES, F.; CARVALHO, F. M.; PERES, A. A. C.; BRUHN, F. R. P.; REIS, E. M. B. The effect of technological levels on profits of milk production systems participating in the "full bucket" program: a multicase study. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2909-2922, 2015.

KLEIN, A. M. O uso da aprendizagem baseada em problemas e a atuação docente. **Brazilian Geographical Journal: geosciences and humanities research medium**, v. 4, n. 2, p. 288-298, 2013.

KNIGHT, J. K.; WOOD, W. B. Teaching more by lecturing less. **Cell Biology Education**, v. 4, n. 4, p. 298-310, 2005.

MONTEIRO, L. P.; SMOLE, K. S. Um caminho para atender às diferenças na escola. **Educação e Pesquisa**, v. 36, n. 1, p. 357-371, 2010.

MORAN, J. M. Como transformar nossas escolas. *In*: CARVALHO, M (org). **Educação 3.0: novas perspectivas para o ensino**. Porto Alegre: SINEPE, 2017, p. 63-91.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand. Brasil, 2002.

MOREIRA, M. A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 2-17, 2011.

NASCIMENTO, T. E.; COUTINHO, C. Metodologias ativas de aprendizagem e o ensino de ciências. **Multiciência Online**, v. 2; n. 3, p. 134-153, 2017.

PEREIRA, J. C. R. **Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais**. São Paulo: Edusp, 2004.

PICOLI, T.; ZANI, J. L.; PETER, C. M.; ROLL, V. F. B.; RIBEIRO, M. E. R.; VARGAS, G. D.; HÜBNER, S. O.; LIMA, M.; FISCHER, G. Milk production characteristics in southern Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, suplemento 1, p. 1991-1998, 2015.

ROITMAN, I. Ciência para os jovens: falar menos e fazer mais. *In*: WERTHEIN, J.; CUNHA, C. **Ensino de Ciências e Desenvolvimento: o que pensam os cientistas**. 2.ed. Brasília: UNESCO, Instituto Sangari, 2009, p.133-141.

SALVADÓ, Z; CASANOVES, M; NOVO, M. Building bridges between biotech and society through STSE education. **International Journal of Deliberative Mechanisms in Science**, v. 2, n. 1, p. 62-74, 2013.

SEIBERT, E. What in the Wordle? Tips, tricks, and techniques to make the most out of word clouds. In **Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference Chesapeake**, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), p. 3367-3372, 2013.

SILVA, J. C. P. M.; OLIVEIRA, A. S.; VELOSO, M. C. **Manejo e Administração na Bovinocultura Leiteira**. 2. ed. ampliada e atualizada. Viçosa, 2014. 596 p.

SILVA, P. H. F. Leite: aspectos de composição e propriedades. **Química Nova na Escola**, n. 6, p. 3-5, 1997.

SILVEIRA, M. F.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; MISSIO, R. L.; DONICHT, P. A. M. M.; SEGABINAZZI, L. R.; CALLEGARO, A. M.; JONER, G. Protected fat supplementation for early weaned beef cows maintained in nature pasture. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 3, p. 809-817, 2014.

SMITH, M. K.; WOOD, W. B.; ADAMS, W. K.; WIEMAN, C.; KNIGHT, J. K.; GUILD, N.; SU, T. T. Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. **Science**, v. 323, n. 5910, p. 122-124, 2009.

TRONCO, V. M. **Manual para Inspeção da Qualidade do Leite**. 5. ed, Editora UFSM. Santa Maria, 2013. 208 p.

VARGAS, D. P.; NÖRNBERG, J. L.; MELLO, R. O.; SHEIBLER, R. B.; BRENDA, F. C.; MILANI, M. P. Correlações entre contagem de células somáticas e parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade do leite. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 4, p. 473-483, 2014.

WILKE, R. R. The effect of active learning on student characteristics in a human physiology course for nonmajors. **Advances in Physiology Education**, v. 27, n. 4, p. 207-223, 2003.

ULLOA, L. H. A; MERAZ, G. M; BALLESTEROS, A. C. V. **Test design to assess the qualities of science students' prior knowledge**. In: Handbook of Research on Driving STEM Learning With Educational Technologies. IGI Global, p. 278-296, 2017.

ZOLLER, U. Are lecture and learning compatible? Maybe for LOCS: unlikely for HOCS. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 3, p. 195-197, 1993.

ZOLLER, U. Interdisciplinary systemic HOCS development—the key for meaningful STES oriented chemical education. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v.1, n. 2, p. 189-200, 2000.

APÊNDICES

APÊNDICE I

Carta de um grupo de moradores da zona rural do município de xxxx

Aos estudantes do 3º ano da Escola Estadual xxxx,

Somos um grupo de moradores da zona rural do município de xxxx, cerca de 20 km do centro da cidade. Estamos passando por grande dificuldade por causa do baixo lucro com a atividade leiteira nesta região. Isso está deixando nossa comunidade aflita, pois não sabemos o que fazer para resolver este problema.

Diante desta dificuldade, estamos precisando de ajuda para compreender (1) os fatores que levam ao baixo lucro com a produção do leite; (2) a relação entre o tipo de manejo alimentar dos animais (a pasto/ confinamento/semi-confinamento) e o custo de produção; (3) as formas de agregar valor do produto leite; e (4) os parâmetros de qualidade do leite e alguns testes de análise que possamos utilizar em nossas propriedades.

Estes são os fatores que nos motivaram a escrever esta carta. Precisamos da colaboração da escola, especialmente dos alunos do 3º ano, pois estão completando o Ensino Médio, para ajudar nossa comunidade. Acreditamos que um dia todos nós seremos valorizados pelo trabalho aqui no campo, pois nosso ofício é feito com carinho e responsabilidade e é sabendo disso que pedimos esta ajuda especial. Podemos contar com vocês para mudar esta realidade?

Aguardamos ansiosos a resposta de vocês.

Grande abraço,

Grupo de moradores da zona rural de xxxx.

APÊNDICE II
Perfil dos estudantes

Nome:

Idade:

Sexo:

Escola:

Local de moradia: () zona rural () zona urbana

Elabore um pequeno texto para contar um pouco sobre você. Para isso, você deve responder os seguintes questionamentos: Quem sou eu? Qual a minha experiência com a atividade leiteira?

APÊNDICE III

Questionário inicial de baixa ordem cognitiva – LOCS

1. Quais são os fatores que levam ao baixo lucro com a produção do leite?
2. Você conhece os diferentes tipos de manejo alimentar dos bovinos leiteiros? Quais?
3. Você sabe se existe diferença no custo de produção para os diferentes manejos alimentares dos bovinos leiteiros?
4. Você conhece formas de agregar valor do produto leite?
5. Você sabe quais variáveis compõem o valor pago ao produtor por litro de leite?
6. Você conhece algum teste que possa ser utilizado nas propriedades rurais para verificar a qualidade do leite? Qual(is)?

APÊNDICE IV

Questionário final de baixa ordem cognitiva – LOCS

1. Quais são os fatores que levam ao baixo lucro com a produção do leite?
2. Quais os diferentes tipos de manejo alimentar dos bovinos leiteiros?
3. Existe diferença no custo de produção para os diferentes manejos alimentares dos bovinos leiteiros? Explique.
4. Como agregar valor do produto leite?
5. Quais variáveis compõem o valor pago ao produtor por litro de leite?
6. Quais testes podem ser utilizados nas propriedades rurais para verificar a qualidade do leite?

Questionário final de alta ordem cognitiva – HOCS

1. Um produtor de leite da região de xxx verificou que a qualidade e a quantidade do leite influenciam diretamente no valor pago pelo litro produzido em sua propriedade. a) As observações do produtor estão corretas? Justifique cada uma delas.

b) Proponha ações para ajudar a melhorar a rentabilidade com a atividade leiteira a partir dessas observações do produtor.
2. Alguns produtores da região Sul do Rio Grande do Sul implementaram uma central para coleta de leite. Avalie a contribuição desta ação para agregar valor ao leite?
3. Um produtor de leite em campo nativo pretende passar para a pastagem cultivada de inverno nos próximos anos.
 - a. Quais as vantagens e desvantagens de realizar esta mudança de sistema de produção?

b. Aconselhe o produtor sobre as modificações que precisarão ser realizadas na propriedade rural.

4. Um produtor rural está com problemas de mastite em parte de seu rebanho de vacas. Ele solicitou a vinda de um veterinário para lhe ajudar. O profissional explicou ao produtor que a mastite estava sendo causada pelo ambiente em que os animais se encontram na propriedade. Ajude o produtor a identificar os contaminantes ambientais que podem estar causando a mastite.

5. Em uma investigação da polícia federal no Rio Grande do Sul constatou-se que algumas empresas estão adicionando urina e água na composição do leite.

a. Qual o papel da água e da urina na adulteração do leite?

b. Argumente sobre questões éticas relacionadas ao uso do conhecimento científico para adulterar a composição do leite.

APÊNDICE V
Atividades do Portfólio

- *Clichê da situação estudada*

Elabore **uma pergunta** sobre a atividade leiteira na região da campanha Gaúcha. Para isso, considere os aspectos elencados na carta enviada pelos membros da comunidade:

- Fatores que levam ao baixo lucro com a produção do leite;
- Relação entre o tipo de manejo alimentar dos animais (a pasto/confinamento/semi-confinamento) e o custo de produção;
- Formas de agregar valor do produto leite;
- Parâmetros de qualidade do leite e teste de análise.

- *Panorama Espontâneo*

a. Elaborem cartazes em grupo para listar os seguintes elementos, a partir da situação problema apresentada pelos membros da comunidade:

- Lista de atores envolvidos;
- Lista de normas e condições impostas pela técnica;
- Lista de posturas e tensões;
- Lista de caixas-pretas;
- Lista de bifurcações;
- Lista de especialistas e especialidades envolvidas.

b. Agora registre no seu portfólio o resultado dos cartazes.

- *Consulta aos Especialistas e às Especialidades*

a. Com a ajuda do(a) professor(a) de Língua Portuguesa, elabore uma carta convite aos especialistas. Após a redação da carta, a turma elege duas cartas para serem enviadas aos especialistas (Zootecnista e Veterinário).

b. Utilize o espaço a seguir para fazer seus registros por meio de desenhos, cálculos e escrita a partir da palestra da especialista (Veterinária).

c. Utilize o espaço a seguir para fazer seus registros por meio de desenhos, cálculos e escrita a partir da palestra do especialista (Zootecnista).

- *Indo à prática*
 - a. Com a ajuda do(a) professora de Língua Portuguesa, elabore um roteiro para entrevistar familiares e/ou pessoas da comunidade que trabalham com a produção leiteira. Registre a seguir o roteiro.
 - b. Transcreva a seguir os dados da entrevista e registre as suas principais impressões.

- *Abertura aprofundada de uma ou outra caixa-preta e a descoberta dos “princípios disciplinares” que sustentam uma tecnologia*
 - a. Com a ajuda dos professores das Ciências da Natureza, Matemáticas e outras áreas, resolva os seguintes desafios.
 - Considerando os fatores que levam ao baixo lucro com a produção leiteira, proponha ações para ajudar os membros da comunidade a superar estes desafios.
 - Compare os custos de produção para uma propriedade, a partir dos cálculos realizados em sala de aula, apresente as vantagens e desvantagens para cada sistema de produção.
 - Pensando em aumentar a rentabilidade da propriedade leiteira, apresente alternativas para agregar valor ao leite.
 - Como acompanhar a qualidade do leite? Explique as técnicas de análise que você aprendeu.
 - Verifique quais são as propriedades físico-químicas do leite.
 - Apresente os principais constituintes do leite.
 - b. A partir destes desafios, usem a criatividade para planejar os trabalhos da Mostra Interdisciplinar e suas Tecnologias.

- *Esquematização global de uma tecnologia*
 - a. Elaborar um esquema com cada uma das atividades que será apresentada na Mostra Interdisciplinar e suas Tecnologias para socializar com os demais colegas. Para isso, vocês serão divididos em grupos para a elaboração de cartazes com os esquemas e posterior registro no portfólio.
 - b. Registre o esquema elaborado pelo seu grupo no portfólio.

- *Abrir caixas pretas sem a ajuda de especialistas*

A partir dos grupos formados na etapa anterior, produzir e apresentar o material que será apresentado durante a Mostra Interdisciplinar e suas Tecnologias.

- *Síntese da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade*

Com a ajuda do(a) professor(a) de Língua Portuguesa, elabore uma carta resposta aos membros da comunidade. Após a redação da carta, a turma elege uma carta para ser enviada a comunidade. Registre a seguir sua carta.

- *Espaço de expressão*

Elabore um texto para responde o seguinte questionamento: Qual a contribuição das atividades desenvolvidas sobre a produção leiteira para sua formação?

APÊNDICE VI

1. Indique quais áreas do conhecimento você identificou durante o desenvolvimento das atividades sobre a leiteira na região da campanha Gaúcha.

Ciências da Natureza e suas tecnologias

<input type="checkbox"/>	Química
<input type="checkbox"/>	Física
<input type="checkbox"/>	Biologia

<input type="checkbox"/>	Ciências Agrárias
--------------------------	--------------------------

<input type="checkbox"/>	Matemática e suas tecnologias
--------------------------	--------------------------------------

Linguagens, códigos e suas tecnologias

<input type="checkbox"/>	Língua portuguesa
<input type="checkbox"/>	Literatura
<input type="checkbox"/>	Língua estrangeira

Ciências Humanas e suas Tecnologias

<input type="checkbox"/>	História
<input type="checkbox"/>	Geografia
<input type="checkbox"/>	Filosofia
<input type="checkbox"/>	Sociologia

2. Descreva a contribuição de cada área do conhecimento, indicada no item anterior, para compreensão da atividade leiteira na região da campanha Gaúcha.

a. Ciências da Natureza e suas tecnologias

b. Ciências Agrárias

c. Matemática e suas tecnologias

d. Linguagens, códigos e suas tecnologias

e. Ciências Humanas e suas tecnologias

APÊNDICE VII

Questões do questionário de baixa ordem cognitiva – LOCS com as respectivas respostas esperadas para cada item, além de exemplos de respostas dos alunos.

Questão	Resposta esperada	Exemplo de resposta dos alunos
<p>1. Quais são os fatores que levam ao baixo lucro com a produção do leite?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - O baixo lucro com a atividade leiteira ocorre porque os produtores, em sua maioria, não fazem anotações do custo de produção; - Poucas empresas que compram o leite produzido na região; - A importação de produtos lácteos de países vizinhos aumenta a concorrência, baixando o preço interno; - A qualidade do leite influencia diretamente no valor pago ao produtor pelo litro produzido. - A quantidade de leite coletado também influencia no valor pago ao produtor. 	<p>Adequada: Indicação de 4 ou mais fatores que levam ao baixo lucro com a atividade leiteira. Ex: ---</p> <p>Parcialmente adequada: Indicação de 1- 3 fatores que levam ao baixo lucro com a atividade leiteira. Ex: “Higiene local, e nos materiais utilizados para a retirada do leite, higiene nas tetas da vaca (pós-dipping e pré-dipping). Qualidade e quantidade”. (sic)</p> <p>Inadequada: Nenhuma menção as principais fatores que levam ao baixo lucro com a produção do leite. Ex: “A seca, a falta de pastagem, a falta de alimento para o animal”. (sic)</p> <p>Não sabe/Ausente: Indicação de que não sabia a resposta ou em branco. Ex: “Não sabe”.</p>
<p>2. Quais os diferentes tipos de manejo alimentar dos bovinos leiteiros?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Campo nativo; - Pastagem cultivada; - Confinamento. 	<p>Adequada: Indicação de 3 tipos de manejo alimentar. Ex: “Pastagem cultivada, campo nativo e confinamento”. (sic)</p> <p>Parcialmente adequada: Indicação de apenas 1 ou 2 tipos de manejo alimentar. Ex: “Confinamento, pastagem cultivada”. (sic)</p> <p>Inadequada: Indicação de alguns tipos de suplementos alimentares e não o manejo alimentar dos bovinos. Ex: “Sim, silo, milho, aveia, trevo e ração”. (sic)</p> <p>Não sabe/Ausente: Indicação de que não sabia a resposta ou em</p>

		branco. Ex: “Não tenho conhecimento”. (sic)
3. Existe diferença no custo de produção para os diferentes manejos alimentares dos bovinos leiteiros? Explique.	O manejo alimentar que apresenta maior custo de produção é o confinamento, seguido pela pastagem cultivada e o campo nativo respectivamente. O que mais determina essa diferença entre os custos de produção é a utilização de mecanização agrícola e os custos com instalações. A pastagem cultivada apresenta investimento inicial intermediário comparado com os demais sistemas, mas a sua rentabilidade é maior entre os tipos de manejo.	<p>Adequada: Indicação das diferenças dos custos de produção para os diferentes manejos alimentares dos bovinos leiteiros. Ex: “Sim, pastagem nativa vai envolver um menor gasto, pois não se gasta com plantio e adubos, mas o retorno será menor. Pastagem cultivada terá maior gasto, pois envolve o gasto com a compra de sementes e adubos e retorno será maior. Confinamento terá maior gasto, pois precisa de toda uma estrutura para abrigar os animais. O retorno pode demorar a chegar por conta dos gastos, mas será bem grande também”. (sic)</p> <p>Parcialmente adequada: Indicação parcial das diferenças dos custos de produção para os diferentes manejos alimentares dos bovinos leiteiros. Ex: “Sim existe, a diferença é que para ter uma pastagem nativa custa menos do que para ter o gado em confinamento”. (sic)</p> <p>Inadequada: Nenhuma menção de qualquer ideia relevante sobre a diferença dos custos de produção para os diferentes manejos alimentares dos bovinos leiteiros. Ex: “Sim, porque em algumas propriedades os cuidados são diferentes, alguns são para melhor e outros nem tanto”. (sic)</p> <p>Não sabe/Ausente: Indicação de que não sabia a resposta ou em branco. Ex: “Não sabe”.</p>
4. Como agregar valor do produto leite?	<p>Algumas das formas para agregar valor ao leite são:</p> <p>- A organização de produtores em</p>	<p>Adequada: Indicação de 3 ou 4 formas para agregar valor ao leite. Ex: ---</p> <p>Parcialmente adequada: Indicação</p>

	<p>grupos;</p> <ul style="list-style-type: none"> - A utilização de centrais de coleta de leite; - O processamento do leite na propriedade (doce de leite, queijo, manteiga ...); - A criação de marcas comerciais (selos de qualidade e origem). 	<p>de 1 ou 2 formas para agregar valor ao leite. Ex: “Podem ser produzidos os seus derivados como: doce de leite, queijo, iogurte, manteiga entre outros”. (sic)</p> <p>Inadequada: Nenhuma menção de qualquer ideia relevante sobre como agregar valor ao produto. Ex: “Higiene, qualidade de leite”. (sic)</p> <p>Não sabe/Ausente: Indicação de que não sabia a resposta ou em branco. Ex: “Não sabe”.</p>
<p>5. Quais variáveis compõem o valor pago ao produtor por litro de leite?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - A quantidade de leite coletado na propriedade; - A qualidade do leite (teor de gordura, contagem de células somáticas, contagem bacteriana total); - O sistema de ordenha e forma de armazenamento utilizado na propriedade. 	<p>Adequada: Indicação de 2 ou 3 variáveis que compõem o valor pago ao produtor por litro de leite. Ex: “A qualidade e a quantidade de gordura e proteína do leite, higiene”. (sic)</p> <p>Parcialmente adequada: Indicação de apenas 1 variável que compõem o valor pago ao produtor por litro de leite. Ex: “A higienização”. (sic)</p> <p>Inadequada: Nenhuma menção de qualquer ideia relevante sobre as variáveis que compõem o valor pago ao produtor por litro de leite. Ex: “Mesmo respeitando tudo o que se deve, mesmo assim estamos ganhando cada vez menos”. (sic)</p> <p>Não sabe/Ausente: Indicação de que não sabia a resposta ou em branco. Ex: “Não sabe”.</p>
<p>6. Quais testes podem ser utilizados nas propriedades rurais para verificar a qualidade do leite?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Teste da caneca de fundo preto - verificar a presença de mamite clínica; - Teste CMT (<i>Californian mastites test</i>) – verificar a presença de mamite subclínica. 	<p>Adequada: Indicação do teste da caneca de fundo preto e teste CMT. Ex: “O teste da caneca de fundo preto e o teste de mastite com o reagente CMT”. (sic)</p> <p>Parcialmente adequada: Indicação de apenas um dos testes que</p>

		<p>podem ser utilizados nas propriedades rurais para verificar a qualidade do leite. Ex: “Teste de caneca do fundo preto”. (sic)</p> <p>Inadequada: Nenhuma menção de qualquer ideia relevante sobre os testes que podem ser realizados nas propriedades. Ex: “A coleta diária”. (sic)</p> <p>Não sabe/Ausente: Indicação de que não sabia a resposta ou em branco. Ex: “Não sabe”.</p>
--	--	---

APÊNDICE VIII

Questões do questionário de alta ordem cognitiva – HOCS com as respectivas respostas esperadas para cada item, além de exemplos de respostas dos alunos.

Questão	Resposta esperada	Exemplo de resposta dos alunos
<p>1. Um produtor de leite da região de xxxx verificou que a <u>qualidade</u> e a <u>quantidade</u> do leite influenciam diretamente no valor pago pelo litro produzido em sua propriedade.</p> <p>a) As observações do produtor estão corretas? Justifique cada uma delas.</p> <p>b) Proponha ações para ajudar a melhorar a rentabilidade com a atividade leiteira a partir dessas observações do produtor.</p>	<p>a) Sim. A qualidade do leite influencia no valor pago por litro, pois a indústria remunera melhor o produtor com melhores indicadores de qualidade como, por exemplo, teor de gordura e contaminações biológicas. A quantidade coletada de leite na propriedade também interfere no valor pago por litro, pois diminui o custo de produção na indústria uma vez que não necessita recolher o leite em muitos pontos de coleta.</p> <p>b) - quantidade: organização de associações em centrais de coleta de leite.</p> <p>- qualidade: aumentar a qualidade nutricional do rebanho; implementar testes de verificação de mamite; rigidez na higiene da sala de ordenha e entorno.</p>	<p>Adequada:</p> <p>Item a</p> <p>Justificativa conceitualmente correta da influência da qualidade e a quantidade do leite no valor pago pelo litro produzido nas propriedades. Ex.: “a) Sim, o leite é recolhido pela empresa, ele é examinado, testado e se o leite for de boa qualidade, ou seja, tem bastante gordura e o CCS e CBT estão bons, uma boa parte dele irá para a produção de elementos derivados de leite e outros irão ser de caixinha. O volume do leite também ajuda porque a empresa não precisa descontar uma porcentagem alta para pagar o frete”. (sic)</p> <p>Item b</p> <p>Indicação de ações para ajudar a melhorar a rentabilidade com a atividade leiteira a partir da qualidade e quantidade de leite. Ex.: “b) Para melhorar a qualidade é importante atentar-se a higienização de instalações e equipamentos, realizar testes periodicamente, como o teste da caneca de fundo preto e fornecer alimentos com alto teor nutricional. Em relação a quantidade, é recomendável o aperfeiçoamento técnico da</p>

		<p>mão de obra e um bom planejamento de lactação para assim atender melhor as centrais de coleta de leite”. (sic)</p> <p>Parcialmente adequada:</p> <p style="text-align: center;">Item a</p> <p>Justificativa parcialmente correta da influência da qualidade e a quantidade do leite no valor pago pelo litro produzido nas propriedades. Ex.: “a) Sim, porque se a qualidade for boa vai dar mais lucro, será mais higienizado terá um manejo correto e isso aumentara a qualidade e conseqüentemente aumentará a quantidade”. (sic)</p> <p style="text-align: center;">Item b</p> <p>Indicação de apenas uma ação para ajudar a melhorar a rentabilidade com a atividade leiteira. Ex.: “b) Uma boa higienização com a ordenha e com o local de manejo”. (sic)</p> <p>Inadequada:</p> <p style="text-align: center;">Item a</p> <p>Nenhuma menção de qualquer ideia relevante sobre a influência da qualidade e a quantidade do leite no valor pago pelo litro produzido nas propriedades. Ex: a) ---</p> <p style="text-align: center;">Item b</p> <p>Não apresentou as ações para ajudar a melhorar a rentabilidade com a atividade leiteira. Ex.: “b) Se o local a onde você tem sua produção é</p>
--	--	--

		<p>pequeno, se você quiser aumentar você pode aumentar na mão de obra, tem que ter uma boa qualificação nos equipamentos utilizados em pastagem no seu rebanho”. (sic)</p> <p>Não sabe/Ausente: Indicação de que não sabia a resposta ou em branco. Ex.: ---</p>
<p>2. Alguns produtores da região Sul do Rio Grande do Sul implementaram uma central para coleta de leite. Avalie a contribuição desta ação para agregar valor ao leite?</p>	<p>Esta ação gera um aumento do valor recebido pelo litro de leite de todos os produtores envolvidos, visto que as agroindústrias remuneram melhor quando é possível coletar mais quantidade em uma única central.</p>	<p>Adequada: Indicação correta das contribuições da implementação da central de coleta para agregar valor ao leite. Ex.: “Um sistema de coleta conjunto reduz os custos de armazenamento e transporte para os produtos, além de oferecer melhores condições de prazo e tabelamento de preços. Tendo assim uma melhor remuneração”. (sic)</p> <p>Parcialmente adequada: respostas com algum equívoco conceitual, mas com indicação de que o aluno compreendeu o papel das centrais de coleta de leite. Ex.: ---</p> <p>Inadequada: Nenhuma menção de qualquer ideia relevante sobre o papel das centrais de coleta de leite. Ex.: “Tendo uma central onde mais de um produtor trabalhem eles podem fabricar derivados do leite e então terão uma rentabilidade muito maior do que apenas com o leite. Derivados como: doce de leite. Queijo, ricota, iogurte, rapaduras entre muitos</p>

		<p>outros”. (sic)</p> <p>Não sabe/Ausente: Indicação de que não sabia a resposta ou em branco. Ex.: ---</p>
<p>3. Um produtor de leite em campo nativo pretende passar para a pastagem cultivada de inverno nos próximos anos.</p> <p>a) Quais as vantagens e desvantagens de realizar esta mudança de sistema de produção?</p> <p>b) Aconselhe o produtor sobre as modificações que precisarão ser realizadas na propriedade rural.</p>	<p>a) vantagens – maior produção de leite; maior lotação de animais, maior rentabilidade.</p> <p>desvantagens – maior investimento inicial.</p> <p>b) As principais modificações que precisam ser realizadas são: utilização de maquinário, aquisição de sementes, preparação do solo e outras.</p>	<p>Adequada:</p> <p>Item a</p> <p>Indicação das principais vantagens e desvantagens de realizar as mudanças no sistema de produção. Ex.: “a) Vantagens: ele terá um lucro maior, pois os animais irão produzir mais leite com uma pastagem de maior qualidade. Desvantagens: ele terá que investir mais em sementes e adubos”. (sic)</p> <p>Item b</p> <p>Indicação correta das modificações necessárias na propriedade rural. Ex.: “b) Ele terá maior gasto com sementes para o plantio e também com o adubo”. (sic)</p> <p>Parcialmente adequada:</p> <p>Item a</p> <p>Respostas com alguns equívocos conceituais, mas com indicação de algumas vantagens e desvantagens de realizar as mudanças no sistema de produção. Ex.: “a) Vantagens - ele irá ter pastagem o inverno todo, o rebanho talvez não irá emagrecer tanto, dependendo da pastagem plantada ele terá aumento da produção leiteira. Desvantagens ser for plantar ele terá que contar com a natureza, ou seja, quando ele</p>

		<p>plantar tem que ver se irá chover muito, irá ter geada se tiver muita geada, a pastagem que ele escolheu irá ou não morrer por afogamento ou queimada pela geada”. (sic)</p> <p style="text-align: center;">Item b</p> <p>Respostas com alguns equívocos conceituais, mas com indicação de algumas modificações que precisam ser realizadas na propriedade rural. Ou ainda, respostas incompletas. Ex.: “Terá que fazer instalações e pastagens”. (sic)</p> <p>Inadequada:</p> <p style="text-align: center;">Item a</p> <p>Nenhuma menção de qualquer ideia relevante sobre as principais vantagens e desvantagens de realizar as mudanças no sistema de produção. Ex.: a) ---</p> <p style="text-align: center;">Item b</p> <p>Indicação incorreta das modificações na propriedade rural. Ex.: b) “Após o plantio é bom dividir o campo que plantou em partes, assim em uma a uma semana fazer um circuito com as vacas, ou seja, colocar as vacas uma semana num campo e na próxima semana em outro campo”. (sic)</p> <p>Não sabe/Ausente: Indicação de que não sabia a resposta ou em branco. Ex.: ---</p>
<p>4. Um produtor rural está com problemas de mastite em parte de seu rebanho de</p>	<p>- Barro nas instalações em dias de chuva; - Os animais não podem</p>	<p>Adequada: Indicação dos contaminantes ambientais que podem estar causando a mastite</p>

<p>vacas. Ele solicitou a vinda de um veterinário para lhe ajudar. O profissional explicou ao produtor que a mastite estava sendo causada pelo ambiente em que os animais se encontram na propriedade. Ajude o produtor a identificar os contaminantes ambientais que podem estar causando a mastite.</p>	<p>entrar nas aguadas (açudes e lagos) quando em sistemas de pastejo;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Falta de higiene da sala e equipamentos de ordenha. - Manejo incorreto da cama no sistema de confinamento. 	<p>nessa propriedade. Ex.: “A mastite é uma doença no ubre da vaca e que pode contaminar uma a outra, por meio das teteiras que talvez estejam mal higienizadas. E também pode estar sendo causada pelo ambiente onde a vaca esta, por ela estar se deitando em um lugar com lama e o teto não estar fechado (aconselha usar o pós –dipping). Para descobrir quais animais estão com a doença podem ser usados dois teste: caneca do fundo preto e aquele com reagente CMT e assim fazer o tratamento adequado”. (sic)</p> <p>Parcialmente adequada: Respostas com alguns equívocos conceituais, mas com indicação dos contaminantes ambientais que podem estar causando a mastite nessa propriedade. Ex.: ---</p> <p>Inadequada: Indicação incorreta dos contaminantes ambientais. Ex.: ---</p> <p>Não sabe/Ausente: Indicação de que não sabia a resposta ou em branco. Ex.: ---</p>
<p>5. Em uma investigação da polícia federal no Rio Grande do Sul constatou-se que algumas empresas estão adicionando urina e água na composição do leite.</p> <p>a) Qual o papel da água e da urina na adulteração do leite?</p>	<p>a) água – aumento do volume de leite;</p> <p>urina – aumento do volume de leite, e mascarar a densidade nos testes laboratoriais.</p> <p>b) Resposta aberta. Considerar os argumentos dos alunos sobre a</p>	<p>Adequada:</p> <p>Item a</p> <p>Indicação correta do papel da água e da urina na adulteração do leite. Ex.: “a) A água serve para dar mais volume no leite e a urina tem o mesmo papel, mas também serve para diminuir ou esconder o excesso</p>

<p>b) Argumente sobre questões éticas relacionadas ao uso do conhecimento científico para adulterar a composição do leite.</p>	<p>adulteração do leite e as questões éticas. As adulterações ocorrem com o objetivo de aumentar o volume, isso pode resultar na perda do valor nutritivo e prejudicar a qualidade microbiológica do leite, além de outras implicações para a saúde humana, dependendo do adulterante utilizado.</p>	<p>de água no leite para não descobrirem a adulteração”. (sic)</p> <p style="text-align: center;">Item b</p> <p>Apresentou argumentos consistentes sobre as questões éticas relacionadas ao uso do conhecimento científico para esta adulteração na composição do leite. Ex.: “b) Algumas pessoas acabam se aproveitando do seu conhecimento científico para fazer coisas erradas como adulterar o leite e assim acabam tendo mais lucros. E é claro que isso é errado são pessoas sem caráter que fazem, até porque eles colocam coisas do leite que prejudica a saúde das pessoas”. (sic)</p> <p>Parcialmente adequada:</p> <p style="text-align: center;">Item a</p> <p>Justificativa para apenas para um dos adulterantes do leite. Ex.: “a) Eles aumentam a quantidade do leite”. (sic)</p> <p style="text-align: center;">Item b</p> <p>Apresentou argumentos pouco consistentes sobre as questões éticas relacionadas ao uso do conhecimento científico para a adulteração na composição do leite. Ex.: “b) Em minha opinião eles usam dos conhecimentos deles para dar volume ao leite, que seria acrescentando com água e urina”. (sic)</p> <p>Inadequada:</p>
--	--	---

		<p>Item a</p> <p>Indicação incorreta do papel da água e da urina na adulteração do leite. Ex.: ---</p> <p>Item b</p> <p>Não apresentou argumentos sobre as questões éticas relacionadas ao uso do conhecimento científico para a adulteração na composição do leite. Ex.: “b) Formol, água, urina, vinagre etc”. (sic)</p> <p>Não sabe/Ausente: Indicação de que não sabia a resposta ou em branco. Ex.: ---</p>
--	--	--

APÊNDICE IX

Avaliação dos portfólios	Totalmente desenvolvida	Parcialmente desenvolvida	Incorretamente desenvolvida	Não desenvolvida
Etapa 1 - Clichê da situação estudada	Elaborou uma pergunta sobre a atividade leiteira considerando os aspectos elencados na carta enviada pelos membros da comunidade.	Elaborou uma pergunta sobre a atividade leiteira, mas não considerou os aspectos elencados na carta enviada pelos membros da comunidade.	Elaborou uma pergunta, porém sobre outro tema.	Não realizou a atividade.
Etapa 2 - Panorama Espontâneo	Registrou no portfólio todos os elementos do panorama espontâneo (como os atores envolvidos; as caixas-pretas; as especialistas e especialidades envolvidas...).	Registrou no portfólio alguns dos elementos do panorama espontâneo.	A lista do panorama espontâneo não foi preenchida corretamente.	Não realizou a atividade.
Etapa 3 – Carta convite aos especialistas	Elaborou uma carta convite aos especialistas argumentando sobre os principais desafios encontrados pelos produtores de leite.	Elaborou uma carta convite aos especialistas, mas não conseguiu argumentar sobre os principais desafios encontrados pelos produtores de leite.	A atividade não apresentou os elementos necessários de carta convite (local, data, saudação, corpo da carta, despedida e assinatura).	Não realizou a atividade.
Etapa 3 - Consulta aos Especialistas e às Especialidades.	Realizou as atividades propostas pelos especialistas (como cálculos de custo da produção leiteira, tabela de composição do leite ...).	Realizou parcialmente as atividades propostas pelos especialistas.	Realizou incorretamente as atividades.	Não realizou as atividades.

Etapa 4 - Indo à prática	Elaborou o roteiro e entrevistou familiares e/ou pessoas da comunidade que trabalham com a produção leiteira.	Elaborou o roteiro, mas não realizou a entrevista com familiares e/ou pessoas da comunidade que trabalham com a produção leiteira.	Realizou incorretamente a atividade.	Não realizou a atividade
Etapa 5 - Abertura aprofundada de uma ou outra caixa-preta	Resolução completa dos desafios propostos.	Resolução parcial dos desafios propostos.	Resolução incorreta dos desafios propostos.	Não realizou a atividade
Etapa 6 - Esquematização global de uma tecnologia	Elaborou um esquema claro e organizado da atividade a ser apresentada na Mostra Interdisciplinar e suas Tecnologias.	Elaborou um esquema da atividade a ser apresentada na Mostra Interdisciplinar e suas Tecnologias, mas a proposta não estava clara.	Realizou incorretamente a atividade.	Não realizou a atividade
Etapa 7 - Abrir caixas pretas sem a ajuda de especialistas	Construiu o material da Mostra Interdisciplinar e suas Tecnologias conectado com a situação de estudo.	Construiu o material da Mostra Interdisciplinar e suas Tecnologias, porém apresenta pouca conexão com a situação de estudo.	Construiu o material da Mostra Interdisciplinar e suas Tecnologias sem conexão com a situação de estudo.	Não realizou a atividade
Etapa 8 - Síntese da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade	Elaborou uma carta resposta aos membros da comunidade apresentando alternativas superar todos os desafios encontrados pelos produtores de leite.	Elaborou uma carta convite aos especialistas, porém apresentou alternativas para superar alguns dos desafios encontrados pelos produtores de leite.	Elaborou uma carta convite aos especialistas, porém não apresentou alternativas para superar os desafios encontrados pelos produtores de leite.	Não realizou a atividade.