

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:  
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

**POTENCIALIDADES E LIMITES DA SITUAÇÃO DE ESTUDO PARA  
A FORMAÇÃO PELA PESQUISA NO ENSINO DE FÍSICA**

**RITA ACACIA DALBERTO DA SILVA**

Porto Alegre, fevereiro de 2015.

RITA ACACIA DALBERTO DA SILVA

**POTENCIALIDADES E LIMITES DA SITUAÇÃO DE ESTUDO PARA  
A FORMAÇÃO PELA PESQUISA NO ENSINO DE FÍSICA**

LINHA DE PESQUISA:

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM NA  
ESCOLA, NA UNIVERSIDADE E NO LABORATÓRIO DE PESQUISA.

Dissertação realizada sob orientação da Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Eva Teresinha de Oliveira Boff, apresentada no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em preenchimento parcial dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências.

Porto Alegre, fevereiro de 2015.

## CIP - Catalogação na Publicação

Silva, Rita Acacia Dalberto da  
Potencialidades e limites da situação de estudo  
para a formação pela pesquisa no ensino de física /  
Rita Acacia Dalberto da Silva. -- 2015.  
154 f.

Orientadora: Eva Teresinha de Oliveira Boff.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da  
Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em  
Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-  
RS, 2015.

1. Educação Básica. 2. Ensino de Física. 3. Formação  
pela Pesquisa. 4. Situação de Estudo. I. Boff, Eva  
Teresinha de Oliveira, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os  
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

RITA ACACIA DALBERTO DA SILVA

**POTENCIALIDADES E LIMITES DA SITUAÇÃO DE ESTUDO PARA  
A FORMAÇÃO PELA PESQUISA NO ENSINO DE FÍSICA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, como requisito para a obtenção do título de mestre em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde.

**APROVADA EM: 30/03/2015.**

**BANCA EXAMINADORA**

Dr. JOSÉ CLÁUDIO DEL PINO (UFRGS)

Dra. SANDRA ELISABET BAZANA NONENMACHER (IF/PANAMBI)

Dr. MAURIVAN GÜNTZEL RAMOS (PUC/RS)

Dra. EVA TERESINHA DE OLIVEIRA BOFF (orientadora/UFRGS)

*Dedico este trabalho  
aos estudantes da educação básica e aos meus filhos  
como incentivo para continuarem seus estudos,  
e dizer que quando há desejos não há limites,  
precisa dedicação e persistência.*

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, pela oportunidade e apoio à minha pesquisa e pela possibilidade dada à educação pública.

A minha orientadora, professora doutora Eva Teresinha de Oliveira Boff, por me incentivar e prosseguir nos estudos na pós-graduação. Pela sua paciência e atenção às minhas escritas. Quando eu pensava em não dar mais conta, elogios e considerações relevantes ao trabalho mostravam possível prosseguir. Não tenho palavras suficientes para dizer o quanto foi importante ter o seu aporte na escola quando iniciou a sua pesquisa e na continuidade da minha.

Ao professor Del Pino, por ter aberto as portas em sua disciplina como aluna especial, encorajando a continuidade e ingresso no mestrado.

Ao grupo Gipec, professores e acadêmicos/bolsistas da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ) pela parceria, discussões e colaborações nos grupos de estudos. Em especial a Franciele Kollas, sempre pronta a auxiliar nas horas complicadas.

À escola, na qual sempre fui e sou reconhecida pelas minhas contribuições como professora, motivo também de prosseguir nos estudos. Agradeço por ter esse espaço, o carinho e a simplicidade dos professores que abraçaram o desafio deste estudo com sabedoria, humildade, união e gratidão, sabedores de que *“Entre a escola que temos e a escola que queremos, temos a escola que somos”*. (autor desconhecido). Cada um de nós, educadores tem muito a contribuir no espaço escolar.

Aos estudantes, por me inquietarem para que como professora, não me acomodasse com o trabalho de sala de aula, desafiando-me a propor um trabalho na disciplina de Física menos massacrante.

Em especial, agradeço, com muito carinho, à minha família, esposo Ronaldo e os filhos Stephanie, Dartagnan e Maria, por entenderem que esta etapa da minha formação precisava de maior dedicação e estudo, e assim permitiram e, a minha querida sobrinha, Germana Dalberto, pelo acolhimento e carinho nos períodos em que frequentei as disciplinas intensivas.

Aos professores que fizeram parte da minha vida como estudante, cada um com suas contribuições. Com certeza sementes plantaram em meu caminho. A vocês professores, agradeço com a frase de Isaac Newton: *“Se consegui enxergar mais longe é porque me debrucei em ombros de gigante”*.

## RESUMO

Esta pesquisa focalizou um processo de organização do currículo escolar denominado Situação de Estudo (SE). A SE busca trabalhar um currículo mais flexível, tendo como ponto de partida as realidades vividas pelos estudantes. Valoriza os conhecimentos prévios para construção de aprendizagem dos conceitos científicos no contexto de seus questionamentos e problematizações. Nessa perspectiva, a reorganização curricular com base na Situação de Estudo favorece a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem ampliando a prática da pesquisa em sala de aula e a produção escrita. A pesquisa teve como objetivo geral produzir e desenvolver uma Situação de Estudo com o propósito de identificar as contribuições e os limites desse processo para a constituição de um estudante reflexivo, pesquisador, crítico, capaz de buscar a inserção cidadã na sociedade. Buscou-se compreender as práticas de sala de aula como possibilidades de mudanças do ensino fragmentado e descontextualizado bem como analisar as contribuições da SE para a formação pela pesquisa em sala de aula, especialmente nas aulas de Física. A SE possibilita a interdisciplinaridade, que é uma forma importante de significação dos conteúdos escolares. Para propiciar a formação pela pesquisa em sala de aula, foi planejada, desenvolvida e analisada a SE “Nutrição e Qualidade de Vida”, no coletivo da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT). Essa temática surgiu das manifestações dos estudantes. Com ela foi possível significar conceitos de Física e a relação interdisciplinar com outras áreas do conhecimento, priorizando atividades que possibilitaram a produção escrita, em um processo de formação pela pesquisa em sala de aula. Envolveu duas turmas de estudantes do segundo ano do Ensino Médio Politécnico (EMP) de uma escola de Educação Básica da rede Pública Estadual do Rio Grande do Sul, durante um semestre de 2013. A pesquisa fundamentou-se na abordagem qualitativa, situada na modalidade pesquisa-ação visando não apenas a pesquisar o espaço escolar, mas também a atuar nele na perspectiva de melhorar a aprendizagem dos estudantes tanto no que se refere aos conteúdos escolares quanto ao contexto social vivenciado. A análise dos dados realizou-se a partir da investigação das concepções empíricas dos estudantes e dos conceitos presentes nas diferentes atividades propostas na SE. Os registros foram obtidos por meio de gravações das aulas e das produções dos estudantes, dos relatórios sobre as atividades práticas, diário de bordo dos estudantes, produção textual individual e coletiva e o relato das aulas da professora de Física. Teve como eixo norteador as orientações propostas por Moraes e Galiuzzi (2007) sobre a análise textual discursiva, em que um conjunto de elementos é reorganizado, e os significados vão se constituindo a partir dos conhecimentos, intenções e teorias que possibilitam a construção de categorias. Deste processo de pesquisa-ação emergiram quatro categorias centrais: a energia e suas transformações em diferentes contextos (na produção do alimento, na digestão, na fermentação); a interdisciplinaridade entre os componentes curriculares da área das CNT; as contribuições do ensino de Física para a promoção da saúde; a formação pela pesquisa. Defende-se que é possível trabalhar o componente curricular de Física superando a linearidade e o isolamento dos conceitos e a aula pronta e acabada. Os estudantes começam a deixar de fazer apenas cópias, para produzirem seus próprios textos. Isso mostra que reconheceram o educar pela pesquisa como modo de pensar, refletir e propor coisas importantes necessárias para desenvolvimento cognitivo e a construção de aprendizagens significativas para a vida. O olhar crítico do professor sobre o trabalho realizado possibilitou repensar o planejamento e as ações que podem ser melhoradas em um constante movimento de construção e reconstrução das práticas pedagógicas, a partir da reorganização curricular denominada Situação de Estudo.

**Palavras chave:** Ensino de Física, formação pela pesquisa, situação de estudo.



## **ABSTRACT**

This research focused on a school curriculum organization process called Study Situation (SS). The SS seeks to work a more flexible curriculum, taking as its starting point the realities experienced by students. It values the prior knowledge for learning building of scientific concepts in the context of their questions and problematizations. From this perspective, curricular reorganization based on the Study Situation favors the active participation of students in the learning process expanding research practice in the classroom and written production. The research aimed to produce and develop a study situation in order to identify the contributions and limitations of this process for the formation of a reflective student, researcher, and critic, able to seek citizen integration in society. We tried to understand the classroom practices as possibilities of changes in the fragmented education and decontextualized and analysis of the SS's contributions to training through research in the classroom, especially in Physics. The SS enables interdisciplinarity, which is an important form of significance of school subjects. To provide training through research in the classroom, it was planned, developed and analyzed the SS "Nutrition and Quality of Life", in the collective of Natural Sciences area and its Technologies (NST). This theme emerged from the manifestations of students. It was possible to mean concepts of physics and interdisciplinary relationship with other areas of knowledge with it, prioritizing activities that made possible the written production, in a process of training through research in the classroom. It involved two classes of second year students of the Polytechnic School of a State School of Basic Education of Rio Grande do Sul during a semester of 2013. The survey was based on the qualitative approach, situated in the mode research-action aiming not only to find the school environment, but also to act on it in order to improve student learning both in the case of school subjects as the experienced social context. Data analysis was carried out based on the investigation of empirical conceptions of students and concepts present in the different activities proposed in the SS. Records were obtained from recordings of classes and productions of students, reports on the practical activities, logbook of students, individual and collective text production and the report of the classes of the Physics teacher. She had as an axis guidelines proposed by Moraes and Galiazzi (2007) on the discursive textual analysis, in which a set of elements is reorganized, and the meanings are constituted from knowledge, intentions and theories that enable the construction of categories. From this action research process emerged four core categories: energy and its transformations in different contexts (in the production of food, digestion, fermentation); interdisciplinarity between the curricular components of the area of the NST; the contributions of the teaching of Physics for health promotion; training through research. It is argued that it is possible to work the curricular component of Physics exceeding the linearity and isolation of the concepts and the class ready and finished. Students begin to stop making copies only, to produce their own texts. This shows that they recognized the education through researching as a way of thinking, reflecting and they propose important things necessary for cognitive development and the construction of meaningful learning for life. The critical eye of the teacher on the work done enabled the rethinking of the planning and the actions that can be improved in a constant movement of construction and reconstruction of teaching practice from the curriculum reorganization called Study Situation.

**Keywords:** Physics teaching, training through researching, study situation.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>1 CONTEXTO DA PESQUISA E PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS</b> .....	17
1.1 O processo de constituição de um professor pesquisador de sua prática pedagógica ..	17
1.2 Os pressupostos teóricos-metodológicos .....	29
<b>2 SITUAÇÃO DE ESTUDO (SE) NO CONTEXTO DAS AULAS DE FÍSICA: POTENCIALIDADES PARA A FORMAÇÃO PELA PESQUISA</b> .....	33
2.1 O desenvolvimento da SE nas aulas de Física e sua interlocução com as demais áreas do conhecimento .....	35
2.2 Contribuições da SE para o ensino de Física .....	37
2.3 Sistematização dos conceitos de Física na forma de mapa conceitual .....	62
<b>3 A FORMAÇÃO PELA PESQUISA NA INTERLOCUÇÃO ENTRE AS DEMAIS ÁREAS DO CONHECIMENTO</b> .....	65
3.1 Interlocução entre a área das CNT e a formação pela pesquisa .....	66
3.1.1 <i>Interlocuções das fontes, formas e transformações de energia produzidas pelos estudantes</i> .....	69
3.1.2 <i>Conceitos das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, significados a partir da prática de produção do pão caseiro</i> .....	72
3.1.3 <i>Construção de um biodigestor como estratégia de formação pela pesquisa na relação entre os conceitos das Ciências da Natureza e suas Tecnologias</i> .....	77
3.2 Contribuições dos conceitos de Nutrição e Qualidade de Vida na significação de conceitos físicos .....	84

<b>3.3 Articulação Seminário Integrado (SI) e a Situação de Estudo .....</b>	<b>88</b>
<b>3.4 Reflexões frente às necessidades do currículo escolar a partir da SE .....</b>	<b>92</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>95</b>
<b>5 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>98</b>
<b>6 ANEXOS .....</b>	<b>104</b>

## **ÍNDICE DE QUADRO, TABELAS E FIGURA**

### **QUADRO**

Quadro 1 – Atividades norteadoras da SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” .....	35
---	----

### **TABELAS**

Tabela 1 – Cardápio diário da estudante E <sub>2</sub> .....	46
Tabela 2 – Sugestão de um cardápio saudável diário da estudante E <sub>2</sub> .....	47
Tabela 3 – Atividades físicas diárias da estudante E <sub>2</sub> .....	49

### **FIGURA**

Figura 1 – Mapa conceitual da SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” .....	63
--	----

## INTRODUÇÃO

A educação básica, especificamente da rede pública, carece de investigações que fluam do próprio refletir e agir do professor sobre seu trabalho, aproximando teoria e prática na perspectiva de construir no processo de ensino e aprendizagem avanços. O momento atual faz emergir novas concepções com objetivo de se superar metodologias e práticas que, em outros tempos, pareciam ideais. Atuar e refletir constantemente sobre a ação da docência é uma prática pouco comum nas escolas. Na maioria das vezes, a pesquisa é realizada quando o professor ingressa em cursos de pós-graduação. No entanto, surge a necessidade de articulação das pesquisas desenvolvidas pelos próprios professores em exercício na educação básica, aproximando teoria e prática.

Da mesma forma, é inadiável a definição de políticas públicas educacionais de incentivo aos professores ao desenvolvimento de pesquisas/especialização de investigação no meio escolar em que atuam, de modo a potencializar a formação do professor pesquisador. A formação continuada contribui com a emancipação e a consolidação da autonomia profissional, construindo saberes e valores que se efetivam nas práticas do conhecimento escolar. Frente a isso, o exercício da docência, com ações reflexivas do professor pesquisador revela um processo complexo por partilhar um todo que perpassa o currículo escolar e o planejamento coletivo dos professores. Daí a necessidade da constante formação dos docentes, atenta às novas demandas da contemporaneidade.

Nesse sentido, a docência, com princípios transformadores, se faz com ações coletivas de responsabilidade, envolvimento e intencionalidades de modo a contribuir com a formação humana dos estudantes.

O professor, como sujeito no contexto escolar, influencia nas relações diversas com seus pares e nas relações com os estudantes a partir das contribuições diárias dos seus saberes, das práticas mediadas pelos conhecimentos científicos, da formação profissional e da experiência da docência. É de grande importância que o docente defenda seu espaço na escola, valorize e potencialize o seu componente curricular, tanto nas relações dialógicas

problematizadoras de sala de aula quanto nos espaços sociais, políticos e culturais do processo educativo. Acredita-se que avanços aconteçam conforme posicionamento assumido na prática do fazer de cada profissional/docente em efetivar as propostas de trabalho a partir do planejamento e acordos firmados no coletivo, e estes precisam estar diretamente relacionados às ações possíveis de serem realizadas no contexto da sala de aula.

A busca por alternativas curriculares e metodologias que possam de fato transpor os limites marcados do ensino tradicional tem desacomodado docentes da educação básica, provocando-nos reflexões sobre os objetivos atuais do ensino. Quando os professores têm espaço e tempo destinado às discussões, reflexões e socialização das experiências, novas relações e aprendizagens acontecem, proporcionando uma melhor qualificação do trabalho docente.

Alguns marcos históricos possibilitaram avançar com propostas diferenciadas de trabalho na Escola Estadual de Ensino Médio São Geraldo (EEEMSG), da qual faço parte como professora de Física do Ensino Médio Politécnico(EMP). A parceria com o Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Gipec-Unijuí) a partir de 2006 vem desafiando o trabalho coletivo na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT). Com essa parceria, uma nova configuração assumida pelo grupo de professores do Ensino Médio possibilitou desenvolver um trabalho coletivo na escola com contribuições na formação do professor reflexivo e pesquisador das suas práticas. Desse trabalho resultou a tese: “Processo Interativo: uma possibilidade de produção de um currículo integrado e constituição de um docente pesquisador -autor e ator – de seu fazer cotidiano escolar” de autoria da professora, doutora Eva Teresinha de Oliveira Boff. O trabalho de planejar e desenvolver a Situação de Estudo (SE) possibilitou a continuidade da pesquisa, com foco no estudante pesquisador. A SE busca trabalhar um currículo mais flexível, tendo como princípio as realidades vividas pelos estudantes para a seleção da temática a ser desenvolvida em cada SE, valorizando os conhecimentos prévios dos estudantes e a necessidade da busca dos conceitos científicos apontados nos questionamentos, problematizações e investigação para entender e construir novos conhecimentos. Nessa perspectiva, a reorganização curricular com base na Situação de Estudo vem favorecendo a participação ativa dos estudantes do/no processo de aprendizagem ampliando a prática da pesquisa em sala de aula e a produção escrita.

Verifica-se que, quando o professor trabalha sua aula partindo de um conceito, é provável que o desenvolva de forma linear e sequencial, geralmente seguindo o livro didático. No entanto, as propostas educacionais, que estabelecem interlocuções entre possíveis abordagens de um tema podem promover práticas pedagógicas contextualizadas.

Neste aspecto, a SE possibilita que o professor considere a vivência dos estudantes, e ao mesmo tempo, permita a autoria na elaboração de suas aulas. Como também, desafia os estudantes a fazerem suas produções atribuindo sentidos e significados aos conhecimentos escolares. O ensino por repetição e cópia pode então ser superado ao nos desafiarmos como docentes a educar pela pesquisa em sala de aula, processo favorecido por atividades e materiais didáticos potencializadores para que o aprender realmente aconteça com significado e sentido a partir das produções individuais e coletivas.

A pesquisa como princípio pedagógico requer novas exigências e novo perfil dos professores que, segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), “devem deixar de ser transmissores de conhecimentos para serem mediadores, facilitadores da aquisição de conhecimentos; devem estimular a realização de pesquisas, a produção de conhecimentos e o trabalho em grupo” (BRASIL, 2013, p. 165). Nessa nova configuração do processo de ensino e de aprendizagem também é um dos desafios aos estudantes superar o ensino por repetição e entender que a aprendizagem acontece quando os conceitos são ressignificados a partir da realidade estudada e aplicados em outros contextos (MELO; HOSOUME, 2003).

Nesse sentido, a investigação proposta nesta dissertação trata de uma reflexão sobre as práticas educativas da autora deste trabalho, desenvolvidas em sala de aula. Os referenciais teóricos sobre a formação pela pesquisa (DEMO, 1999, 2011; MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2004; GALIAZZI, 2003; BOFF, 2011) possibilitaram refletir criticamente sobre as práticas diárias da sala de aula, reconhecendo que esse ambiente é um espaço potencializador da prática da pesquisa como princípio pedagógico.

A pesquisa é qualitativa, na modalidade de pesquisa-ação. Foi desenvolvida no decorrer das aulas de Física, com estudantes do 2º ano do Ensino Médio Politécnico da Escola Estadual de Ensino Médio São Geraldo. A análise dos dados teve como aporte teórico os argumentos de Moraes e Galiuzzi (2007) sobre a Análise Textual Discursiva.

O objetivo geral foi produzir e desenvolver uma Situação de Estudo com o propósito de identificar as contribuições e os limites desse processo para a constituição de um estudante reflexivo, pesquisador, crítico, capaz de buscar uma inserção cidadã na sociedade. A questão central norteadora da pesquisa é: Quais as contribuições e limites de uma proposta da

reorganização curricular, na forma de Situação de Estudo, para a formação pela pesquisa em sala de aula, constituindo um estudante reflexivo, crítico e capaz de buscar uma inserção cidadã na sociedade? Para propiciar a formação pela pesquisa, em sala de aula, foi planejada, desenvolvida e analisada a SE Nutrição e Qualidade de Vida, no coletivo da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT).

Para atender ao objetivo central da pesquisa, outros objetivos específicos foram delineados: compreender as práticas de sala de aula, como possibilidade de mudanças no ensino fragmentado e descontextualizado; analisar as contribuições da SE para a formação do estudante pela pesquisa em sala de aula; compreender a interdisciplinaridade como forma importante de articulação dos conteúdos escolares.

O trabalho está organizado em três capítulos, além da introdução e considerações finais.

No primeiro capítulo abordo o Contexto da Pesquisa e Pressupostos Metodológicos. Faço os registros na primeira pessoa, pois atribuo a minha trajetória na formação docente como professora pesquisadora em exercício de sala de aula na educação básica, na disciplina de Física e os caminhos metodológicos que constituíram o processo de pesquisa.

No segundo capítulo discuto a Situação de Estudo (SE) no Contexto das Aulas de Física – Potencialidades à Formação pela Pesquisa em Sala de Aula. Analiso a pesquisa decorrente do processo de desenvolvido da SE: Nutrição e Qualidade de Vida, tema definido a partir das manifestações/interesses dos estudantes, cujas atividades em sala de aula, foram planejadas e desenvolvidas com o foco nas aulas de Física contemplando os conceitos propostos pela Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) no tema “Calor, ambiente e uso de energia – unidades temáticas: fontes e trocas de calor, tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores, o calor na vida e no ambiente, energia: produção para uso social” (BRASIL, 2006) a partir de olhar crítico reflexivo baseado em referenciais teóricos.

No terceiro capítulo focalizo a SE e as Interloquções com as demais Áreas do Conhecimento e a Formação pela Pesquisa. Busco discutir e refletir sobre as potencialidades e os limites da SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” no processo de ensino e aprendizagem em atividades desenvolvidas no decorrer da SE, quanto as questões interdisciplinar e transversal do currículo escolar e a formação pela pesquisa. Os avanços e obstáculos são identificados no decorrer do desenvolvimento da SE nas interloquções entre as áreas do conhecimento de CNT (Física, Biologia, Química), Seminário Integrado (SI) e eixos transversais da “Prevenção e Promoção da Saúde” e “Meio Ambiente”.



# **1 CONTEXTO DA PESQUISA E PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS**

Neste capítulo, apresento o processo de constituição do professor pesquisador, com base na minha trajetória de formação docente como, professora de sala de aula, na educação básica. Destaco os caminhos metodológicos que constituíram o processo da pesquisa

## **1.1 O PROCESSO DE CONSTITUIÇÃO DE UM PROFESSOR PESQUISADOR DE SUA PRÁTICA PEDAGÓGICA**

O professor constitui-se socialmente como tal no espaço escolar. Nesse espaço, ele é capaz de agir e de se aperfeiçoar e, ao mesmo tempo, oportunizar aos estudantes uma educação de qualidade. A cada dia, novos desafios se fazem presentes na constituição do professor. Poder agir e atuar com intenção e desejos de uma educação transformadora desafiou-me nesta pesquisa, pois acredito que uma educação de qualidade avança com estudo, formação continuada e um olhar crítico sobre as práticas de sala de aula. É com essa prática que venho me comprometendo, reconhecendo que há avanços e limites no trabalho do professor. Conforme Freire (2013),

[...] meu papel no mundo não é só o de quem constata o que ocorre, mas também o de quem intervém como sujeito de ocorrências. Não sou apenas objeto da história, mas sou sujeito igualmente. No mundo da história, da cultura, da política, constato não para me adaptar, mas para mudar (p. 75).

A escola pública atual tem possibilitado espaços democráticos para a construção de um currículo mais flexível. O professor deve apropriar-se dessas possibilidades e desenvolver práticas voltadas ao contexto real dos estudantes, valorizando experiências e o acesso ao conhecimento científico, “desse modo, escolhas bem-feitas de conteúdos significativos assumem um papel fundamental, pois fica claro que não será possível trabalhar com extensas listas de conteúdos” (BRASIL, 2006, p. 56). Nesse sentido, conforme Maldaner e Araújo (1992, p. 20), à escola cabe “investigar, problematizar e discutir os fatos, situações e coisas presentes no dia a dia dos educandos, de modo a lhes possibilitar novas formas de

compreensão das realidades vividas, à luz e através do acesso ao saber estruturado, à ciência”. É nesse contexto que os docentes precisam estar inseridos como sujeitos ativos, com contribuições que vêm das reflexões “oriundas da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experiências” (TARDIF, 2002, p. 36).

Como autora desta pesquisa e inserida no contexto escolar, proponho fazer um relato reflexivo da minha prática de professora de educação básica, na disciplina de Física por mais de vinte anos em sala de aula. Busco externar as inquietações e as angústias presentes no processo de ensino e aprendizagem. Também busco contribuir com o trabalho de outros professores, pela possibilidade da formação do professor pesquisador e da melhoria das práticas pedagógicas de sala de aula, pois não nos formamos educadores por simples repetições mecânicas de conceitos eternizados, é preciso estar mergulhado na busca de outras possibilidades. Schnetzler (2000) considera que:

As mudanças na prática pedagógica não acontecem por imposição ou apenas porque se deseja. Tornar-se reflexivo/pesquisador requer explicitar, desconstruir e reconstruir concepções, o que demanda tempo e disposição. [...] Requer, por isso que colegas mais experientes auxiliem na crítica ao modelo existente e na construção de outros olhares para aula, para o ensino e para as implicações sociais, econômicas e políticas que permeiam a sua ação educativa (p. 15).

No decorrer dessa longa caminhada, construí um novo olhar, novas práticas, menos lineares no fazer cotidiano das minhas aulas. Refiro-me a afirmação socrática, “só sei que nada sei”, pois quanto mais busco, mais complexo se torna o desafio desse trabalho de pesquisa em um constante questionamento e buscas teóricas.

A natureza formadora da docência, que não poderia reduzir-se a puro processo técnico e mecânico de transferir conhecimentos, enfatiza a exigência ético-democrática do respeito ao pensamento, aos gostos, aos receios, aos desejos, à curiosidade dos educandos (FREIRE, 2007, p. 41).

Esse desafio da docência, com o propósito de romper com um ensino tradicional linear, com receitas prontas, sempre me motivou a ser autora das minhas próprias aulas. Possibilitou-me refletir criticamente sobre as ações desenvolvidas no contexto escolar, e assim contribuir para a minha formação como professora pesquisadora, resultando uma boa aceitação pelos estudantes do trabalho desenvolvido nas aulas de Física. Os professores precisam acreditar em suas potencialidades e superar a aula copiada, transpondo as considerações de Demo (1999) ao afirmar que um professor de educação básica não sabe ser autor de sua aula e muito menos planejar com facilidade a partir de um tema. Muitas vezes assim é reconhecido o trabalho do professor. O estudo permanente dos professores, o planejamento coletivo, o olhar crítico das práticas educativas possibilita uma educação transformadora da realidade, que só é possível pela ação dos sujeitos envolvidos.

O educador é sujeito de sua prática e cabe a ele criá-la e recriá-la; a formação do educador deve privilegiar a reflexão sobre o seu cotidiano, instrumentalizando-o para necessidade de criar e recriar sua prática pedagógica; a formação deve ser contínua, sistematizada e diversificada porque a prática se faz e se refaz, de forma contínua e ampla; a formação dos educadores é condição para o movimento de reorientação curricular da escola (e vice-versa); a concepção de que um educador nunca está definitivamente formado, porque está sempre em formação; um educador aprende com o outro, e o grupo é o espaço por excelência de aprendizagem dos indivíduos; há saber na fala dos educandos e os educadores têm na sala de aula parte do seu universo de pesquisa e aprendizagem (GARCIA; MARTINELLI; MORAES 1993, p. 206).

Nesse sentido, faço minhas referências a estudante e não a aluno pelo reconhecimento como sujeito e não como discípulos conforme ressalva a ideia ainda enraizada de que “bom aluno é o discípulo, que engole sem digerir o que o professor despeja sobre ele, à imagem e semelhança” (DEMO, 1999, p. 83). Nessa concepção, “podamos” a possibilidade do estudante como sujeito e o mantemos como um objeto. Já temos avançado muito, proporcionando a nossas aulas um ambiente privilegiado de discussões e de formação educativa com os sujeitos envolvidos. Mas muito precisa melhorar.

A atuação do professor como pesquisador em sua ação docente passa a fazer parte de seu cotidiano quando ele reconhece que nada é acabado e pronto, remetendo a novas reflexões e estudo em um processo de construção e reconstrução. Como defende Moraes “todo aprender constitui a reconstrução de algo já anteriormente aprendido, argumenta-se que a aceitação disso exige valorizar a linguagem e a pesquisa como elementos centrais nos processos de ensinar e de aprender” (2010, p. 135). Quando o professor se apodera dessa nova concepção, de ser professor pesquisador, é natural também inserir no contexto de seu trabalho os estudantes.

Minha formação para a docência remete às décadas de 1980 a 1990, do meu ensino médio à formação acadêmica. À época, estava bastante presente o modelo de ensino com base na racionalidade técnica, ainda presente no cotidiano da maioria das escolas. Esse modelo vem sendo motivo de muitas discussões, questionamentos e investigações, por isso buscam-se inovações, com a intenção de se obterem melhores resultados na aprendizagem e na formação dos jovens na sociedade contemporânea. Durante os primeiros anos da década de 80, fiz meu ensino médio na habilitação magistério. Não se vivenciava nas aulas de caráter pedagógico o questionamento dos modelos de ensino. Da mesma forma ocorreu na minha licenciatura em Ciências Exatas e Naturais com habilitação plena em Física (1985 a 1991) na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ). A formação de professores estava voltada a um modelo de ensino tecnicista com o objetivo de preparar o professor para desenvolver suas aulas transmitindo o que havia aprendido como verdades acabadas. Essas

concepções têm como base o método descrito por Francis Bacon (1989) numa visão de ciência indutivista, na qual persiste a concepção de que o professor é o dono da “verdade” e tem explicações para tudo. Na graduação, não faziam parte do currículo disciplinas teórico-metodológicas como História e Filosofia da Ciência, Teorias da aprendizagem, Metodologia do ensino e Pesquisa. A pesquisa era concebida com finalidade exclusiva da pesquisa científica de laboratório.

Esta concepção de ensino contribui para que o professor seja visto como alguém que aplica o conhecimento produzido por outros, sem ter autonomia para construção dos saberes inerente a sua profissão, visto que: pressupõe a superioridade do conhecimento teórico sobre o saber prático; valoriza o trabalho individual, no isolamento de cada disciplina em detrimento ao coletivo; privilegia os programas externos ao meio escolar, sem a reflexão sobre o fazer cotidiano em detrimento ao questionamento, a pesquisa, a produção de conhecimento escolar (BOFF, 2011, p. 24).

Muitas das disciplinas específicas da Licenciatura de Física apresentavam como recurso de aprendizagem atividades com material concreto para vivenciar e aplicar conceitos e leis físicas com o objetivo de comprovar modelos ou teorias científicas, envolver os estudantes de forma mais prazerosa. Pode ser que essa era a minha concepção da finalidade dos experimentos. Quando às atividades eram reproduzidas com os estudantes na escola, almejava chegar ao esperado, caso contrário, frustração sem saída. Tinha que dar certo. Hoje com outro olhar, reflexivo e crítico, do meu trabalho e frente aos objetivos das atividades experimentais desenvolvidas nas aulas de Física, nas Situações de Estudo (SE), percebo uma abertura para questionamentos, problematização, investigação e significação dos conceitos. Zanon e Silva afirmam que:

As atividades práticas podem assumir uma importância fundamental na promoção de aprendizagens significativas em ciências e, por isso, consideramos importante valorizar propostas alternativas de ensino que demonstrem essa potencialidade da experimentação: a de ajudar os alunos a aprender através do estabelecimento de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar em ciências (2000, p. 134).

Os conceitos científicos, quando vivenciados em atividades experimentais pelos estudantes, os aproximam da realidade. Percebe-se, muitas vezes, que os estudantes têm a ideia de que o que é trabalhado em sala de aula não é vivenciado fora dela. Sobre esse olhar, Marques salienta que:

No contexto do ensino experimental em ciências, os aprendizados enriquecem a teoria e a prática, e as realimentam, ambas, uma da outra, fazendo com que a prática não seja apenas descrita e narrada, mas compreendida e explicada, melhor organizando e aprofundando os saberes que nutre ao deles nutrir-se. Dá-se, a aprendizagem, nesses contextos de interação, pelo desenvolvimento das

competências de relacionar, comparar, inferir, argumentar, mediante uma reestruturação mais compreensiva, coerente e aberta às complexidades das articulações entre as ideias, os dados, os fatos, as percepções e os conceitos (1996, p. 72).

A atividade experimental abre possibilidades para os estudantes reconhecerem as contribuições das teorias científicas, apropriando-se da pesquisa para validação dos conhecimentos e ressignificação dos conceitos vivenciados em situação real para tomar decisões, constituindo-se sujeitos históricos e socialmente críticos. Segundo Freire (2004), o sistema de ensino que contempla um currículo tradicional de transmissão, assimilação e repetição, o qual definiu como “educação bancária”, necessita ser abandonado, pois oprime e aliena.

É nas relações sociais com os estudantes em sala de aula, com os outros professores e com a parceria da universidade que nos constituímos e somos desafiados a superar limites e aprender lidar com as incertezas e dúvidas. Assim, nos inserimos num processo de constante formação.

A formação permanente deve constituir-se a partir de uma rede de comunicação, que não se deve reduzir ao âmbito dos conteúdos acadêmicos, incluindo também problemas metodológicos, pessoais e sociais que, continuamente, se entrelaçam com as situações de ensino. A inovação educacional está sempre ligada à existência de equipes de trabalho que abordam os problemas em comum, refletindo sobre os sucessos e as dificuldades, adaptando e melhorando as práticas de intervenção (objetivos, métodos e conteúdos) (SACRISTÁN, 1995, p. 119).

Nesse sentido, na busca por melhoria nas minhas práticas de sala de aula, tenho participado constantemente dos encontros de formação continuada, de atualização e aperfeiçoamento desde os anos de 1996, 1997, 1998, 2003 e 2004, intitulada “Atualização e Aperfeiçoamento de Professor de Física do 2º grau, projeto Ser Professor” – Unijuí, oferecida pela instituição universitária UNIJUÍ/ Ministério da Educação e Cultura (MEC)/Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)/Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS). Os cursos voltavam-se à questão de qualificação pedagógica com a prática de atividades experimentais e a confecção de materiais e equipamentos didáticos para trabalhar nas aulas de Física, nas escolas. O diferencial, em 2003 e 2004, foi a abordagem interdisciplinar, no uso da informática, minicursos de Física moderna e Física médica, temas não contemplados na Licenciatura. Em 2006, participei do Programa de Melhoria e Expansão do Ensino Médio no “Curso de Capacitação de Professores da Área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias” promovido pela UNIJUÍ/MEC/Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e Secretaria da Educação do Estado do Rio Grande do Sul (SE/RS), com o propósito de discutir a

organização do Currículo Escolar para a construção de uma nova proposta para o Ensino de Física no Nível Médio, contemplando a proposta de inovação curricular, no caso a Situação de Estudo (SE).

A formação continuada precisa ser efetiva e contínua, acompanhando as ações pedagógicas nas quais o professor precisa estar inserido, disposto e movido pelo querer e que de fato ocorra nas ações de sala de aula. Estar convicto de que a forma como aprendeu na graduação já não é mais compatível com as realidades dos sujeitos envolvidos em nossas escolas; é um compromisso docente. Pimenta (2002) destaca a importância de ser professor em constante formação buscando um ensino com propostas que visam a superar as técnicas tradicionais. A diversidade das situações leva a uma dinâmica de situações incertas, não planejadas, de questionamentos e conflitos que revelam o ensino como prática social no contexto que se insere. Esse movimento por propostas curriculares inovadoras que têm ao reconhecimento dos sujeitos envolvidos no mundo contemporâneo nos desacomoda e nos estimula à busca contínua pela formação que possam qualificar as práticas educativas.

Para enfrentar as demandas de mudanças impostas pela velocidade do avanço científico e tecnológico, em que os problemas educacionais ampliam-se e tornam-se complexos, provocando desafios que nem sempre conseguem ser enfrentados no ritmo exigido pela sociedade, ressalta-se a necessidade da formação de um professor com um novo perfil (BOFF; FRISON; DEL PINO, 2007, p. 71).

Para tanto, o contexto atual da educação aponta para a formação de um professor com um perfil pesquisador, que supere o ensino repetitivo e busque novas práticas. É importante salientar que os cursos de formação continuada, com início e fim, segundo Boff (2011), não são suficientes para essa efetiva mudança no ensino. Eles precisam ser contínuos e efetivos potencializando projetos/ações coletivas, no contexto escolar. Sob outro olhar, Boff (2011, p. 85) aponta que “não basta a vontade do professor para mudar, há necessidade de criar espaços de discussão, estudo e planejamentos coletivos que envolvam diferentes áreas e níveis de conhecimento”. Pimenta destaca a relevante contribuição do professor com atitude reflexiva no trabalho coletivo da docência. Conforme o autor, o “professor pode produzir conhecimento a partir da prática, desde que na investigação reflita intencionalmente sobre ela, problematizando os resultados obtidos com o suporte da teoria” (2002, p.43).

A participação nos cursos de atualização e aperfeiçoamento oportunizou a aproximação entre escola e universidade e construir novos olhares sobre o ensino de Física. O acesso a outras literaturas específicas que vão além dos livros didáticos é fundamental. Destaco a referência de que me apropriei nas minhas aulas: “Origens e Evoluções das Ideias

da Física,” a partir de um ensino que resgata e valoriza a história da ciência, uma física mais humana. Uma literatura que vai além das definições simplistas da maioria dos nossos livros didáticos, editados no país.

[...] a História da Ciência tem servido como grande estímulo. No que se refere aos professores, um trabalho desenvolvido sobre a História da Ciência evita que seus alunos sejam tratados como pequenos gregos que devem ser transformados em jovens Newtons. Quanto aos estudantes, rompendo com a ladainha sobre a superioridade e a predestinação do conhecimento científico torna-se possível sua maior participação, colocando ideias diferentes do livro-texto e dúvidas. O estudo da gênese das ideias científicas também ajuda a que se entendam melhor seus processos e convenções, evitando a velha técnica escolar de aprender de cor (ALFONSO-GOLDFARB, 1994, p. 88-89).

Aos poucos, fui tornando-me exigente nos meus planejamentos de aula e nos encaminhamentos das atividades aos estudantes. Outra referência que considero relevante é o livro “Física Conceitual”, que também me guiou a uma Física mais conceitual, aprofundada teoricamente e prazerosa. Sempre na perspectiva de que posso melhorar e tornar a Física menos massacrante e mais significante aos estudantes. O material de referência teórica precisa também ser significativo para o professor. Ele deve ir além das bases conceituais que os livros normalmente apresentam. Para Veiga (2004):

Pesquisar o que se ensina propicia o prazer da descoberta e a importância do saber. A investigação pode levar as descobertas originais e fortalecer o ensino. A pesquisa é parte integrante do ensino, como meio necessário à problematização e à compreensão da prática docente e, conseqüentemente, eleva a qualidade do ensino (p. 23).

A educação carece de um novo olhar sobre currículo escolar e as concepções de ensino para superar práticas tradicionais e viabilizar um ensino com significado para os estudantes, considerando a história da ciência, seus avanços e implicações no mundo atual.

Considerando esses argumentos, a partir do ano de 2006, por meio de uma parceria colaborativa entre professores e licenciandos vinculados ao Gipec-Unijuí (Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências da Universidade Regional do Noroeste do Estado do RS) e o grupo de professores da Escola Estadual de Ensino Médio São Geraldo (EEEMSG), do qual faço parte, fomos desafiados a trabalhar uma proposta de ensino diferenciada, a SE. A proposta de trabalho consiste no desenvolvimento de uma SE a partir de uma situação real que necessitava ser entendida, primeiramente pelos professores da escola e posteriormente desenvolvida em sala de aula. Estudar, discutir e planejar a temática foi bastante desafiador, pois precisávamos romper com um currículo linear e entender os conceitos envolvidos na temática em estudo. Conforme Boff,

[...] os conceitos científicos envolvidos na SE, gera curiosidade, o que estimula a pesquisa. Aqui fica evidente que o professor não é o dono da verdade e que uma situação real está sempre aberta para novas indagações que somente são perceptíveis quando existe a possibilidade de diálogo atento às diversas possibilidades de ensinar e aprender (2011, p. 103).

Os encontros semanais de estudo, discussões e planejamento coletivos proporcionaram avanços e a efetivação de um trabalho diferenciado e relevante. O grupo acreditou e ainda acredita que as ações têm melhor resultado quando trabalhadas em conjunto. “Os professores, em seus grupos organizados, são os agentes da (re) construção curricular, sendo imprescindível a criação de espaços de planejamento coletivo, de estudos e discussões que incluam as orientações curriculares nacionais” (BRASIL, 2006, p. 133). A proposta possibilitou a interdisciplinaridade dos conceitos de Física, Química e Biologia desenvolvidas na SE: “Conhecendo o Câncer – Um Caminho para a Vida” a qual brotou de um projeto inicial sobre o tema “VIDA” em parceria com o Centro de Alta Complexidade em Oncologia (CACON) do Hospital de Caridade de Ijuí (HCI) com o propósito de esclarecer as pessoas da importância da prevenção do câncer. Esse tema foi estendido para o contexto escolar, devido ao alto índice de novos casos da doença em nossa região. Reconhecemos, como grupo, a relevância e a complexidade do tema. Para entendermos, precisaríamos nos debruçar sobre muitos estudos teóricos e conceitos disciplinares da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT).

É fundamental buscar a integração dos conhecimentos teóricos com a ação prática e, para isso, é necessário que as experiências sejam vivenciadas, compartilhadas na interação com sujeitos de diferentes áreas e níveis de conhecimento para problematizar e reconstruir outros olhares sobre a prática docente (BOFF, 2011, p. 13).

O trabalho coletivo dos professores desenvolvido nessa parceria – escola e universidade, além da inovação no trabalho curricular das nossas aulas resultaram na produção de um artigo científico pelo grupo de professores e no capítulo do livro Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências. Contribuíram também na tese de doutorado “Processo Interativo: uma possibilidade de produção de um currículo integrado e constituição de um docente pesquisador -autor e ator – de seu fazer cotidiano”, de autoria da professora, doutora Eva Teresinha de Oliveira Boff.

Boff (2011) defende que a proposta de SE proporciona:



Superação do distanciamento entre universidade e escola; a articulação entre formação inicial e continuada de professores; a articulação entre os saberes teóricos e a ação prática de sala de aula; a produção de conhecimentos inerentes à formação pela pesquisa; a constituição de professores mais reflexivos, críticos e pesquisadores de suas práticas cotidianas de sala de aula (2011, p. 203).

Como professora envolvida nessa pesquisa, fui-me constituindo professora pesquisadora e percebendo que essa proposta inovadora proporciona maior sentido aos conceitos disciplinares, e os estudantes apresentam maior interesse nos trabalhos escolares. Conforme descreve Boff (2011),

Elena destaca em uma reunião de avaliação do trabalho desenvolvido em sala de aula que: “*os alunos estão mais motivados, participam das atividades propostas, e buscam informações sobre a temática*” Para ela voltar à forma tradicional significaria desconsiderar a caminhada até então já percorrida (p. 107).

No decorrer dos anos seguintes, apesar dos limites vivenciados, outras SE foram desenvolvidas: *SE: Ambiente e vida – o ser humano nesse contexto*, e *SE: Drogas – efeitos e consequências no ser humano*. Entre os limites identificados por Boff (2011) destaca-se:

Pouca disponibilidade de tempos e espaços de discussões no coletivo; a alternância na coordenação pedagógica; a transferência de professores para outras escolas; os programas externos determinando o fazer docente, o grupo foi se constituindo em um espaço de crítica e de consolidação de reflexões e ações visando à formação docente como possibilidade de transformação do espaço real de sala de aula (p. 202).

Essa forma inovadora de trabalho da SE nos revela os limites conceituais que temos para o trabalho de sala de aula, por contemplar conhecimentos não propostos no currículo da graduação e porque as relações e as aplicações dos conceitos para uma determinada SE não estão prontas nos livros didáticos.

A análise das práticas de sala de aula e o diálogo com os pares, professores da universidade e teóricos, têm favorecido e incentivado a formação para a docência. O professor não pode contentar-se apenas com a graduação, ele precisa mergulhar num processo constante de pesquisa para superar a sua formação técnica e tradicional buscando inovação curricular. É pela pesquisa que reconstruímos conhecimentos, e estes precisam ser socializados, pois, “quem ensina carece pesquisar, quem pesquisa carece ensinar” (DEMO, 1999, p. 14). Políticas públicas de incentivo ao professor de sala de aula precisam ser implementadas, pois muitos professores têm ampla carga horária para buscar melhor salário. Nessas condições, dificilmente o professor de sala de aula busca especialização e os que estão fora da sala de aula acabam sendo privilegiados “[...] enquanto alguns somente pesquisam, a maioria dá aula, atende alunos, administra” (DEMO, 1999, p. 11). Desse modo, enquanto pesquisadores fazem as teorias, o professor tenta pôr em prática o que outros produzem, separando o ensino da pesquisa, e assim poucos avanços ocorrem na educação.

É urgente a necessidade de priorizar a educação. São necessários incentivos de políticas para assegurar ao professor espaço/tempo, salário, melhores condições de trabalho e de todo o sistema educacional. Da mesma forma, a comunidade escolar necessita reconhecer que a transformação social acontece com educação de qualidade. Conforme Proposta Política Pedagógica (PPP) da escola na qual atuo e desenvolvi esta pesquisa, “toda ação educativa produz no sujeito uma transformação para ele e para a sociedade. O ensino, portanto, é uma atividade eminentemente prospectiva que tende a provocar mudanças. Mudanças na realidade de cada um em seu meio no qual está inserido” (EEEMSG, 2011, p. 12). Nesse sentido, a comunidade precisa valorizar a função da escola em seus princípios e valores educacionais.

É na Escola Estadual de Ensino Médio São Geraldo (EEEMSG) que me situo. Fundada no ano de 1959, hoje oportuniza o ensino a 632 estudantes, da Educação infantil à Educação Básica Completa, distribuída em 24 turmas nos turnos manhã, tarde e noite. Nela atuam 53 professores e 13 funcionários, com objetivo, segundo (PPP) da escola de:

Constituir-se como espaço plural. É espaço que se faz por diferentes que se aproximam pelo objetivo único de concretizar a educação escolar. Esta escola preocupa-se com a educação escolar observando: A educação como um direito de todos, em qualquer tempo da sua vida, sob todas e quaisquer condições. A escola como lugar coletivo de constituição e socialização de conhecimento, de reconhecimento de direitos, de exercício de democracia, deve se referenciar na realidade histórica, buscar a interação de diferentes saberes, valorizando a cultura popular e os saberes da comunidade envolvente. A necessidade constante da formação dos educadores em vistas a qualificação da ação nos espaços de construção/socialização de conhecimento (EEEMSG,p.11 2011).

A constante busca de aproximação das práticas desenvolvidas com o que propõe o PPP da escola tem gerado estudos e discussões no grupo do Pacto pelo Ensino Médio, do qual tenho participado ativamente. As discussões para a reelaboração do PPP da escola e a organização curricular com as orientações das novas DCNM/2013 precisam considerar e garantir a base comum, assentada na concepção de formação humana integral, na qual os aspectos científicos, tecnológicos, humanísticos e culturais estejam incorporados e integrados. Nesse sentido, os docentes da escola vivenciam um momento muito positivo. Buscamos no coletivo as possibilidades de superação, em meio a um espaço limitado para estudo e pesquisa para avançarmos nas propostas de ensino que superam o ensino positivista do conhecimento recebido e armazenado. “A proposta de reorganização do currículo escolar, na concepção de SE, é uma estratégia importante tanto como princípio articulador do currículo integrado, quanto pela formação docente contínua, acompanhada pela pesquisa” (BOFF, 2011, p. 87).

Essa proposta exige a formação de um professor com um novo perfil, visto que as exigências do ensino contemporâneo vão muito além do ensino por repetição e isolamento dos componentes curriculares. É uma mudança de paradigma que precisa ser construída no decorrer do processo de formação contínua dos professores e no coletivo da escola em meio a uma nova organização curricular.

A pesquisa do professor desenvolve a capacidade de ler criticamente a realidade, reconstruir as condições de participação histórica, motivando seus alunos a ter interesse pelas coisas, a perguntar e se empenhar na busca de soluções para os problemas do dia a dia. Além disso, a pesquisa do professor possibilita rever a aula, refletir sobre ela e reconstruir o que precisa ser melhorado. A pesquisa do professor, em um processo formativo, necessita do uso de recursos culturais como a linguagem, a escrita e a leitura. O uso desses recursos contribui para a formação docente pela pesquisa (BOFF, 2011, p. 211).

Quanto mais o professor se apropria da contínua formação pela pesquisa, mais reconhece que o processo de ensino e aprendizagem é algo complexo que não se resume em receitas prontas e acabadas, passada de professores da universidade a estudantes licenciandos, e estes repassam aos seus estudantes da educação básica, ou simplesmente dos livros didáticos. Parece que essa é a concepção de ensino dos colegas professores que atuam apenas como técnicos, pois fazem críticas ao planejamento das aulas durante conversa informal: “Eu não entendo que vocês, professores, falam que precisam preparar aula, como se não soubessem os conteúdos” (P<sub>2</sub>). Sem precisar responder, pensei: “Reestruturo minhas aulas para trabalhar os mesmos temas/conceitos, tentando acertar, melhorar, atualizar, significar. Como não planejar” (P<sub>1</sub>)?<sup>1</sup> É nessa dinâmica de questionamentos, leituras, reavaliações e planejamento que se torna possível fazer diferente para não retroceder no trabalho docente.

Muitas práticas de sala de aula do ensino de Física, da educação básica, têm dado ênfase na resolução de problemas com mera aplicação de fórmulas, sendo considerado pelos docentes como conceitos entendidos. Não desconsidero algumas contribuições desse ensino, porém não podem ser priorizados. É comum na aprendizagem mecânica, o professor fazer de conta que ensina, e o estudante fazer de conta que aprende, sem relevância na sua vida prática. Carr e Kemmis (1988, p. 58) afirmam que “para uma autonomia profissional mais extensa e uma responsabilidade mais dilatada, é preciso que sejam os próprios docentes que construa(m) a teoria educativa por meio de uma reflexão crítica sobre seus próprios conhecimentos práticos”. Quando o professor tem autoria, ele se permite analisar criticamente as suas vivências de sala de aula, o que entendo como uma possibilidade de avançar em um ensino que leva a aprendizagens mais efetivas.

---

<sup>1</sup> Momento de diálogo entre P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>. P<sub>1</sub> refere-se à pesquisadora e P<sub>2</sub> professor da área técnica.

As parcerias com os professores e acadêmicos da universidade nos planejamentos das SE favoreceram diálogos reflexivos para aprofundarmos as temáticas em estudo que, pelas suas complexidades, constituíram-se em ricos momentos de interação.

Reconhecendo minhas limitações na argumentação e fundamentação teórica, percebi que não era diferente para a maioria dos estudantes da educação básica nas aulas de Física. Acredito que a SE oportuniza, tanto ao docente quanto ao estudante, serem sujeitos do processo de ensino e aprendizagem. Como afirma Boff (2011), com base em Demo:

Outra possibilidade do trabalho na forma de SE é promover o processo de pesquisa no aluno, para que ele deixe de ser objeto da mera transmissão, cópia, reprodução de conhecimento, para tornar-se parceiro de trabalho numa relação de sujeitos participativos, em que o questionamento reconstrutivo é um desafio constante (p. 35).

A escola como espaço que visa a práticas educativas e democráticas precisa ser potencializada pelo professor, com questionamentos, discussões, problematizações e contextualização dos temas em estudo para significar e aprofundar os conceitos científicos no interior dos componentes curriculares. Segundo o PPP da escola, “o educador é um sujeito indispensável ao diálogo, é mediador no processo de ensino-aprendizagem, na problematização da realidade junto aos educandos, sendo, ao mesmo tempo mediado pelo movimento de ação-reflexão-ação no espaço escolar” (EEEMSG, 2011, p. 18). A escola tem apresentado alguns avanços com práticas para superar o ensino tradicional. Nos momentos de formações dos professores, de debates e discussões, há apontamentos de necessidades de melhoria das práticas de ensino.

A SE apresenta potencialidades que extrapolam as visões lineares e fragmentadas, decorrentes do racionalismo técnico, ampliando as possibilidades de formação de sujeitos críticos, reflexivos, capazes de promover transformações no meio social em que vivem (BOFF, 2011, p. 155).

O processo de ensino e de aprendizagem pela troca e partilhamento de saberes, da prática da pesquisa no cotidiano das atividades de sala de aula, favorece a formação de sujeitos autônomos, críticos capazes de promover mudanças positivas no contexto em que vivem.

Paralelo ao planejamento e desenvolvimento da SE no contexto escolar, outras atividades favoráveis à ação da docência oportunizaram significativas contribuições. Assim foi a participação no grupo de estudo do Gipec-Unijuí sobre a SE e as questões curriculares com tópicos especiais em Educação em Ciências, quanto aos aspectos históricos e epistemológicos do currículo escolar. As disciplinas cursadas no Mestrado, a participação na

escola com o grupo de professores nos encontros do Pacto pelo EM e a leitura de teóricos contribuíram com novas discussões e reflexões quanto a propostas inovadoras de ensino e colaboraram para a superação de obstáculos da formação docente.

Nessa perspectiva emergem reconstruções curriculares com reflexões da realidade vivida e a efetiva participação coletiva dos educadores na sua construção. O próprio professor reconhece a importância da sua ação como sujeito protagonista de uma inovação curricular, como a SE. Esta representa uma possibilidade de êxito de projetos educacionais.

## **1.2 OS PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS**

Descreve-se a metodologia da pesquisa em três momentos, fundamentada teoricamente na pesquisa qualitativa, os sujeitos da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados e a metodologia de análise dos dados.

A pesquisa realizada teve uma abordagem qualitativa-descritiva situada na modalidade pesquisa-ação, conforme proposto por Bogdan e Biklen (1994), Lüdke e André (1986), Carr e Kemmis (1988), Kemmis e Wilkinson (2002), pela inserção e participação do pesquisador no contexto social em que atua, almejando alterações positivas.

A investigação-ação consiste na recolha de informações sistemáticas com o objetivo de promover mudanças sociais. Os seus praticantes reúnem dados ou provas para denunciar situações de injustiça ou perigos ambientais, com o objetivo de apresentar recomendações tendentes à mudança. A investigação aplicada, (...), procura resultados que possam ser utilizados pelas pessoas para tomarem decisões práticas relativas a determinados aspectos da sua vida. (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 292).

Esta abordagem metodológica possibilita melhorias na formação e constituição do professor pesquisador e conseqüentemente nos processos de ensino e aprendizagem dos estudantes. Nesse sentido, buscam-se fundamentos metodológicos que amparam a pesquisa como um processo de melhoria das ações. Como pesquisadora/mestranda/professora viso não apenas pesquisar o espaço escolar, mas também atuar nele criticamente, desencadear a prática da cultura da autoavaliação do fazer cotidiano no espaço escolar. Conforme Lüdke e André (1986, p. 1), o pesquisador precisa “promover o confronto entre os dados, as evidências, as informações coletadas sobre determinado assunto e o conhecimento teórico acumulado a respeito dele” e assim agregar valores, conhecimentos e ações reflexivas do seu trabalho, pois a “investigação-ação proporciona um meio para teorizar a prática atual e transformá-la à luz da reflexão crítica” (CARR; KEMMIS, 1988, p. 230). A pesquisa-ação, como prioridade na busca de concretização de mudanças sociais das realidades vividas no contexto escolar, conforme proposto por Kemmis e Wilkinson (2002, p. 45) tem como princípio,

[...] ajudar a orientar as pessoas a investigarem e a mudarem suas realidades sociais e educacionais por meio da mudança de algumas das práticas que constituem suas realidades vividas. Em educação a pesquisa-ação participativa pode ser utilizada como meio de desenvolvimento profissional, melhorando currículos ou solucionando problemas em uma variedade de situações de trabalho.

O material empírico desta pesquisa resulta da reflexão da mestranda e professora de educação básica sobre as atividades planejadas no coletivo com outros docentes da escola, da universidade e acadêmicos/bolsistas, em um movimento de reflexão-ação-reflexão, conforme proposto por Kemmis e Wilkinson (2002).

Os sujeitos da pesquisa são a professora de Física da educação básica (pesquisadora/mestranda), professores da escola em docência (Biologia, Português, Química e História), acadêmicos/bolsistas (de Nutrição, Biologia e Química), 52 estudantes de duas turmas do segundo ano do Ensino Médio Politécnico (EMP), do turno da manhã da escola EEEMSG do município de Ijuí, RS. A média da faixa etária dos estudantes que participaram da pesquisa é de 16 anos.

Os dados qualitativos recolhidos no processo de planejamento e desenvolvimento da SE são descritivos. Para a análise dos materiais produzidos ao longo do processo da SE, foram considerados os relatos e transcrição de diálogos dos estudantes realizados nas aulas de Física, as intervenções das acadêmicas/bolsistas de Nutrição, Biologia e Química, relatório das atividades práticas, tabelas produzidas pelos estudantes, diário de bordo dos estudantes, produção textual individual e coletiva e o relato das aulas da professora de Física. O foco das análises são as aulas de Física e suas conexões com outros componentes curriculares que também constituíram os dados desta pesquisa. As aulas de Física correspondem a 2h/aulas semanais, e a coleta dos dados refere-se a 14 encontros, totalizando 28h/aulas e 16 atividades selecionadas, durante aproximadamente um semestre letivo, no ano de 2013.

Para o planejamento e desenvolvimento da SE, os professores da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) foram convidados. Em conjunto com os acadêmicos/bolsistas e coordenadora do EMP, foram acontecendo os encontros conforme a necessidade de ser discutido e avaliado o desenvolvimento das atividades de sala de aula. Não houve adesão integral dos professores das CNT ao planejamento e desenvolvimento da SE, alguns por não quererem se envolver e outros por não poderem em função da organização de horários. Foi organizada, na escola, uma manhã de planejamento por área conforme encaminhamento da 36ª Coordenadoria de Educação de Ijuí. Uma vez por mês, na manhã de cada área, realizava-se a reunião por área na coordenadoria. A contribuição da professora de Português foi viabilizada por meio de conversas informais durante o recreio. Ela se dispôs a

trabalhar junto nas produções escritas dos estudantes sobre a temática em estudo da SE: “Nutrição e Qualidade de Vida”.

A pesquisa obedeceu aos princípios éticos, e o sigilo e a autoria das falas e escritas foram garantidos pelo uso de letras seguidas de números arábicos para codificar os estudantes (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>,...), as professoras (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>,...) e as acadêmicas/bolsistas de Nutrição, Biologia e Química (B<sub>N</sub>, B<sub>B</sub> e B<sub>Q</sub>).

Para análise dos dados qualitativos da SE, foi considerada a Análise Textual Discursiva (ATD), por possibilitar compreensões do material empírico descritivo. Pela sua complexidade sentiu-se a necessidade de um olhar bastante “sensível” no reconhecimento e construção de significados a que se investigava. Moraes e Galiuzzi (2007) argumentam que:

É preciso compreender, no entanto, que uma análise não pode restringir-se à aplicação de teorias do pesquisador. Este precisa exercitar um esforço de fidelidade às ideias dos sujeitos de sua pesquisa. É preciso atenção aos sentidos que os autores dos textos pretenderam expressar. Isso implica exercitar uma leitura de respeito ao outro, uma atitude fenomenológica de deixar que o fenômeno se manifeste (p. 53).

Nesse sentido, a ATD possibilitou reconhecer nas escritas o pensamento dos diferentes sujeitos envolvidos na pesquisa. Para tanto, foram retirados fragmentos dos textos de análise para elaborar um novo texto com a participação do pesquisador e de teóricos. Segundo Moraes e Galiuzzi (2007), essa metodologia de análise:

Parte de um conjunto de pressupostos em relação à leitura dos textos que examinamos. Os materiais analisados constituem um conjunto de significantes. O pesquisador atribui a eles significados a partir de seus conhecimentos, intenções e teorias. A emergência e comunicação desses novos sentidos e significados são os objetivos da análise (p. 16).

A partir do material empírico produzido na elaboração e desenvolvimento da SE, inicialmente foram selecionados fragmentos reconhecidos como significantes para a pesquisa por apresentarem teorias e vivências, relacionando intenções com os objetivos da pesquisa. Esses fragmentos constituíram unidades cujas relações possibilitaram as categorias de análise, com o propósito de responder às investigações. Moraes e Galiuzzi (2007, p. 23) consideram que “[...] as categorias constituem os elementos de organização do metatexto que se pretende escrever. É a partir delas que se produzirão as descrições e interpretações que comporão o exercício de expressar as novas compreensões possibilitadas pela análise”. A análise do material desta pesquisa possibilitou identificar quatro categorias centrais de análise: energia e suas transformações em diferentes contextos (na produção do alimento, na digestão, na fermentação); interdisciplinaridade entre os componentes curriculares da área das CNT;

contribuições do ensino de Física para a promoção da saúde e a formação pela pesquisa. Para tanto, foram consideradas as leituras e teorias, em um constante movimento de análise crítica/discussões e novas produções que guiaram esta dissertação.



## **2 SITUAÇÃO DE ESTUDO (SE) NO CONTEXTO DAS AULAS DE FÍSICA: POTENCIALIDADES PARA A FORMAÇÃO PELA PESQUISA**

Este capítulo visa analisar a pesquisa decorrente do processo de desenvolvimento da SE: Nutrição e Qualidade de Vida, envolvendo planejamento, ação em sala de aula e sistematização dos trabalhos realizados pelos estudantes a partir de olhar crítico reflexivo baseado em referenciais, tais como: Boff (2011); Brasil, (2013, 2006, 2005); Demo (1999, 2011); Freire (1987, 2013); Galiuzzi (2003); GREF (1998); Hewitt (2002); Maldaner e Zanon (2001); Moraes, Galiuzzi e Ramos (2004); SEDUC/RS (2013); Vygotsky (2001, 2010). Busca-se identificar e compreender as potencialidades e os limites do processo de elaboração e desenvolvimento de SE como norteadora da formação pela pesquisa. Acredita-se que esta proposta de organização curricular é uma concepção de ensino e aprendizagem que contribui para a produção de sentidos e significados aos conteúdos escolares, de modo a contemplar as políticas educacionais que acenam para avanços que superem o ensino com base na racionalidade técnica. Nessa perspectiva, Maldaner e Zanon (2001) definem a SE como uma proposta de organização curricular,

[...] conceitualmente rica, identificada nos contextos de vivência cotidiana dos estudantes fora e dentro da escola, sobre a qual eles têm o que dizer e, no contexto da qual, eles sejam capazes de produzir novos saberes expressando significados para tais saberes e defendendo seus pontos de vista (p. 53).

A situação de estudo possibilita trazer a realidade vivida dos estudantes, da escola e da sua comunidade, preferencialmente por meio de diálogos que mobilizam os sujeitos a investigar uma situação do seu contexto que precisa ser entendida e melhorada com ações conscientes respaldadas pelos conhecimentos da ciência. Isso pode permitir transformações no contexto social a partir da (re) construção de conhecimentos pela complexificação dos conceitos disciplinares e interdisciplinares, vindos do senso comum dos estudantes.

Mais do que chegar no cotidiano a partir das disciplinas, o importante é partir dele. Não se trata de organizar currículos que partem de programas disciplinares já dados, mas partir do contexto, iniciando-se a construção do currículo pela realidade do aluno, dos discursos por eles já dominados, visando a sua reconstrução (MORAES, 2008, p. 21).

Portanto, a escolha da temática em estudo “Nutrição e Qualidade de Vida” contempla manifestações dos estudantes que revelam preocupação, comum nessa fase da vida sobre os hábitos alimentares e estilo de vida saudáveis. O Gipec tem como pressuposto mediar o desenvolvimento de trabalhos para viabilizar a escola como produtora de um saber em que o professor é autor do seu trabalho. Esta é uma forma colaborativa, reflexiva e investigativa por diferentes olhares, favorecendo a construção de outras formas inovadoras de fazer ciência na escola atual (BOFF, 2011). O grupo de professores do ensino médio da escola, dispostos a trabalhar no coletivo, a coordenadora pedagógica, os acadêmicos/bolsistas e os professores da universidade (UNIJUÍ/GIPEC) reconheceram a importância dessa temática, especialmente por estar articulado com o tema geral da escola para o período de 2013 e 2014 que é “Viver bem o seu tempo” e que possibilitou o subtema para o segundo ano do ensino médio: “Viver bem o seu tempo – com qualidade de vida”. Foi foco da área das CNT a SE “Nutrição e Qualidade de Vida”. A temática é rica conceitualmente e de fundamental importância para discutir as questões sociais, culturais e relacionadas com a saúde. O grupo visa aproximar o trabalho curricular com as atuais Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, orientam que a:

organização do currículo em áreas de conhecimento e o uso das várias possibilidades pedagógicas de organização, inclusive espaciais e temporais, e diversificação de programas ou tipos de estudo disponíveis, estimulando alternativas, de acordo com as características do alunado e as demandas do meio social, admitidas as opções feitas pelos próprios estudantes (BRASIL, 2013, p. 29).

Nesse sentido, a escolha do tema a partir das escutas dos estudantes possibilitou planejar a SE contemplando atividades integradoras de conceitos disciplinares da área das CNT, relacionados à situação em estudo, e oportunizou aproximar realidades e interesses dos estudantes com as questões culturais e sociais. Para esta dissertação de mestrado, buscou-se realizar uma pesquisa-ação a partir de uma reflexão crítica sobre o ensino e aprendizagem com foco na disciplina de Física. Essa temática é reconhecida como uma das possibilidades de trabalhar conforme a proposta das Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) no que refere à Física do 2º ano do EM, com base no Tema 2: Calor, ambiente e uso de energia – unidades temáticas: fontes e trocas de calor, tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores, o calor na vida e no ambiente, energia: produção para uso social – (BRASIL, 2006, p. 57).

## 2.1 O DESENVOLVIMENTO DA SE NAS AULAS DE FÍSICA E SUA INTERLOCUÇÃO COM AS DEMAIS ÁREAS DO CONHECIMENTO

Com o desenvolvimento da SE: “Nutrição e qualidade de Vida”, buscou-se valorizar a realidade dos estudantes, a contextualização, a significação dos conceitos físicos, a interdisciplinaridade e a transversalidade do eixo da Promoção da Saúde/qualidade de vida. As diferentes atividades desenvolvidas no decorrer da SE oportunizaram elaboração e produção de conhecimentos dos estudantes e da professora pesquisadora da sua prática. Questionamentos e problematizações visando à formação pela pesquisa como princípio pedagógico e educativo em sala de aula, favoreceram um movimento de reflexão e ação que foi além dos conceitos disciplinares.

Quadro 1 – Atividades norteadoras da SE “Nutrição e Qualidade de Vida”

<b>PRIMEIRA ETAPA: Problematização e valorização dos conhecimentos do cotidiano dos estudantes.</b>
Atividade 1: Questionamentos da turma sobre as concepções de como os seres vivos sobrevivem O que os seres vivos precisam para sobreviver? Por que nos alimentamos? De que forma essa energia é aproveitada? Qual a origem da energia que está no alimento que ingerimos? Como esta expressa à medida da energia em rótulos, tabelas e textos?
Atividade 2: Problematização referente à alimentação, digestão e nutrição Significação dos conceitos de alimentação e nutrição (com participação de uma nutricionista).
<b>SEGUNDA ETAPA: Ampliação dos significados e produção de sentidos aos conceitos</b>
Atividade 3: Atividade prática envolvendo a combustão de amendoim, pão e salgadinho A atividade foi desenvolvida conforme procedimento descrito em Boff, Hames e Frison (2006, p. 69-70) Os estudantes foram questionados durante a prática com o intuito de valorizar os conhecimentos prévios e dar significado a conceitos presentes. Ao final da atividade, descreveram o processo individualmente, em forma de relatório. – O objetivo inicial da atividade prática foi avaliar o conteúdo energético de um pedaço de pão torrado, um grão de amendoim torrado e de um pedaço de salgadinho. Apropriando-se do calor específico da água de $1\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$ , usamos como base de proporção de 1caloria para 1grama de água variar $1^{\circ}\text{C}$ na temperatura. Os estudantes calcularam a quantidade de energia transferida para a água durante a combustão de cada alimento. Também levantaram hipóteses sobre o fenômeno e exploraram outros conceitos físicos a partir do seu conhecimento empírico.
Atividade 4: Atividade de grupo/ reescrita do relatório da prática da combustão dos alimentos Em grupo, os estudantes, após a discussão de como fazer um relatório, reescreveram coletivamente o relatório da atividade prática da combustão do amendoim, do pão e do salgadinho, seguindo as orientações: introdução, objetivos, material, procedimentos e conclusão.
Atividade 5: Tabela do cardápio diário/individual Os estudantes foram desafiados a relatar a lista de alimentos ingeridos diariamente (de um dia), organizá-los em forma de tabela indicando o alimento ingerido, a quantidade (em gramas) e a energia correspondente (kcal). No caso de alimentos industrializados, devem observar no rótulo a energia conforme porção indicada e fazer as proporções. No final o estudante deve informar a energia total correspondente ingerida durante as vinte e quatro horas.
Atividade 6: Leitura de textos, análises sínteses, socialização e conclusão das tabelas Texto Sol: fonte de vida. Os estudantes destacaram as partes mais relevantes do texto que vão ao encontro da relação Sol e a produção de alimento (durante a fotossíntese); analisaram as tabelas fornecidas no texto e na apostila referentes ao valor calórico dos alimentos, completaram as tabelas do cardápio diário.

Atividade 7: Tabela das atividades físicas diária/individual

Os estudantes organizam a tabela com as atividades físicas diárias (em vinte e quatro horas), o tempo decorrido em cada uma (em minutos) e a energia “queimada” (kcal). Com auxílio dos textos, verificam o valor da potência em diferentes atividades física (Kcal/min) para fazer seus cálculos diários. No final, cada estudante deve informar a energia total “queimada” nas vinte e quatro horas. Comparar com a tabela da energia consumida no mesmo intervalo de tempo.

Atividade 8: Reflexões e aprofundamento de conceitos

Em grupo os estudantes pesquisam em fontes diversas (material de aula, livro didático, textos e internet) sobre os conceitos envolvendo conversões de energia dos alimentos e combustíveis, calculando e comparando o valor calórico (calor de combustão ou potência “consumida”) em diferentes atividades.

Atividade 9: Problematização da atividade prática da produção do pão caseiro.

Os estudantes expressam suas concepções e conhecimentos empíricos sobre a influência da temperatura na atividade prática do pão caseiro com a mediação da professora de física e a acadêmica/bolsista de química. Produção de relato individual. Após em grupo, leitura, análise, pesquisa, discussões e reescrita do relato feito. Análise/discussão das limitações conceituais e de argumentação no relatório reescrito pelos grupos e apresentado pelo professor em slides. Questões de sistematização.

Atividade 10: Produção de um biodigestor caseiro (destino dos restos de alimentos)

Em grupo e extraclasse os estudantes pesquisam sobre a confecção do biodigestor caseiro, confeccionam, monitoram, analisam e pesquisa a partir do encaminhamento inicial da área das CNT: O biodigestor pode ser uma das formas de gerenciamento dos resíduos úmido (casca de banana,...) de modo sustentável? No estudo dos conceitos físicos foram abordados os questionamentos: Para que serve um biodigestor? Como podemos construir um biodigestor caseiro? Qual a relação existente entre a temperatura e a formação dos gases no biodigestor? Explique através da energia cinética, porque o balão no biodigestor enche?

**TERCEIRA ETAPA: Sistematização do processo – articulação professor e estudantes**

Atividade 11: Seminário de sistematização da análise das tabelas

Os estudantes participam de uma conversa com a acadêmica de Nutrição referente a análise feita das tabelas do cardápio/valor energético e das atividades físicas/energia queimada, destacando a importância do equilíbrio entre a energia ingerida e queimada, da qualidade de cada refeição e dos alimentos ingeridos.

Atividade 12: Sugestão de um cardápio saudável

Os estudantes exploram a tabela do cardápio diário dos alimentos ingeridos, fazem suas análises e sugerem um cardápio saudável.

Atividade 13: Produção textual individual

Os estudantes são desafiados a fazer uma produção textual a partir da questão da sistematização: “Qual a relação entre a banana e o Sol” (OLIVEIRA, 2010). No coletivo, é retomado as relações básicas de energia e suas conversões através do esquema Sol – banana – homem – resíduo (casca da banana). Os estudantes com auxílio de texto, pesquisa em outras fontes, notas do caderno, fazem seus rascunhos para análise da professora de Física e auxiliados pela professora de Português, com o objetivo de aprofundar significados sobre o tema a nível conceitual e argumentativo. Os estudantes fazem a entrega de sua produção final do texto após um mês de trabalho, de construção e reconstrução.

Atividade 14: Seminário de sistematização/biodigestor caseiro

Sistematização oral e em slides do trabalho dos grupos para a turma e entrega das escritas dos trabalhos, em forma de relatório, contemplando os questionamentos encaminhados pela área das CNT.

Atividade 15: Seminário de sistematização das pesquisas do Seminário Integrado e produção escrita

Os estudantes sistematizam na turma e para a turma paralela, os temas pesquisados durante o trimestre. Produção de texto referente à pesquisa – artigo individual.

Atividade 16: Sistematização dos conceitos de Física

Os estudantes realizaram uma sistematização escrita e individual contendo questões abertas sobre os conteúdos trabalhados no decorrer da SE.

As atividades do quadro 1 (p. 35-36) foram desenvolvidas em suas três etapas, conforme proposto por Boff (2011), as quais oportunizaram a produção de diálogos no processo de ensino e aprendizagem por meio de reflexão – ação- reflexão-ação da SE “Nutrição e Qualidade de Vida” com a intenção de valorizar o espaço escolar como propiciador de oportunidades aos estudantes em ampliar suas compreensões e construir conhecimentos do mundo no qual estão inseridos. A ciência é uma construção humana que visa explicar o mundo de modo a contribuir para a melhoria social. Nesse sentido, a SE contemplou três etapas interconectadas, conforme explicitado por Boff (2011). Na primeira etapa:

busca-se resgatar os entendimentos de vivência dos estudantes e ampliar os significados trazidos de seus meios sociais. Nesta etapa os estudantes são estimulados a evidenciar seus pontos vista sobre a temática em estudo. Pela problematização de suas manifestações, eles começam a refletir sobre seus próprios entendimentos que inicialmente podem representar apenas uma palavra, mas na medida em que lhes é dada a possibilidade de empregar a palavra em diferentes contextos, ela evolui com possibilidades de elaboração conceitual pela mediação entre professores e alunos (p. 91).

Nesse sentido, foram desenvolvidas as atividades 1 e 2 representadas do quadro 1 (p. 35), as quais problematizaram as questões de vivência dos estudantes.

Na segunda etapa, “as atividades são elaboradas com a intencionalidade de aprofundar as discussões sobre a temática em estudo, a fim de ampliar as ideias trazidas do cotidiano dos estudantes” (idem, p. 92). As atividades 3 a 10 do quadro 1 (p. 35-36), explicitam essa etapa.

Já a terceira etapa, as atividades 11 a 16 do quadro 1 (p. 36),

contemplam uma releitura da temática, uma vez que retoma o contexto como um todo por meio de atividades de sistematização, incluindo questões sociais, culturais e de conhecimento científico com vistas à complexificação dos conceitos a luz do conhecimento estruturado pela ciência. Os estudantes são estimulados a produzir textos mais complexos e socializar suas aprendizagens. Com novos entendimentos e com um olhar diferente do inicial, avaliam e são avaliados sobre as compreensões produzidas em sala de aula sem deixar de lado o contexto em que se situam (BOFF, 2011, p. 92-93).

## **2.2 CONTRIBUIÇÕES DA SE PARA O ENSINO DE FÍSICA**

Na primeira etapa da SE retratam-se os conhecimentos do cotidiano dos estudantes, por meio de questionamentos e problematização na aula de Física quanto às concepções dos estudantes sobre os seres vivos (atividade 1 e 2, quadro 1, p. 35). A maioria deles estabelece a relação do alimentos como fonte de energia, conforme se pode constatar nos seguintes registros: “*O ser humano precisa de alimentos para sobreviver, pois é deles que tiramos nossas energias*” (E<sub>13</sub>). “*Alimento, água, ar*”. (E<sub>34</sub>). “*As funções da energia são para manter a vida, promover o crescimento e realizar atividades físicas*” (E<sub>7</sub>). Outros estudantes apenas relacionam a questão da alimentação ao fato de *matar a fome*. Para Hewitt (2002):

O seu corpo é uma máquina – extraordinariamente maravilhosa. Ele é formado por máquinas menores – as células vivas. Como qualquer máquina, as células vivas precisam de uma fonte de energia. A maior parte dos seres vivos deste planeta alimentasse de diversos compostos de hidrocarbonetos que liberam energia quando reagem com o oxigênio. Como a gasolina que é queimada nos motores dos automóveis, há mais energia potencial nas moléculas dos alimentos do que nos produtos das reações após a metabolização dos alimentos. Essa diferença de energia é que sustenta a vida (p. 126).

Nas discussões em sala de aula, os estudantes fazem as relações da origem da energia ou como ela foi “parar” lá no alimento. Os diferentes processos são desencadeados por algo que se conserva no universo, a energia. Para Hewitt (2002):

O estudo das diversas formas de energia e suas transformações de uma forma em outra levaram a uma das maiores generalizações da física – A lei da conservação da energia: A energia não pode ser criada ou destruída; pode apenas ser transformada de uma forma para outra, com sua quantidade total permanecendo constante (p. 119).

No decorrer da problematização, os estudantes estabelecem relação com a lei da conservação de energia, já trabalhada no ano anterior e a relacionam com a fonte primária o Sol, na geração de alimentos pelas plantas pela fotossíntese, que para Gref (1998):

É o processo através do qual os vegetais produzem os alimentos, o combustível indispensável para a vida da planta, do homem e outros animais. Os vegetais necessitam da luz solar como a energia absorvida pelas plantas em suas reações químicas. É na fotossíntese realizada pelas plantas que ocorre o primeiro e principal processo de transformação de energia no ambiente terrestre (p. 22).

No desenvolvimento da SE, os conceitos de energia vão sendo trazidos na perspectiva de que novos conhecimentos, mais complexos, sejam construídos e significados à medida que os conceitos são usados em diferentes contextos. Reportando à atividade 1, quadro 1 (p. 35), quanto à problematização inicial sobre as observações dos rótulos, apenas um estudante comenta: “*Eu só olho as calorias*”. (E<sub>3</sub>), os demais não observam as informações contidas nos rótulos. O estudante que observa as calorias nos rótulos dos alimentos tem feito algumas dietas para redução de gordura corporal e estava preocupado com o corpo. O momento é oportuno para chamar a atenção sobre a importância de fazer a análise das informações nos produtos ingeridos quanto à composição química, quantidade de sódio, açúcar e inclusive a observação da data de validade.

As discussões sobre a importância da alimentação no nosso organismo foram ampliadas em um segundo momento quando os estudantes participaram de uma conversa com as acadêmicas de Nutrição e de Biologia (bolsistas de iniciação científica) sobre alimentação, nutrientes e digestão. Em meio à problematização inicial, de socialização dos conhecimentos cotidianos, percebeu-se a necessidade de se buscar fundamento conceitual para superar as

ideias simplistas e do senso comum dos estudantes sobre a energia e metabolismo dos alimentos, alimentação e nutrição. A acadêmica do curso de Nutrição reforçou que não basta comer, pois, podemos estar alimentados e mal nutridos. Além dos conceitos disciplinares, percebeu-se a necessidade de trabalhar a conscientização sobre os hábitos alimentares saudáveis, como o tomar café pela manhã (a maioria dos estudantes não têm esse hábito) e opções por uma dieta saudável.

Essa dinâmica, desencadeada no desenvolvimento da SE, no espaço escolar/sala de aula, permite aos sujeitos envolvidos manifestarem contradições referentes às realidades vividas (FREIRE, 1987). Nesse sentido, torna-se necessária a problematização para produzir sentidos e significados aos conceitos científicos, em busca de entendimento de uma situação-problema e outras manifestações relacionadas às questões conceituais e socioculturais que precisam ser melhor compreendidas. A importância da SE como desencadeadora dos momentos de problematização, podem ser constatadas nos argumentos de Freire (1987):

Quanto mais se problematizam os educandos, como seres no mundo e com o mundo, tanto mais se sentirão desafiados. Tão mais desafiados, quanto mais obrigados a responder ao desafio. Desafiados, compreendem o desafio na própria ação de captá-lo. Mas precisamente porque captam o desafio como um problema em suas conexões com outros, num plano de totalidade e não como algo petrificado, a compreensão resultante tende a tornar-se crescentemente crítica, por isto, cada vez desalienada (p. 40).

A problematização valoriza o estudante como sujeito com vez e voz, pois ele sempre tem o que falar quando o assunto possui significado para ele. A SE “Nutrição e Qualidade de Vida” possibilitou relacionar a vivência do educando ao desafio de desenvolver processos contínuos de pesquisa, com crescente superação de limites conceituais e argumentativos. A temática com foco no alimento como fonte de energia, nas aulas de Física, potencializou o desenvolvimento de atividades que possibilitassem significar os conceitos de energia, suas conversões/transformações/transferências e outros conceitos relacionados com o ensino de Física. Neste sentido, esses conceitos podem ser relacionados com a SE em que os sentidos e significados se entrelaçam mediados pela problematização inicial e discorre até a terceira etapa que se refere à sistematização do processo, em um constante movimento de questionamento reconstrutivo (DEMO, 2011), que contribui para a significação dos conceitos físicos, aproximando teoria e prática.

As atividades práticas desenvolvidas nesta SE (atividades 3, 9 e 10 do quadro 1, p. 35-36) propiciaram momentos de interação social por meio da problematização das concepções que os estudantes externaram, no decorrer do experimento realizado em sala de aula. Visam

instigar os estudantes a criarem a necessidade da busca de compreensão dos conceitos científicos, mediado pelo professor. Para Freire (1977), o processo de ensino e aprendizagem em uma educação dialógica, o professor tem papel importante. “Na medida em que ele dialoga com os educandos, deve chamar a atenção destes para um ou outro ponto menos claro, mais ingênuo, problematizando-os sempre” (p. 53). Nesse sentido, compete ao professor vivenciar essa prática, possibilitando aos estudantes acordar novos questionamentos e fazer novas relações buscando explicações e soluções aos problemas levantados, mediado pelo professor e fundamentando teoricamente, na construção dos conhecimentos da ciência por meio da formação pela pesquisa.

A segunda etapa da SE, que visa à ampliação de significados, iniciou-se com o desenvolvimento da atividade prática da combustão do amendoim, do pão e do salgadinho. Teve como base os autores Boff, Hames e Frison (2006) e GREF (1998) para os questionamentos/problematizações, com um olhar investigativo e crítico, na perspectiva de significar o conceito central e unificador energia (AUTH, 2000).

A partir do conceito de energia presente nos alimentos, suas transformações/conversões e outros conceitos físicos vivenciados no decorrer da atividade prática, oportunizou-se o debate sobre: a temperatura inicial da água e como se justifica o valor dessa temperatura; o que é necessário para ocorrer à combustão (queima) dos alimentos; que forma de energia o alimento possui; em que forma a energia é convertida durante a combustão; a massa usada de cada alimento, em cada situação, é um fator relevante na quantidade de energia transferida; como chegar ao valor da energia fornecida por cada alimento para aquecer a água em cada situação; com o valor da energia recebida pela água, podemos calcular o valor calórico de cada alimento, suas calorias/grama (cal/g); verificar qual é o alimento mais calórico: pão, amendoim ou salgadinho; discutir se toda a energia liberada na combustão de cada alimento foi para aquecer a água; o valor calórico do alimento encontrado na nossa prática é o mesmo nas tabelas das fontes bibliográficas; quando ingerimos o alimento também ocorre à combustão; que energias estão envolvidas nesse processo; por que sentimos mais fome no inverno; comparação do consumo energético quando fazemos atividades físicas mais intensas, quando estudamos “pensamos muito”.

Considerando as diversas oportunidades de significação de conceitos a partir de um contexto real de vivência cotidiana dos estudantes, a SE possibilita “investigar, problematizar e discutir os fatos, situações e coisas presentes no dia-a-dia dos educandos, de modo a lhes viabilizar novas formas de compreensão das realidades vividas, à luz e através do acesso ao saber estruturado, à ciência” (MALDANER; ARAÚJO, 1992, p. 20).



Além de potencializar os conhecimentos dos estudantes sobre o alimento como fonte de energia, a SE possibilitou uma ampla discussão dos conceitos físicos quanto ao valor calórico de cada alimento, temperatura, equilíbrio térmico, energia térmica e interna, energia calor e calor específico. Quando se trabalham atividades práticas com o foco nos questionamentos, não mais com o objetivo de justificar uma teoria, identificamos uma ampla rede de conceitos presentes.

Após a realização da atividade, foi elaborado um relatório individual pelos estudantes. Cada um foi descrevendo sem preocupar-se com a organização e com os passos de um relatório. Identificamos nos relatos uma argumentação coerente com a linguagem e com os conceitos físicos problematizados durante a atividade prática referente ao valor da temperatura inicial da água. Conforme descrito por E<sub>10</sub>, “*com a água na temperatura ambiente ela está em equilíbrio térmico com o ambiente (21°C)*”. Com as discussões ocorridas durante a atividade prática, emergiram importantes conceitos já estudados em outros componentes curriculares, e foram significados. Conforme relata o estudante E<sub>17</sub>, “*a água variou a temperatura porque usou o combustível (alimento queimado) e o comburente, o oxigênio*”.

Após verificarem a variação da temperatura da água na combustão de cada alimento, os estudantes, pela mediação do professor, apropriaram-se do conceito e do valor do calor específico da água ( $c_{\text{água}} = 1\text{cal/g}^\circ\text{C}$ ) para calcular a energia recebida pela água e, posteriormente, determinar o valor calórico de cada um dos alimentos.

Nas referências, “a caloria é definida como a quantidade de calor requerida para alterar a temperatura de um grama de água em um grau celsius” (HEWITT, 2002, p. 271). Para buscar o entendimento do valor e unidade de medida do calor específico da água, os estudantes realizaram os cálculos por proporção. Assim considera o estudante E<sub>16</sub>: “*se a água precisa 1cal – 1g – 1°C assim 27°C – 50g – equivale 1350cal*”. Os estudantes não descreveram como chegaram ao valor calórico do pão de 675cal/g e dos outros alimentos, necessitando de discussão em sala de aula da importância da escrita, o que faz parte de uma formação pela pesquisa.

Nos relatos, verificou-se que as aprendizagens não se concretizam em igualdade de tempo para todos os estudantes. Os estudantes apresentaram dificuldades em diferenciar a unidade de medida da energia liberada pelo alimento na combustão (em calorias) com o valor calórico de cada alimento (calorias/grama). Na atividade prática, para alguns, o pão liberou mais calorias (1350cal) que o salgadinho (850cal). Isso aconteceu porque não consideraram que a massa do pão era superior à massa do salgadinho, mas não significa que o pão é mais

calórico. Por isso foi discutido com os estudantes que, para identificar o alimento mais calórico, é preciso levar em consideração a massa de cada alimento (pão foi 2g e salgadinho 0,7g) para calcular as cal/g e assim compará-las. Gref esclarece que:

A quantidade de energia contida em um alimento é medida através da energia obtida pela sua queima. Se queimarmos a mesma quantidade de pão e amendoim para aquecermos uma mesma quantidade de água, ao medirmos a temperatura da água no final da queima, perceberemos que ela ficará mais aquecida quando utilizamos o amendoim como combustível (1998, p. 22).

Os estudantes pouco compreenderam as unidades de medidas que diferenciam as grandezas físicas (como caloria e caloria/g, kcal e cal, Joule, kJ, entre outras) mas, à medida que as atividades eram propostas, também eram desafiados a buscar esse reconhecimento e significados.

Conforme Moraes, Galiuzzi, Ramos (2004, p. 12), “para que algo possa ser aperfeiçoado é preciso criticá-lo, perceber seus defeitos e limitações. É isso que possibilita pôr em movimento a pesquisa em sala de aula”. Com esse movimento de instigação, conhecendo os diferentes limites dos estudantes e as possibilidades de resolver as situações vivenciais de sala de aula, com a socialização do conhecimento e a mediação da professora, espera-se avançar nas aprendizagens, em argumentos e escritas, conhecimentos e ações. Segundo os autores citados acima, os momentos de questionamento- construção de argumentos- comunicação representam um conjunto em “espiral, nunca acabada em que a cada ciclo se atinge novos patamares de ser, compreender e fazer” (p. 10). Nesse sentido, após os questionamentos visando à reconstrução de argumentos significativo-conceituais referentes à atividade prática da combustão dos alimentos, os estudantes, em grupos, discutiram, fizeram leituras e reescreveram seus relatórios, com as etapas propostas: título, introdução, objetivos, material, procedimentos e conclusão, conforme indicado na atividade 4 do quadro 1 (p. 35). Para que os estudantes avancem na significação dos conceitos científicos, estes precisam ser ressignificados nas diferentes situações para que oportunizem espaço necessário para as diferenças nos tempos de aprendizagens. Os entendimentos dos estudantes foram evoluindo, pois eles demonstraram apropriação da linguagem com que formalizam o relatório conforme elaboram do objetivo da atividade prática do grupo E<sub>1</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>15</sub>, E<sub>16</sub>, “*essa prática tem como objetivo determinar o valor calórico de cada alimento (pão, amendoim e salgadinho) ou valor energético e estudar outros conceitos físicos envolvidos*”. Destaca-se também a evolução nas escritas dos estudantes, referente à conclusão do relatório sobre a atividade prática, assim produzida:

*Concluimos que segundo a análise dos alimentos, vimos o quanto de valor energético eles possuem e quantas calorias constituem em sua matéria devido à combustão que foi realizada. E assim chegamos à conclusão dos valores calóricos de 1g dos alimentos. (E<sub>1</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>15</sub>, E<sub>16</sub>).*

*A atividade prática possibilitou o entendimento que o alimento é fonte de energia e que cada alimento tem seu valor calórico diferente. Depois desses cálculos concluiu-se que o amendoim é mais calórico (1950cal/g) e o pão menos calórico (675 cal/g), deve ser porque o amendoim tem mais gordura (E<sub>4</sub>, E<sub>12</sub>, E<sub>25</sub>).*

*Após colocarmos os alimentos em uma mesma medida, podemos dizer que o amendoim é o alimento mais calórico sendo seguido pelo salgadinho e tendo o pão como menos calórico. Devemos lembrar que esses valores não são exatos, os alimentos liberaram calor não só para a água (E<sub>10</sub>, E<sub>13</sub>, E<sub>22</sub>, E<sub>23</sub>).*

O fato de a atividade prática de combustão dos alimentos ter sido realizada em lugar aberto possibilitou o seguinte questionamento: a energia liberada na combustão de cada alimento foi só para aquecer a água? A estudante E<sub>10</sub> reconhece que outros materiais também foram aquecidos, conforme afirma: “Devemos lembrar que esses valores não são exatos completamente já que enquanto buscava o equilíbrio térmico, os alimentos liberavam energia/calor não somente para a água, mas para todos os corpos ao seu redor” (E<sub>10</sub>). Os questionamentos de uma ciência não pronta possibilitaram que os estudantes analisem a realidade, pois E<sub>12</sub> reforça, “comparamos o valor encontrado na prática (experimento) é diferente dos fornecidos pelas tabelas, isso devido à energia “perdida” durante a queima na hora do experimento, pois a energia considerada foi só a que aqueceu a água! É importante a análise crítica das diferenças encontradas pelo fato de a energia calor ser um conceito sobre o qual os estudantes apresentam dificuldades de entendimento. Hewitt (2002) salienta que:

*É importante observar que matérias não contém calor. As matérias contém energia cinética molecular e possivelmente energia potencial, não calor. Calor é energia em trânsito de um corpo a uma temperatura mais alta para outro a uma temperatura mais baixa. Uma vez transferida, a energia deixa de ser calor (p. 270).*

A atividade prática da combustão dos alimentos oportunizou relacionar a energia potencial química de ligação das moléculas do alimento, e que esta durante a combustão é alterada, aumentando a energia térmica, que por sua vez, é transferida para a água e a vizinhança em forma de energia calor, pois esses possuem menor temperatura. Consequentemente, aumenta a energia cinética média das moléculas da água e vizinhança, aumentando a temperatura e a energia térmica.

O processo da construção conceitual de energia térmica e de energia calor vai sendo ressignificado na evolução da aprendizagem do estudante. Segundo Vygotsky (2010), a aprendizagem desenvolvida pela criança/estudante começa antes da aprendizagem escolar, e esta precisa ser reconstruída no espaço escolar com situações dinâmicas possibilitadas pelas atividades experimentais facilitando a construção de novos conhecimentos da ciência. Para Zanon e Silva:

As atividades práticas podem assumir uma importância fundamental na promoção de aprendizagens significativas em ciências e, por isso, consideramos importante valorizar propostas alternativas de ensino que demonstrem essa potencialidade da experimentação: a de ajudar os alunos a aprender através do estabelecimento de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar em ciências (2000, p. 134).

Pela ampla diversidade conceitual vivenciado no contexto de uma atividade experimental, reconhece-se como um recurso com grande potencial para questionamentos e construção de conhecimentos físicos na relação teoria e prática. Nesse sentido, foi possível ampliar entendimentos, além do conceito do valor calórico dos alimentos, tais como: de temperatura, energia calor e energia térmica, calor específico, dilatação térmica e escala termométrica (com o uso do termômetro de mercúrio para medir a temperatura da água) e as formas de propagação do calor por condução, convecção e irradiação, foram evidenciadas durante a atividade prática (aquecimento da água, dos materiais sólidos, como vidro, clips e do próprio ar). A relação com outros conceitos mais elementares foi reconhecida durante a atividade prática da combustão dos alimentos, como a necessidade do oxigênio para ocorrer à combustão, conseqüentemente, as conversões de energia. Para Gref:

Devido ao nosso próprio metabolismo, absorvemos quantidades variadas de energia ingerindo os mesmos alimentos que outras pessoas. A perda de energia ao realizar as mesmas atividades também é uma característica pessoal, dependendo do tamanho corporal e da eficiência dos movimentos (1998, p. 23).

O momento é oportuno para o aprofundamento de conceitos específicos de Biologia e Química, relacionado ao sistema digestório e metabolismo. Na disciplina de Física, buscou-se a compreensão de que esses processos de combustão também ocorrem no nosso corpo e que se difere em cada pessoa conforme as atividades físicas desenvolvidas (nadar, estudar, correr, dormir) como também a influência da temperatura ambiental também são questões importantes no contexto do estudo. Para essa discussão, os estudantes foram questionados: por que sentimos mais fome quando fazemos atividades físicas mais intensas, quando estudamos – “pensamos muito”? E por que no inverno, normalmente, sentimos mais fome que no verão? Esses questionamentos e discussões permitiram significar os conceitos físicos sobre as transformações de energia em nosso corpo, a transferência de energia calor e ampliar conceitos sobre os isolantes térmicos que, em diferentes situações da SE, foram vivenciados. A sistematização desses conceitos a partir de questão aberta possibilitou reconhecer a evolução da compreensão dos estudantes sobre o assunto. Destacam-se as seguintes afirmações presentes nas sistematizações de alguns conceitos abordados na Física: a) uma das funções dos alimentos é regular e manter a temperatura do nosso corpo em torno de 36°C; b)

vivemos no Rio Grande do Sul onde há grandes diferenças de temperatura entre o inverno e o verão, temperaturas próximo de  $0^{\circ}\text{C}$  a temperaturas próximas de  $40^{\circ}\text{C}$ ; c) como você explicaria, a partir dos conceitos físicos estudados, essas transferências de energia entre o corpo e o ambiente, no inverno e no verão; d) que relações sobre essas transferências de energia podem ser estabelecidas com a ingestão de alimentos e o uso de agasalhos;

*No inverno com temperaturas muito baixas, nosso corpo com temperatura de  $36^{\circ}\text{C}$  e o ambiente  $0^{\circ}\text{C}$ , por exemplo, o nosso corpo por estar com maior temperatura em relação ao ambiente, tende a transferir energia térmica a ele em forma de calor, diminuindo assim sua temperatura. Por isso no inverno as pessoas usam agasalhos, casacos, como uma forma de não deixar sua energia térmica ser transferida ao ambiente. Já no verão é um pouco diferente, temos nosso corpo com temperatura de  $36^{\circ}\text{C}$  e o ambiente com alta temperatura ( $E_1$ ).*

*No inverno a gente se alimenta mais que no verão acelerando nosso metabolismo e nos deixando aquecidos. Os agasalhos em época de inverno as pessoas botam para interferir o calor, ou seja, o nosso corpo tem energia térmica e transfere energia calor e o agasalho interfere. Quando é no verão é ao contrário, é o nosso corpo que recebe energia calor ( $E_5$ ).*

*Quando utilizamos agasalho um processo de contenção ocorre, pois para que a energia térmica permaneça em nosso corpo e não se transfere no ar o agasalho tem a função de barrar como isolante térmico ( $E_3$ ).*

Nos diferentes momentos de estudo, os conceitos físicos são retomados e ampliados buscando a relação entre os diferentes conteúdos em que os conceitos se situam. A leitura e discussão do texto “Sol: a fonte da vida” (GREF, 1998) possibilitou entender conceitos complementares da importância da luz solar na vida humana e nas plantas, desencadeando interações com conceitos estudados na disciplina de Biologia, como a fotossíntese e a produção de alimentos. No texto, os estudantes observaram a tabela da energia fornecida pelos alimentos em porções (de 100g) e a energia em kcal (quilocalorias) liberada na sua combustão e compararam com tabelas de outras fontes (BOFF, HAMES e FRISON, 2006) que apresentam o valor calórico dos alimentos em cal/g. Com o reconhecimento de que os alimentos têm um valor calórico que se difere, esses são significados e ampliados por meio da construção de tabela, com base na sugestão proposta em Boff, Hames e Frison (2006, p. 73).

Os estudantes descrevem cada alimento ingerido (atividade 5, quadro 1, p. 35), a quantidade diária ingerida e fizeram os cálculos das proporções, apropriando-se do conceito de valor calórico (ou de combustão) de cada alimento. Na realização da atividade, analisaram rótulos dos alimentos ingeridos, textos e tabelas fornecidas nos textos já citados, a colaboração dos colegas, a busca do valor calórico em outras fontes, como as fornecidas pela acadêmica de Nutrição e professora de Física, viabilizando a conclusão dos cálculos, das calorias totais, conforme elenca a estudante  $E_2$  em seu cardápio ingerido.

Tabela 1 – Cardápio diário da estudante E<sub>2</sub>

<i>Refeição</i>	<i>Alimento</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Energia (kcal)</i>
<i>Manhã</i>	<i>(não tomo)</i>		
<i>Almoço</i>	<i>estrogonofe</i>	<i>4 colheres de sopa</i>	<i>200</i>
	<i>arroz</i>	<i>3 colheres de sopa</i>	<i>167</i>
	<i>milho</i>	<i>2 colheres de sopa</i>	<i>070</i>
	<i>refrigerante</i>	<i>2 copos de 200ml</i>	<i>160</i>
<i>Tarde</i>	<i>refrigerante</i>	<i>2 copos de 200ml</i>	<i>160</i>
	<i>massa-doce</i>	<i>1 (50g)</i>	<i>135</i>
<i>Noite</i>	<i>torrada</i>	<i>1</i>	<i>400</i>
	<i>iogurte</i>	<i>1</i>	<i>084</i>
	<i>refrigerante</i>	<i>2 copos de 200ml</i>	<i>160</i>
<i>TOTAL</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>1.536</i>

Fonte: Estudante E<sub>2</sub>.

A construção da tabela do cardápio ingerido proporcionou realizar outras atividades, ampliando os conceitos do valor calórico ou de combustão de diferentes combustíveis, vantagens e desvantagens do poder calorífico e a relação com as questões ambientais, conforme sugere o questionamento: Se o calor de combustão da gasolina é de 11.100 kcal/kg e do etanol 6.400kcal/kg, para liberar a mesma energia de 1g de gasolina, quantos gramas de etanol são necessários? Faça uma análise comparando os impactos ambientais, vantagens e desvantagens (P). Esse questionamento proporcionou aos estudantes o desenvolvimento de competências e habilidades para o ensino de Física conforme orientações dos PCN+ uma vez que só podem ser desenvolvidas mediante situações reais de estudo.

Compreender enunciados que envolvam códigos, símbolos e a nomenclatura de grandezas físicas, como por exemplo, aqueles presentes em embalagens, manuais de instalação e utilização de equipamentos ou artigos de jornais e interpretar tabelas; Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos para o exercício da cidadania. Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e ou tecnológicos relevantes (uso de energia, impactos ambientais, uso de tecnologias específicas) (KAWAMURA; HOSOUME, 2003, p. 25).

Além dos conceitos físicos, habilidades e competências propostas para o ensino de Física, foi possível o aprofundamento de questões relacionadas com a Nutrição e qualidade de vida. Nas discussões de sala de aula, os estudantes relacionam conceitos físicos com os hábitos saudáveis ao afirmar que “*a energia é importante e deve ser maior ou proporcional ao que gastamos dela, para ficarmos saudáveis e evitar a desnutrição. Mas o mais importante é a variedade de alimentos*” (E<sub>13</sub>). Nesse sentido, foi proposta a atividade 12 do quadro 1 (p. 36), da sugestão de um cardápio saudável.

Tabela 2 – Sugestão de um cardápio saudável diário da Estudante E<sub>2</sub>

<i>Refeição</i>	<i>Alimento</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Energia (kcal)</i>
<i>Manhã</i>	<i>Suco de maçã</i>	<i>1 copos de 200ml</i>	<i>117</i>
	<i>Pão integral</i>	<i>2 fatia</i>	<i>136</i>
	<i>Queijo</i>	<i>1 fatia</i>	<i>080</i>
<i>Almoço</i>	<i>feijão</i>	<i>1 concha</i>	<i>109</i>
	<i>arroz</i>	<i>3 colheres de sopa</i>	<i>162</i>
	<i>bife grelhado</i>	<i>1</i>	<i>108</i>
	<i>saladas</i>	<i>100g</i>	<i>050</i>
<i>Tarde</i>	<i>Suco de laranja</i>	<i>1 copos de 200ml</i>	<i>116</i>
	<i>maçã</i>	<i>1 (50g)</i>	<i>046</i>
	<i>iogurte</i>	<i>1 copo</i>	<i>084</i>
<i>Noite</i>	<i>Sopa de legumes</i>	<i>1</i>	<i>150</i>
	<i>iogurte</i>	<i>1 copo</i>	<i>084</i>
	<i>gelatina</i>	<i>1 taça</i>	<i>025</i>
<i>TOTAL</i>			<i>1.250</i>

Fonte: Estudante E<sub>2</sub>.

As aprendizagens construídas a partir da SE potencializaram a capacidade e o envolvimento dos estudantes, confirmando as considerações de Marques (2000, p. 120) ao dizer que “a aprendizagem ocorre pelo desenvolvimento das competências de relacionar, comparar, inferir; pelas estruturas mais compreensivas, coerentes e abertas às complexidades das articulações entre dados, fatos, percepções e conceitos”. Isso fica evidenciado na fala de E<sub>2</sub>:

*Acho que não tenho hábitos alimentares saudáveis, consumo poucos alimentos naturais e muito industrializados que não faz bem à saúde. A minha tabela dos alimentos que ingeri é totalmente diferente da saudável, pois não tomo café da manhã, que é a refeição mais importante do dia além de consumir alimentos industrializados, e em quantidades erradas (E<sub>2</sub>).*

A estudante mostra preocupação com a variedade de alimentos para uma alimentação saudável em seu cardápio, contemplando quatro refeições diárias, o que ela reconhece que não é de seu hábito, e também não leva em consideração a energia total média necessária diariamente se compararmos com o valor necessário que a estudante calculou na tabela 3 (p. 49), da energia “queimada” de 2.677kcal diárias, questões posteriormente discutidas com a mediação da acadêmica de Nutrição na atividade 11 do quadro 1 (p. 36).

As recomendações, segundo o Guia Alimentar para a População Brasileira: promovendo a alimentação saudável (BRASIL, 2005, p. 209), indicam a necessidade de considerar que “os homens brasileiros alcançam balanço energético com cerca de 2.400 calorias por dia; as mulheres, com cerca de 1.800 ou 2.200 calorias por dia. A média de 2.000 calorias atende também às necessidades de energia das pessoas mais jovens”. Para compreender as informações apresentadas, torna-se necessário que o leitor tenha alguns conhecimentos do assunto, pois o guia citado expressa o valor em calorias (cal) e não em quilocalorias (kcal) como apresentado nos rótulos dos alimentos. O acesso dos estudantes às diferentes fontes de informações possibilita uma análise crítica em sala de aula. Gref atribui à necessidade desses conceitos a especialistas e destaca que “o conhecimento da quantidade de energia liberada pelos alimentos no organismo é de interesse de médicos e nutricionistas, uma vez que a alimentação com excesso ou deficiência de calorias pode levar à obesidade, às doenças vasculares ou à subnutrição” (1998, p. 23).

É de suma importância contextualizar essas questões no ambiente escolar. Elas precisam ser trabalhadas no contexto escolar como forma de prevenção de problemas de saúde futuros, conforme sugere a Secretaria de Educação e Cultura do Estado do Rio Grande do Sul – SEDUC/RS (2011) em um dos eixos temáticos transversais do Ensino Médio Politécnico (EMP), “Prevenção e Promoção da Saúde”. A partir de temáticas trabalhadas em sala de aula em meio aos conceitos disciplinares de Física, desenvolvidos nessa SE, os estudantes buscaram aprofundar conhecimentos reconhecidos como significativos na questão de hábitos saudáveis e prevenção de doenças.

A importância de relacionar as grandezas físicas com suas unidades de medida guiou os questionamentos iniciais sobre as concepções dos estudantes e a identificação de diferentes unidades de medida apresentadas nos livros didáticos, manuais e informativos no que refere à quantidade de energia transformada por unidade de tempo, conceituada fisicamente como potência.

Para Hewitt (2002, p. 115), “a unidade de potência é o joule por segundo (J/s), também chamado de watt (em homenagem a James Watt, o inventor da máquina a vapor do século XVIII). Esses conceitos foram trabalhados a partir da atividade 7 do quadro 1 (p.36). Socializou-se inicialmente o exemplo da potência da atividade física quando uma pessoa sobe escadas, sendo a potência média de 690W e a conversão em kcal/min.



Muitos dos estudantes apresentam dificuldades quando às atividades propostas requerem raciocínio lógico matemático, como na conversão de medidas. Essa limitação é uma realidade bastante presente entre os estudantes, já que a maioria apresenta limitações para resolver problemas.

Contemplando as finalidades da educação básica, não se podem desconsiderar essas limitações. Segundo Silva (2005), precisam-se incentivar os estudantes a desenvolver o gosto pelo aprender a partir de atividades que possam produzir um novo conhecimento, oportunizando o pensamento crítico e criativo.

O caso da elaboração da tabela com as atividades físicas desenvolvidas exigiu raciocínio lógico, ou seja, o cálculo das proporções entre tempo e energia transformada. Os estudantes buscam a quantidade de calorias “queimadas” em suas atividades diárias, com atenção nas referências que expressam unidades de medidas de energia diferentes, tais como: 1Cal equivale a 1000cal e outras referências apresentam 1kcal para1000cal. O Guia Alimentar para a População Brasileira: promovendo a alimentação saudável destaca a representação em muitos manuais nutricionais e revistas que “Caloria (kcal) é a unidade de medida da energia gasta pelo corpo humano em suas atividades metabólicas e físicas e do teor de energia encontrado nos alimentos [...]” (BRASIL, 2005, p. 209) e  $1\text{cal}=4,18\text{J}$ . Essas relações são importantes para o estudante em seus cálculos conforme as necessidades. Os estudantes tabelam os dados das atividades físicas e calculam a energia total transformada pelo corpo em um dia.

Tabela 3 – Atividades físicas diárias da Estudante E<sub>2</sub>

<i>Atividade</i>	<i>Tempo</i>	<i>Energia necessária (kcal)</i>
<i>Dormir</i>	<i>6h</i>	<i>468</i>
<i>caminhar devagar</i>	<i>30min</i>	<i>081</i>
<i>Estudar</i>	<i>3h 30min</i>	<i>630</i>
<i>Dormir</i>	<i>1h 30min</i>	<i>117</i>
<i>trabalho doméstico</i>	<i>1h</i>	<i>180</i>
<i>Estudar</i>	<i>2h</i>	<i>360</i>
<i>olhar Tv</i>	<i>3h</i>	<i>270</i>
<i>ficar em pé</i>	<i>20min</i>	<i>040</i>
<i>caminhar devagar</i>	<i>30min</i>	<i>081</i>
<i>Dormir</i>	<i>5h 40min</i>	<i>450</i>
<i>Total</i>	<i>24h</i>	<i>2.677</i>

Fonte: Estudante E<sub>2</sub>, com base nos valores de referencia de Boff, Hames e Frison (2006, p. 74).

A organização das tabelas (1, 2 e 3, p. 46-47-49), recebeu um olhar crítico do professor quanto aos conceitos físicos e nutricionais. Também do próprio estudante quanto às atividades físicas e o sedentarismo apresentado por alguns estudantes e sua relação com os hábitos alimentares diários. Houve a intervenção da acadêmica/bolsista para destacar a importância do equilíbrio entre energia ingerida dos alimentos e a energia “queimada” por cada indivíduo/estudante.

Com o trabalho da SE, os estudantes apropriam-se das atividades das aulas de Física e analisam criticamente seus hábitos alimentares na perspectiva de uma vida saudável, uma vez que o Guia Alimentar para a População Brasileira: promovendo a alimentação saudável, afirma que “as pessoas em equilíbrio energético não ganham nem perdem peso; é o que se denomina “balanço energético”. Portanto, o balanço energético é o “saldo” obtido a partir do total de energia ingerida e o total de energia gasta pelo organismo em suas atividades diárias” (BRASIL, 2005, p. 209).

Nesse sentido, os espaços de discussão em sala de aula permitem que novos entendimentos sejam construídos. A preocupação de quando engordamos está diretamente relacionada à energia dos alimentos ingeridos e à energia transformada nas atividades diárias. Chama a atenção na discussão a concepção de que engordamos quando comemos muito. Nesse sentido os estudantes fazem reflexões ao serem questionados: “posso comer muito, mas fazer muita atividade física e aí!? Os carboidratos engordam mais? (P<sub>1</sub>). Os estudantes ao observarem o valor calórico dos alimentos, comparando proteínas e carboidratos, destacaram que ambos têm o mesmo valor calórico. A estudante E<sub>12</sub> justifica: “É o que a gente come em excesso não é bom posso ficar obeso. Principalmente se for carboidratos. Não! é sério eu tenho um priminho e ele come muita massa e é bem gordinho”. “O que é em excesso não é saudável” (E<sub>1</sub>). O assunto é bastante polêmico. Mesmo nas pesquisas encontradas pelos estudantes essas afirmações são limitadas, conforme relatou a estudante E<sub>2</sub>:

*As proteínas (4 kcal/g): carnes, ovos, leite e produtos lácteos, são especialmente importantes no crescimento, na defesa do organismo e na reorganização celular, já os carboidratos (4 kcal/g), como cereais, pães, massas e biscoitos, raízes e tubérculos (batata, aipim, açucares), mobilizam energia ao organismo .*

Os conceitos científicos necessitam de ser aprofundados no componente curricular de Biologia, contemplando o sistema digestório e o metabolismo dos alimentos. Considerando as ideias de Morin (2000), é impossível uma única disciplina trabalhar todos os conceitos necessários para entender uma situação. Por mais simples que se apresenta, seu entendimento é complexo e depende de conhecimentos científicos mais elaborados dos diferentes componentes curriculares.

Explorando os conceitos do alimento como fonte de energia na SE, os estudantes realizaram a atividade prática da produção de um pão caseiro, com base nos autores Boff; Hames; Frison (2006), adaptando a atividade para pão branco e não integral realizada na aula de Biologia com introdução ao Reino Fungi. A atividade prática oportunizou trabalhar conceitos físicos presentes, com a centralidade no questionamento da influência da temperatura nas diferentes situações observadas durante a realização da atividade prática de produção do pão. No desenvolvimento da atividade, os estudantes, em grupo, receberam uma porção de massa de pão (produzida pelas acadêmicas/bolsistas de Química e Biologia) e três provetas contendo, em cada uma, 100 ml de água em temperaturas diferentes: gelada, morna e muito quente. Os estudantes dividiram a massa de pão em três partes fazendo formato de bolinhas e verificaram, com uso da balança, a massa de cada uma. Após cada bolinha foi mergulhada na água em cada uma das provetas. Alguns recortes das transcrições das falas dos estudantes e da professora de Física, ao retomar a atividade prática que haviam desenvolvido na aula de Biologia.

*O que aconteceu com as bolinhas de massa de pão ( $P_1$ )?  
Primeiro elas afundaram, depois na água morna a bolinha de pão subiu, na água quente subiu menos e na água fria não subiu ( $E_6$ ).  
A gente anotou o volume inicial da água e o volume final, antes e depois da bolinha crescer ( $E_8$ ).  
A gente pegou o valor da massa e dividiu pelo volume ( $E_6$ ).  
A bolinha de pão na água morna e na água quente cresceu, aumentou de volume, ficou mais densa ou menos densa ( $P_1$ )?  
Menos densa ( $E_4$ );  
Da água quente e da água morna subiram e da água fria não, porque o fungo precisa de calor ( $E_2$ ).*

Os estudantes registraram o volume de água deslocado pelas bolinhas de pão no início do experimento e após a alteração do volume e calcularam a densidade da bolinha de pão antes e depois e fizeram comparações. Eles apresentaram algumas ideias para o comportamento das massas de pão nas diferentes temperaturas e observaram a relação entre volume e densidade apresentada nas situações vivenciadas. Os questionamentos realizados no coletivo e articulados com as situações vivenciadas contribuíram para o aprofundamento e construção de novos significados de temperatura, energia térmica, energia cinética, calor, equilíbrio térmico, densidade, força e pressão. Esta atividade também oportunizou aos estudantes fazer seus relatos à medida que as discussões foram acontecendo, conforme externam os estudantes:

*Na água fria a massa de pão transferiu calor para a água, na água morna e quente foi à água que transferiu energia calor para a massa, pois a massa estava mais “fria” ou temperatura menor assim esse fenômeno ocorre até haver equilíbrio térmico entre as mesmas (E<sub>4</sub>).*

*[...] no exemplo da água morna, durante a reação química, as moléculas do pão receberam energia calor da água, aumentando a energia cinética, quebrando algumas ligações, formando novas ligações, formando novas moléculas (E<sub>10</sub>).*

*Durante a reação química mais presente na água morna, as moléculas do pão receberam energia calor da água, agitando-se, rompendo algumas ligações e formando novas moléculas fazendo o pão crescer (E<sub>12</sub>).*

Os estudantes expressaram conceitos construídos na disciplina de Química e com isso mostram a riqueza de possibilidades para a interdisciplinariedade.

Para Bonadiman e Nonenmacher (2007), a atividade experimental, quando articulada com a explicitação dos saberes do estudante a partir de questionamentos e da análise de situações do seu cotidiano, permite ao estudante o estabelecimento de relações disciplinares e interdisciplinares. Ao retomar a atividade prática da fabricação do pão caseiro na aula de Física, com acompanhamento e contribuições da acadêmica/bolsista de Química, os estudantes são interrogados sobre o compromisso de ler, pesquisar por que a temperatura da água influenciou na variação do volume das bolinhas de massa de pão caseiro. A seguir recortes das discussões e transcritas de áudio:

*O fermento é um fungo, ele precisa de certa temperatura. Se a água for muito quente tu mata o fungo e, se a água for muito fria não favorece (E<sub>6</sub>).*

*Vamos pensar qual é o conceito, qual a justificativa que a gente faz em termos de temperatura? (P<sub>1</sub>) As moléculas da água morna estariam mais aceleradas que as da água fria. (E<sub>3</sub>) O que ele quis dizer com mais aceleradas (P<sub>1</sub>)? Mais rápido (E<sub>6</sub>)! Vamos pensar na energia, como chamamos essa energia aí de movimento (P<sub>1</sub>)? Energia cinética (E<sub>7</sub>). Então, podemos dizer que a energia cinética média das moléculas caracteriza a temperatura (E<sub>10</sub>). Cada vez que as moléculas vão se agitando mais a tendência do corpo é... Se expandir? (P<sub>1</sub>)*

Com o aumento de volume da massa de pão em função do aumento de temperatura pela transferência de energia calor da água morna para a massa, percebem-se outras questões de Biologia e de reação química provocada pelo fungo responsável pelo processo de fermentação. O conceito de temperatura é mais complexo que o discutido na atividade prática. Hewitt (2002) esclarece que:

*Temperatura está relacionada ao movimento aleatório dos átomos ou moléculas de uma substância. Mais especificamente, a temperatura é proporcional à energia cinética média “translacional” do movimento molecular (pelo qual as moléculas se movimentam de um lugar para o outro) (p. 269).*

As discussões permitiram a participação e o envolvimento dos estudantes que fizeram seus relatos significando a influência da temperatura e o conceito de energia calor presentes na atividade prática. A apropriação de conceitos e termos específicos da Física são limitações

apresentadas pelos estudantes em suas produções argumentativas. Conforme expressou a estudante E<sub>14</sub>, sobre a energia calor transferida, “na proveta da água fria a massa de pão passou energia calor para a água e nas outras duas provetas, foi à água que passou calor para a massa de pão”.

Para Moraes, Ramos e Galiazzi (2002), esses argumentos precisam ser ampliados para além do senso comum, pois não podem apenas expressar as manifestados dos momentos de questionamento; precisa ressignificar conceitos por interlocuções teóricas com os livros didáticos, explorando teorias, artigos científicos no sentido de encontrar elementos que possam ajudar na fundamentação dos argumentos conceituais de Física em construção.

As produções dos próprios estudantes no decorrer das diferentes atividades propostas na SE, possibilitaram verificar os avanços e os limites no processo de aprendizagem, diferente do olhar do ensino técnico tradicional, que limita as análises e avaliações.

Vygotsky (2000) afirma que à medida que a palavra é usada em diferentes contextos, os significados vão-se tornando mais complexos. Neste estudo, os conceitos de hidrostática (densidade, massa e volume e a relação da força de empuxo e força peso,) foram discutidos na atividade prática do pão caseiro, mas não aprofundados. Esses conceitos precisaram ser trabalhados posteriormente. É importante destacar que, esses conceitos de hidrostática, vieram à tona nas discussões no decorrer da atividade prática. Até então, não era esse o objetivo. A atividade prática é um instrumento didático potencializador por ser rica conceitualmente e não excluir a oportunidade dos estudantes de significar conceitos relacionando a teoria com a prática. Nesse sentido, os recortes das escritas dos estudantes alertam para a necessidade de trabalhar esses conceitos físicos de densidade e empuxo possibilitando complexificá-los em outros contextos.

*A massa de pão na água morna subiu devido à densidade da água ser menor e porque o volume da massa aumentou (E<sub>2</sub>). A massa do pão manteve a mesma e o volume aumentou e a densidade também aumento [...]. Um corpo sobe quando a densidade é maior que da água e o seu peso menor que o empuxo (E<sub>9</sub>).*

As expressões desses estudantes mostram que o conceito de densidade ainda não foi compreendido. Mas, quando na escola se trabalha valorizando os espaços de manifestação dos estudantes, é possível problematizar, superar o modelo positivista linear, que somente avalia o resultado final e não reconhece facilmente a falta de coerência e significação dos conceitos apresentados. Schultz e Parham (2002) também apontam a necessidade de os docentes considerarem essa situação que habitualmente passa despercebida quando se trabalha no contexto da sala de aula um modelo pronto e linear dos conceitos.

As aulas precisam ser dinâmicas, e aos sujeitos oportunizar reconstruções de suas ideias e produções, de modo que o professor identifique limitações e busque metodologias para ajudá-los a superá-las, pois o conhecimento significativo não se dá na simples cópia do que já foi escrito. Nesse sentido, foi vivenciada a atividade prática que possibilitou analisar criticamente a evolução dos conhecimentos de densidade, a partir das relações estabelecidas quando um ovo de galinha é mergulhado em água pura e depois, esse mesmo ovo mergulhado em água com uma quantidade significativa de sal dissolvido. No que refere à relação das densidades, os estudantes apresentaram um maior entendimento, conforme expressam em seus relatos:

*Se mergulharmos um ovo em um copo com água o ovo irá se depositar no fundo do copo, pois o ovo possui maior densidade que a água. Já se colocarmos um ovo mergulhado em um copo com água e sal dissolvido, a densidade da água será maior que a do ovo, então ele irá flutuar ( $E_6$ ).  
Após submergir um ovo em uma mistura homogênea de água e sal o ovo passou a flutuar. Podemos concluir que a mistura de água com sal é mais densa que o ovo ( $E_{10}$ ).*

Com o entendimento dos conceitos físicos relacionando às diferenças de densidade, foi possível relacionar com os conceitos referentes à propagação do calor nos fluidos, em que a diferença de densidade é determinante nos processos de convecção térmica. Referente a esses conceitos, os estudantes construíram entendimentos sobre o fenômeno de inversão térmica afirmando que:

*Esse fenômeno é mais comum no inverno, como nome diz inversão das camadas de ar em que a mais fria fica próximo do solo devido às temperaturas baixas e acima dela camadas de ar mais quente ( $E_{10}$ ).  
O ar frio, mais denso, tem dificuldade em subir e fica estacionado próximo da superfície da terra ( $E_2$ ).*

Esse fenômeno de inversão térmica também contribui para problemas de saúde. Segundo Artuso, “[...] há uma maior concentração de poluentes e, conseqüentemente, um aumento nos casos de alergias e doenças respiratórias” (2013, p. 67). É importante que o professor relacione os fenômenos e conceitos físicos da SE com as questões ambientais e de saúde, contribuindo com aprendizagens que favoreçam suas práticas diárias.

As constantes reflexões da pesquisa na ação das práticas da SE desenvolvidas nas aulas de Física possibilitaram planejar outras atividades para superar situações adversas apresentadas pelos estudantes na sistematização das aprendizagens. A pesquisa articulada à prática e o constante questionamento vivenciado nas diferentes atividades são importantes no processo de ensino e aprendizagem com significação de conceitos também na qual se refere às

formas de energia e suas transformações, na produção e consumo do alimento e outros combustíveis. Destacando a energia e suas conversões em diferentes processos estudados no desenvolvimento da SE, Hewitt (2002) atribui essa importância:

De todos os conceitos da ciência, talvez o mais central seja de energia. A combinação de energia com matéria forma o universo: matéria é substância, energia é o que move as substâncias. Pessoas, lugares e coisas possuem energia, mas geralmente observamos a energia apenas quando ela está sendo transferida ou transformada. Ela chega a nós de ondas eletromagnéticas vindas do Sol e a sentimos como energia térmica; ela é capturada pelas plantas e mantém junta as moléculas da matéria; ela está nos alimentos que comemos e nos recebemos através da digestão (p. 114).

Para estabelecer as relações entre as diferentes fontes de energia, foram propostos, na atividade 13 do quadro 1 (p. 36) de sistematização dos conhecimentos da SE Nutrição e Qualidade de Vida, questionamentos, tais como: Qual a relação entre a banana e o Sol? Essa questão foi adaptada do livro “Física em Contexto”, volume 2 (OLIVEIRA, 2010). Nesse momento, a maioria dos estudantes apresentaram limites em relacionar que ambos são fontes de energia. Por outra análise crítica, da forma como foi elaborada essa questão, passou a ser uma nova possibilidade de estudos, de aprofundamento conceitual e argumentativo. Primeiramente, foi sugerido que os estudantes compartilhassem os conhecimentos trabalhados. Em meio às discussões, surgiu a possibilidade de relacionar, por desenho e esquema, Sol- banana- homem, as formas de energia e suas diferentes conversões.

Ao considerarem a energia como uma presença universal identificada a partir do Sol para geração da energia química do alimento como também na casca da banana, os estudantes foram desafiados a uma produção textual com todas as relações produzidas no esquema coletivo feito no quadro negro. Passaram a pesquisar e investigar as possibilidades de gerenciamento adequado da sobra e cascas de alimentos e outros resíduos úmidos produzidos, pensando nos impactos ambientais e nas questões da sustentabilidade. A ampliação e o aprofundamento de conceitos propostos na atividade pelos estudantes foram escritos e socializados no grande grupo, a partir dos rascunhos que expressavam entendimentos e dúvidas sobre uma melhor produção textual final. E<sub>12</sub> apropria-se de diferentes conceitos físicos e faz as primeiras relações em sua produção escrita:

*O Sol como fonte de energia primária, ele emite radiações compostas por ondas eletromagnéticas. Para ele emitir ondas para a terra é preciso à fusão nuclear, onde 2 átomos de hidrogênio formam 1 átomo de hélio e nesse processo parte da massa “perdida” é convertida em energia. A luz visível é apenas uma parte dessas emissões. Essas emissões são essenciais para manter vida na terra. Uma forma de vida que depende dessas é a fotossíntese usufruindo da energia luminosa para produzir energia química, o alimento, a banana. Nós como seres humanos também nos inserimos nessa relação pois nos alimentamos dessa banana e iniciamos outro longo processo: A digestão (E<sub>12</sub>).*

As conexões e relações das energias presentes durante todo o processo de formação e aproveitamento do alimento de origem vegetal reafirmam o conceito de energia como central e unificador (AUTH, 2000). Na SE Nutrição e Qualidade de Vida, os estudantes destacam o alimento como fonte de energia para sobrevivermos:

*Ao ingerirmos a banana, através do processo de digestão, o alimento é posto em combustão, transformando-se em energia térmica (responsável por manter a temperatura do corpo), energia cinética (responsável pelos movimentos musculares, etc.) e energia elétrica (relacionada aos impulsos elétricos do cérebro). Com o conjunto dessas energias proporcionadas pela nossa alimentação, encontramos força e disposição para tarefas diárias (como trabalhar, estudar, praticar exercícios, etc.) (E<sub>10</sub>).*

O texto produzido por E<sub>10</sub> pode ser discutido nas aulas de Biologia, mostrando as etapas do metabolismo, como a digestão, que se caracteriza pela transformação de moléculas grandes em suas unidades fundamentais, para então tornar possível sua absorção e posterior combustão dentro das células, com a finalidade de gerar energia. A energia presente em qualquer situação vivencial foi reconhecida pelos estudantes nas aulas de Física, perpassando no contexto interdisciplinar. A SE privilegia espaços de significação conceitual e, com um olhar crítico quanto às atitudes conscientes, também possibilitou reflexões sobre questões ambientais de melhora no contexto social em que vivem. Assim, os estudantes apresentaram preocupação com o gerenciamento e aproveitamento dos resíduos úmidos de modo sustentável, conforme expresso nas suas escritas:

*A casca da banana, por exemplo, continuará produzindo energia em seu processo de decomposição. Essa é outra energia que está sendo estudada, testada e experimentada como um meio alternativo de vida em modelo sustentável, onde “reaproveitamento” é a palavra-chave (E<sub>10</sub>).*  
*O método mais prático e utilizado é a compostagem que é um conjunto de técnicas aplicadas para controlar a decomposição de materiais orgânicos (E<sub>4</sub>).*  
*A “energia que vem do lixo” pode ser de duas formas: a queima direta dos resíduos ou a queima do gás metano. (E<sub>12</sub>).*

Os estudantes reconhecem a relevância das temáticas em estudo, contemplando as questões ambientais para a sua vida e seu contexto social em que são capazes de fazer escolhas, selecionar, buscar o novo com conhecimento. Para uma análise mais complexa da temática, foi encaminhada a atividade 10 do quadro 1 (p. 36) da pesquisa interdisciplinar do biodigestor caseiro na área das CNT. Para Teixeira (2001), biodigestor ou digestor consiste em uma:

*Câmara de fermentação, com formato variado, onde a biomassa sofre a digestão anaeróbia pelas bactérias, e de uma câmara acumuladora do gás desprendido deste processo. Tem como finalidade a obtenção do biogás (basicamente metano – CH<sub>4</sub>) e o biofertilizante (adubo orgânico), rico em nutrientes, resultado final da fermentação da matéria orgânica (p. 25).*



Qualquer situação em estudo, para ser compreendida e significada, requer a contribuição de conceitos científicos dos diferentes componentes curriculares, e estes podem ser explorados e compartilhados no grupo de estudantes orientados para pesquisa, na construção e monitoramento do material pedagógico do biodigestor caseiro e sistematização das aprendizagens. Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN+, a energia é um conceito interdisciplinar presente em diferentes contextos e aqui explorado na possibilidade de geração de energia a partir do biodigestor:

Para compreender a energia em seu uso social, as considerações tecnológicas e econômicas não se limitam a nenhuma das disciplinas, tornando essencial um trabalho de caráter interdisciplinar. Na produção de combustíveis convencionais ou alternativos, com a utilização de biomassa atual, como a cana-de-açúcar, ou de biomassa fóssil, como o petróleo, a fotossíntese, estudada na Biologia, é o início para a produção natural primária dos compostos orgânicos, enquanto outros processos químicos são necessários à sua transformação e industrialização (BRASIL, 2002, p. 30).

A atividade de pesquisa sobre o biodigestor caseiro guiou o fechamento da SE Nutrição e Qualidade de Vida e também fez a ponte com os conceitos físicos posteriormente trabalhados na termodinâmica. Possibilitou explorar e aprofundar o biogás (metano) como fonte de energia alternativa renovável para as máquinas térmicas a partir das sobras dos alimentos. Para Menezes, essas questões ambientais precisam perpassar práticas efetivas de “reciclar mais materiais, reaproveitar restos industriais e fazer uso energético e produtivo dos rejeitos agrícolas e do lixo urbano, utilizar de forma mais consciente a água potável” (2013, p. 22).

O espaço escolar é oportuno para desencadear as aprendizagens, um “processo de construção que é resultado das interações entre o que cada um conhece com a nova informação, criando uma rede mais complexa de significados” (MORAES e LIMA, 2012, p. 221). Nesse sentido, o trabalho coletivo, o diálogo, as discussões e combinações entre os estudantes foram fundamentais para viabilizar a confecção de um biodigestor caseiro. Nos princípios teóricos de Vygotsky (2001), as aprendizagens e o desenvolvimento cognitivo acontecem na interação social entre os pares, estudante/estudante e na mediação com os sujeitos em outros níveis estudantes/professor. Valorizando o trabalho coletivo como produtivo, nas considerações de Demo (2011 p. 21), “a competência coletiva, entretanto, supera a individual, pois não se trata de somar a superficialidade, mas a capacidade de contribuição”. É com esta intencionalidade que o trabalho sobre o biodigestor foi encaminhado, explorando conceitos disciplinares presentes no processo da biodigestão a fim de despertar atitudes conscientes sobre o gerenciamento correto do resíduo e possibilitar o

aproveitamento deste como fonte de energia. A investigação teve como questionamento inicial: O biodigestor pode ser uma das formas de gerenciamento dos resíduos úmidos (casca de banana,...) de modo sustentável? A partir dos questionamentos iniciais, outras questões foram encaminhadas e também a sugestão de que cada grupo de estudantes pesquisasse e montasse um biodigestor caseiro para estudo, buscando pela pesquisa, argumentações para os conceitos científicos presentes no decorrer das observações e monitoramento do biodigestor caseiro. Em seus relatórios, os estudantes buscaram pela pesquisa, conceito de biodigestor e sua função, conforme expressam:

*Biodigestor é um equipamento que utiliza um processo vivo para fazer a transformação ou a “digestão” de matéria orgânica. O biodigestor faz a “digestão anaeróbica” (sem ar/oxigênio) de micro-organismos que fazem a decomposição da matéria orgânica. O resultado é a energia produzida com gases ou biogás (E<sub>13</sub>, E<sub>22</sub> E<sub>23</sub>).*

*Biodigestor é um equipamento usado para a produção de biogás, uma mistura de gases produzida por bactérias que digerem matéria orgânica. A matéria orgânica utilizada na alimentação do biodigestor pode ser resíduo de produção vegetal (folhas, palha) ou da atividade humana (fezes, urina, lixo orgânico) (E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub>, E<sub>6</sub>).*

*O biodigestor trata-se de um reservatório fechado com matéria orgânica na ausência de oxigênio onde a matéria orgânica sofrera digestão anaeróbica sendo convertida em biogás (uma mistura de gases como metano, dióxido de carbono, entre outro) (E<sub>5</sub>, E<sub>12</sub>, E<sub>25</sub>).*

*Biodigestor é uma ótima forma de sustentabilidade, pois reaproveitamento dos alimentos, sendo uma forma alternativa, em que “produz” energia em forma de gases e adubo orgânico (E<sub>1</sub>, E<sub>7</sub>, E<sub>8</sub>).*

Os estudantes, na busca de compreensão pela pesquisa, construíram um biodigestor caseiro, e assim o grupo descreve o procedimento.

*No dia 09 de julho, começamos a desenvolver o biodigestor dentro de um “litrão” e nele colocamos restos de frutas, verduras e legumes, como, cascas de laranja, casca de banana, folhas de alface, cascas de bergamota, cebola, couve-flor e outros. (E<sub>10</sub>, E<sub>13</sub>, E<sub>22</sub> E<sub>23</sub>).*

No decorrer das pesquisas, foram fundamentais os questionamentos e problematização quanto ao uso do biodigestor para produção do metano (CH<sub>4</sub>) e conseqüentemente a sua queima, pois é importante que os estudantes externem suas dúvidas quanto à diferença de queimar o metano antes de lançar na atmosfera.

A matéria orgânica descartada como lixo (especialmente restos de comida, podas de árvore e restos de animais e vegetais) leva aproximadamente seis meses para se transformar em metano, um gás combustível que agrava o efeito estufa. A simples queima do metano, sem nenhum aproveitamento energético, já assegura um benefício ambiental por transformar CH<sub>4</sub> (metano) em CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono). O metano é de 20 a 23 vezes mais danoso para a atmosfera do que o dióxido de carbono (GLOBO, 2013).

A partir das leituras e discussões sobre o gás metano, os estudantes externaram em suas escritas introdutórias do relatório sobre o biodigestor caseiro que, por causa da “*crescente demanda de alternativas de energia, é necessário o desenvolvimento de projetos que visam à redução de gases causadores de danos ao meio ambiente diminuindo o efeito estufa, ou amenizar os efeitos provocados pela emissão desses gases*” ( $E_3$ ,  $E_4$ ,  $E_6$ ).

Na combustão do metano resulta uma molécula de água e uma de  $\text{CO}_2$  que retém menos energia térmica que o próprio metano. Importante também que na fotossíntese, quando relacionada na geração de alimento pelas plantas, vimos que elas captam o  $\text{CO}_2$  e não o metano. As discussões e entendimentos sobre o efeito estufa foram retomados complementando a propagação do calor por irradiação, explorada no contexto da atividade prática de combustão do pão, do amendoim e do salgadinho (atividade 3, quadro 1, p. 35) evidenciando como ocorre a propagação da energia calor.

Quanto à propagação da energia calor por irradiação emitida pelo Sol por meio de ondas eletromagnéticas, foi discutida a seguinte questão: Sobre o aquecimento da Terra e o efeito estufa, avalie as seguintes afirmações e posicione-se argumentando: É devido ao efeito estufa que o nosso planeta se mantém aquecido durante a noite? Sem esse aquecimento a Terra seria um planeta gelado, com poucas chances de propiciar a vida? As discussões da aula sobre o efeito estufa estão transcritas a seguir:

*O efeito estufa então é um processo natural que mantém a temperatura da Terra ( $E_4$ )?*

*Isso, as ondas de radiação eletromagnética emitida pelo Sol, que chegam até a Terra são os raios infravermelhos (onda de calor sem presença de luz), os raios de luz visível e uma parcela dos raios ultravioletas que por sua vez aquecem a Terra ( $P_1$ ).*

*Muitos dizem que é prejudicial e então não é assim que acontece, pois sem o efeito estufa a Terra seria muito quente ou muito fria ( $E_3$ )!*

*A Terra aquecida emite apenas os raios infravermelhos, pois não emite luz, né, mas a atmosfera não é boa condutora de energia calor sem presença de luz, assim parte dela fica retida na atmosfera, mantendo-a aquecida ( $P_1$ ).*

*Se na atmosfera há muita concentração de gases poluentes o que ocasiona ( $P_1$ )?*

*A poluição dificulta a saída dos raios infravermelhos ocorre aumento de temperatura, o aquecimento global ( $E_{10}$ ).*

Portanto, queimar o metano, transformando energia química em térmica antes de lançar na atmosfera, contribui com o ambiente evitando o aumento do efeito estufa por aproveitar uma fonte de energia que é renovável. Nesse sentido, o grupo aponta o uso do biodigestor como forma sustentável para a geração de energia:

*O biogás produzido pela degradação dos resíduos tem em sua composição maior porcentagem de metano, que pode ser utilizado como fonte de energia alternativa, podendo acender fogões, lâmpadas, a partir da energia gerada pela sua queima. O material que sobra é denominado biomassa que pode ser utilizado como fertilizante para a terra, por ser rico em nutrientes ( $E_3$ ,  $E_4$ ,  $E_6$ ).*

As situações vivenciadas no decorrer das apresentações dos trabalhos de pesquisa sobre o biodigestor caseiro, sínteses nos slides, explicações orais, demonstração do biodigestor construído na garrafa PET pelos grupos de estudantes e a iniciativa de um grupo de estudante na produção de fotos sobre o monitoramento do biodigestor foram significativas. Chamou à atenção nas revelações dos estudantes a riqueza de conceitos físicos para outras aprendizagens. É importante que o professor esteja atento a todas as situações desse laboratório de surpresas, que é a sala de aula. Buscamos nesse espaço de sistematização dos trabalhos sobre o biodigestor a possibilidade de planejamento de atividades de sistematização, conforme atividade 16 quadro 1 (p. 36). Foi proposta a análise da seguinte situação: Um grupo de estudantes realizou a confecção de um biodigestor caseiro com as cascas de frutas e legumes recolhidos no lixo da cozinha da escola. Após três dias de sua confecção, o balão havia enchido. Nessa primeira etapa da decomposição da matéria orgânica dentro da embalagem de refrigerante (litrão), o grupo afirmou que o balão encheu de metano. É correta a afirmação dos estudantes?

*Não, primeiro ele encheu com o gás carbônico, quando o oxigênio acaba ele começa a encher de metano. (E<sub>7</sub>)*

*Não, ele enche apenas de ar, só irá encher com metano quando começa a decomposição. (E<sub>10</sub>)*

*Não, porque ele encheu por causa de outros gases (vapor de H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>) que estavam dentro do biodigestor. (E<sub>12</sub>)*

O questionamento a seguir, deu-se a partir do que o grupo vivenciou e apresentou nas gravações de vídeo: Um grupo de estudantes, ao monitorar seu biodigestor caseiro, verificou que aproximando o biodigestor de uma churrasqueira com fogo, imediatamente o balão contendo gás aumentava de volume. Para explicar os conceitos de calor e temperatura, a estudante afirma: “isso ocorreu devido o aumento da temperatura, que aumentou o grau de agitação das moléculas e vão se expandir” (E<sub>2</sub>). Quanto mais energia calor o gás recebe da churrasqueira mais as moléculas se agitam fazendo o balão encher (E<sub>7</sub>). Os estudantes vivenciaram na prática e apropriaram-se dos conceitos de energia calor e temperatura já estudados em outros contextos.

Os estudantes nas sistematizações dos trabalhos fizeram uso da expressão “fonte de energia renovável”. Como eles explicam esse conceito também foi investigado na sistematização. Um grupo de estudantes afirmou que o gás metano produzido no biodigestor é uma fonte de energia renovável. Assim explicaram:

*Como é feita de restos de alimentos e fezes de animais são todas fontes renováveis, pois sempre podemos pegar mais. (E<sub>30</sub>)*

*Nós produzimos o lixo que produz o gás e sempre gera novo lixo, assim é renovável e as pessoas podem substituir os outros gases pelo metano como, por exemplo, na utilização do gás do fogão. (E<sub>33</sub>)*

*Porque ele é produzido naturalmente na natureza e seus restos depois de queimados são consumidos pela natureza. (E<sub>12</sub>)*

Mesmo apropriando-se de termos do senso comum para afirmar que uma fonte de energia renovável tem um potencial energético disponível que não se esgota, o estudante E<sub>2</sub> constatou que:

*O metano gerado no biodigestor é uma fonte de energia renovável, pois é gerada através de um modo sustentável, ou seja, de restos de alimentos úmidos ou esterco e utilizando isso, diminui a poluição e o acúmulo de lixo, gerando energia através de uma fonte que sempre vai se ter e sendo retirado do ambiente esses resíduos fazem bem ao próprio ambiente e a nós (E<sub>2</sub>).*

A atribuição de termos do senso comum pelos estudantes oportunizou novas discussões sobre fontes de energia limpa, renovável, biomassa, sustentabilidade entre os estudantes para reconstruir conhecimentos mais elaborados sobre as diferentes possibilidades de geração de energia.

A proposta de trabalho da SE possibilitou uma reorganização dos conceitos físicos, não mais lineares e isolados, mas trabalhados em espiral. Menezes (2013, p. 282), em sua proposta metodológica do livro didático de Física para o EM, afirma que “um conteúdo conceitual não se esgota em cada Unidade, sendo retomado em outro, com novos enfoques ou com maior nível de profundidade, constituindo uma rede dinâmica em espiral e não uma sequência linear e estática de pré-requisitos formais”. Os olhares atentos e reflexivos do professor sobre as práticas e da participação dos estudantes, favoreceram o planejamento das próximas aulas superando as concepções do ensino tradicional de Física, de modo a constituir um currículo em permanente reconstrução.

Nesse sentido, a geração do metano como fonte alternativa nos motores de combustão interna foi externada nas sistematizações dos estudantes e possibilitou posteriormente seu entendimento no estudo das máquinas térmicas, que converte energia térmica em mecânica ou calor em trabalho. Quanto à utilização da energia calor ao longo da história da humanidade, segundo os PCN+, o estudante precisa acompanhar essa evolução e reconhecer:

*A utilização do calor para benefício do homem, em máquinas a vapor ou termelétricas, ou o calor como forma de dissipação de energia, impondo limites às transformações de energia e restringindo o sentido do fluxo de calor. Nesse contexto, será ainda indispensável aprofundar a questão da “produção” e utilização de diferentes formas de energia em nossa sociedade, adquirindo as competências necessárias para a análise dos problemas relacionados aos recursos e fontes de energia no mundo contemporâneo, desde o consumo doméstico ao quadro de produção e utilização nacional, avaliando necessidades e impactos ambientais (BRASIL, 2002, p. 70).*

Os conhecimentos físicos são construídos mediante a contextualização, pois a ciência é uma construção humana que visa às necessidades sociais da época e assim busca evoluções. Nesse sentido, a formação integral do sujeito, segundo as DCN, vai além dos conhecimentos científicos:

Também promove a reflexão crítica sobre os padrões culturais que se constituem normas de conduta de um grupo social, assim como a apropriação de referências e tendências que se manifestam em tempos e espaços históricos, os quais expressam concepções, problemas, crises e potenciais de uma sociedade, que se vê traduzida e/ou questionada nas suas manifestações (BRASIL, 2013, p. 162).

Como marco do espaço e tempo foi realizado um resgate histórico através de leituras sobre o primeiro protótipo da máquina de Heron, século I. d.C. em meio a reflexões e indagações das questões históricas da época, nas quais não houve incentivo para o aprimoramento da mesma, mais tarde no final do século XVIII marcando a Revolução Industrial com as invenções de Savery, Newcomen e Watt.

Após essa breve contextualização, foi desenvolvida a atividade prática usando um protótipo de máquina a vapor rudimentar que possibilitou problematizar os primeiros conceitos de termodinâmica. Nesse sentido, a atividade do biodigestor caseiro possibilitou outras estratégias de ensino para o desenvolvimento dos conceitos curriculares de Física. Com isso, constatou-se que SE propicia que a sala de aula seja um espaço mobilizador de diferentes saberes possibilitando um ensino integrador e contextualizado de acordo com as Orientações Curriculares Nacionais para o EM (BRASIL, 2006).

A SE: Nutrição e Qualidades de Vida possibilitou trabalhar os conceitos em diferentes momentos de aprendizagem, externados nas conexões estabelecidas entre os conceitos físicos através de um mapa conceitual.

### **2.3 SISTEMATIZAÇÃO DOS CONCEITOS DE FÍSICA NA FORMA DE MAPA CONCEITUAL**

Segundo Moreira (2011, p. 123), o mapa conceitual pode ser visto como “diagramas de significados, de relações significativas, de hierarquias conceituais, se for o caso”. Retrata a reflexão sobre a relação e a organização dos conceitos a partir de uma atividade, de um texto, de uma atividade experimental, de uma disciplina, de uma SE.

A construção do mapa conceitual da SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” retrata como foram explorados os conceitos curriculares de Física, de forma dinâmica do trabalho em que os conhecimentos são construídos nas relações entre o novo e o velho e entre os próprios conceitos em meio a uma reflexão crítica referente à prática do trabalho desenvolvido e os significados atribuídos.

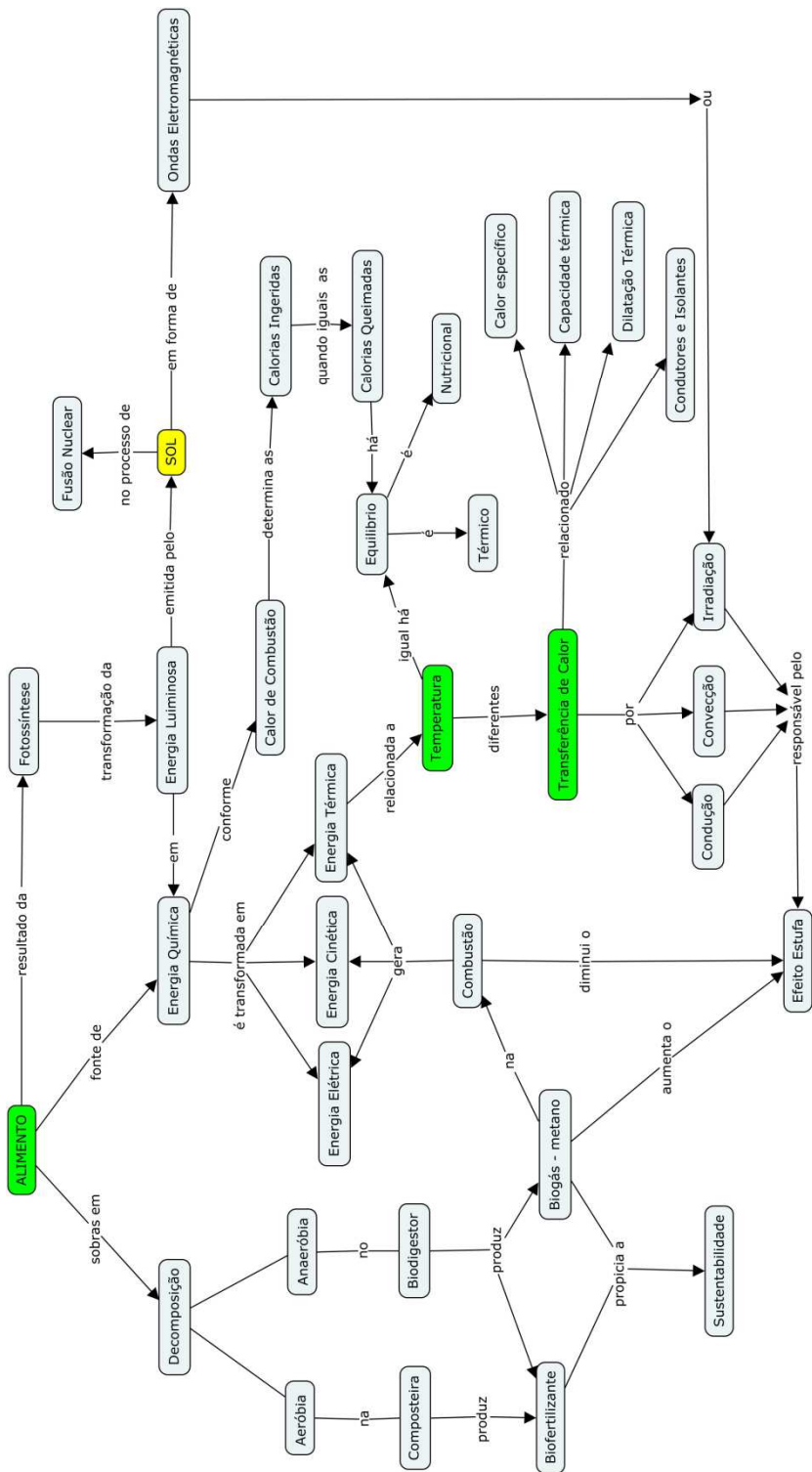


Figura 1: Mapa conceitual da SE: "Nutrição e Qualidade de Vida"  
 Fonte: Rita Acacia Dalberto da Silva

Os conceitos da SE Nutrição e Qualidade de Vida e as conexões feitas a partir do conceito central do alimento como fonte de energia permitiu a relação com outras fontes de energia e a lei da conservação da energia nos diferentes processos. O alimento e os combustíveis concentram um valor calórico, e este é explorado nas tabelas dos cardápios diários da alimentação dos estudantes e em atividades de ampliação de conhecimentos.

A energia química do alimento no decorrer do metabolismo, que ocorre no nosso corpo é transformada, por exemplo, em térmica e outras formas de energia, as quais estão diretamente relacionadas com as atividades físicas desenvolvidas pelo corpo humano. A energia contida em cada alimento é diferente e deve ser utilizada de modo a manter um equilíbrio entre a quantidade de energia ingerida e consumida. No decorrer de todas as atividades desenvolvidas na SE, as diferentes conversões de energia estão presentes. A energia térmica do nosso corpo pode ser transferida na forma de energia calor para o ambiente ou do ambiente para o nosso corpo devido à diferença de temperatura. O conceito de equilíbrio foi trabalhado com enfoque na temperatura – equilíbrio térmico e o equilíbrio entre as calorias ingeridas pelo alimento e as calorias “queimadas” nas atividades diárias dos estudantes.

Os conceitos sobre transferência de energia calor foram ampliados na discussão dos processos de propagação por condução, convecção e irradiação relacionando com o efeito estufa e a interferência dos materiais bons condutores e maus condutores (isolantes).

A prática de combustão, “queima” do pão, do salgadinho e do amendoim, possibilitou, além do valor calórico dos alimentos, significar conceitos como do calor específico da água, e após aprofundamento para outros materiais, capacidade térmica e dilatação térmica. Apropriando-se do conhecimento do calor específico da água, foi possível calcular a energia absorvida pela água durante a combustão dos diferentes alimentos e calcular o valor calórico dos alimentos.

Nos diferentes processos, a fonte de energia primária é o Sol que desencadeia a fotossíntese e possibilita outras fontes de energia, como a alternativa encontrada para as sobras de alimentos (cascas de frutas e legumes, resíduos úmidos) através da compostagem na produção de biofertilizante ou o biodigestor para gerar o biogás (metano) e biofertilizante, significando conceitos de sustentabilidade e fontes alternativas de energia para as máquinas térmicas, energia térmica nos fogões e geração de energia elétrica.

O mapa conceitual explorou conceitos trabalhados na disciplina de Física no decorrer do desenvolvimento da SE: Nutrição e Qualidade de Vida, com maior ênfase no conceito de energia e suas transformações, contemplando a sugestão de temas estruturadores do OCEM “Calor, ambiente e uso de energia” (BRASIL, p.57, 2006).



### **3 A FORMAÇÃO PELA PESQUISA NA INTERLOCUÇÃO ENTRE AS DEMAIS ÁREAS DO CONHECIMENTO**

Neste capítulo busco discutir e compreender as potencialidades e os limites do processo de produção e desenvolvimento da SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” para a articulação das diferentes áreas do conhecimento com destaque para as aprendizagens decorrentes das atividades desenvolvidas na SE, a interdisciplinaridade, a transversalidade do currículo escolar e a possibilidade de constituição de sujeitos reflexivos por meio de um processo de formação pela pesquisa. Os avanços e obstáculos são identificados pelas interlocuções entre as áreas do conhecimento de CNT (Física, Biologia, Química) e na articulação com o Seminário Integrado (SI).

As atividades desenvolvidas no decorrer da SE buscaram aproximar os componentes das áreas por meio da integração dos conceitos específicos de cada disciplina para entender os conteúdos escolares em sua complexidade. Para Luck (2010), a interdisciplinaridade ocorre no processo vivenciado pela:

[...] integração e o engajamento de educadores, num trabalho conjunto, de interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade, de modo a superar a fragmentação do ensino, objetivando a formação integral dos alunos, a fim de que possam exercer criticamente a cidadania, mediante uma visão global de mundo, e serem capazes de enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade atual (LUCK, 2010, p. 47).

Nesse sentido, as atividades planejadas interdisciplinarmente pelos professores nas diferentes áreas do conhecimento oportunizaram aos estudantes fazer relações conceituais com maior exigência nas interpretações e conexões necessárias para o desenvolvimento cognitivo e a construção de aprendizagens importantes para a vida.

### **3.1 INTERLOCUÇÃO ENTRE A ÁREA DAS CNT E FORMAÇÃO PELA PESQUISA**

A análise reflexiva das produções dos estudantes e as relações entre os diferentes conhecimentos escolares constituem prioridades nas atividades da área das CNT. Busca-se com isso contribuir para a formação pela pesquisa, tanto em sala de aula quanto fora dela. A formação pela pesquisa favorece a argumentação na construção de conhecimentos, superando a prática da cópia e da repetição, ensino tradicional. As metodologias de ensino desenvolvidas proporcionaram identificar os limites dos estudantes nas significações conceituais, principalmente nas produções escritas. Vygotsky (2001) argumenta que a linguagem através da escrita exige um posicionamento argumentativo mais estruturado. Os estudantes e nós, professores, temos a cultura do imediatismo e mascaramos a aprendizagem. Para os estudantes superarem essa forma de ver o ensino e a aprendizagem nas aulas de Física, buscamos a valorização da produção escrita nas diferentes atividades propostas, específicas de Física e interdisciplinares.

Os estudantes inicialmente apresentaram resistência às produções de relatório, questões abertas, textos. Defenderam que esse tipo de atividade seria papel apenas da área de Linguagens e suas Tecnologias. No entanto, o trabalho, na perspectiva de valorizar a escrita nos diferentes componentes curriculares, aproxima-se das finalidades do novo ensino médio, que é “possibilitar o desenvolvimento das capacidades de comunicação, por meio das diferentes linguagens e das formas de expressão individual e grupal” (BRASIL, 2013, p. 34). Importante é desafiar os estudantes com atividades que os estimulem a serem autores de seu processo de aprendizagem, pela escrita e reescrita, de modo a produzir sentidos e significados para os conhecimentos, e assim atuar criticamente em seu meio.

Os diferentes enfoques da SE têm como referência as Diretrizes Curriculares Nacionais e da SEDUC/RS. Os objetivos gerais da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) foram elaborados nos encontros mensais da área da 36ª CRE, no ano de 2012 e contemplados nos planos de estudos das escolas a partir do ano de 2013. Buscou-se um aprendizado escolar que favorecesse a interação, a contextualização e a interdisciplinaridade dos conteúdos e conceitos dos componentes curriculares da área das CNT (Química, Física e Biologia), por meio de estratégias didático-pedagógicas que capacitassem os estudantes para a realização de atividades nos três domínios da ação humana: vida em sociedade, atividade produtiva e experiência subjetiva, com vistas à integração de homens e mulheres nas relações políticas, do trabalho, da cultura, da ciência e da tecnologia (CTS).

Para Boff (2011, p. 92), nesse enfoque das CTS, “o trabalho em sala de aula deixa de ser um instrumento de controle do professor sobre o estudante. Ao trabalhar com situações reais, professores e estudantes passam a descobrir, a pesquisar juntos, a produzir sentidos e significados aos conteúdos escolares”. Quando o trabalho é pensado pelo conjunto dos professores, ele se torna mais complexo e potencializa os conceitos de cada componente. Conforme Boff, “o trabalho interdisciplinar não significa somente reunir diferentes disciplinas, mas dialogar entre sujeitos com intencionalidades e desejos comuns, de modo que cada um auxilie na ampliação das visões de mundo, sem impor a vontade de um ao outro” (2011, p. 88).

Nesse sentido, as atividades da SE permitem aproximar os conceitos científicos da área das CNT e conjunto de princípios básicos que norteiam o educar pela pesquisa, em sala de aula. Conforme destacam Moraes, Ramos e Galiuzzi (2002):

O questionamento reconstrutivo; argumentação competente e fundamentada; crítica e discussão permanentes a partir de produções escritas dos participantes, tipo de envolvimento em que os participantes se assumem sujeitos de suas produções, superando-se dessa forma a aula copiada e atingindo-se o aprender com autonomia e significado (p. 241).

Segundo os autores, esses princípios podem ser desencadeados em qualquer conhecimento e prática proposta aos estudantes.

Nessa perspectiva, os estudantes foram questionados inicialmente sobre de que os seres vivos precisam para sobreviver. Eles externaram seus conhecimentos do cotidiano e argumentaram sobre a necessidade de ar, água e alimentos, deixando claro que um fator importante é o alimento como fonte de energia. A problematização aconteceu pela mediação das acadêmicas/bolsistas de Nutrição e de Biologia ampliando as discussões relacionadas à alimentação e à nutrição. Nessa interação, foi possível verificar conceitos já significados pelos estudantes nos seus relatos referentes à Biologia e à Nutrição:

*A alimentação é comer e nutrição é comer adequadamente, é um processo inconsciente que ocorre dentro do organismo (E<sub>2</sub>).*

*Manter a vida com todas as funções biológicas exige energia. Realizar atividades, promover o crescimento necessita ingestão energética suficiente. O alimento fornece também materiais de construção e reparação do corpo (E<sub>33</sub>).*

*Na adolescência o crescimento é mais acelerado, por isso é necessário um maior cuidado com os nutrientes ingeridos. Ingestão energética insuficiente diminui o ritmo de crescimento e a capacidade de realizar atividades. A ingestão energética excessiva pode causar obesidade e outros problemas relacionados. É necessário equilíbrio (E<sub>10</sub>).*

Essas mediações com os sujeitos em que os conceitos são articulados por diferentes olhares, segundo Boff (2011, p. 183) com amparo em Vygotsky:

[...] permitem a internalização de significados mais complexos, já que as primeiras ideias sobre as coisas são vistas como elaborações individuais próprias, mas derivadas da internalização das significações inicialmente mediadas e vivenciadas em interação com os outros.

Nesse contexto, frente às questões da alimentação e nutrição, os estudantes externaram contribuições importantes da interação com as acadêmicas de Nutrição e de Biologia. Relacionaram o conceito de energia às funções biológicas.

No decorrer das aulas, as produções de sentidos e significados dos conceitos de energia foram buscadas em cada novo contexto de estudo. Um desafio para os estudantes, pois o conceito de energia é abstrato, porém, quando explorado nas evidências de transformações, é possível de ser significado. Para tanto, material didático que potencializa as relações conceituais da SE e a relação interdisciplinar do conceito de energia e outros conceitos foram disponibilizados aos estudantes. Conforme Gref (1998):

Os vegetais necessitam da luz solar como a energia absorvida pelas plantas em suas reações químicas. É na fotossíntese realizada pelas plantas que ocorre o primeiro e principal processo de transformação de energia no ambiente terrestre. Os vegetais que possuem clorofila absorvem energia solar e gás carbônico do ar e realizam reações químicas produzindo material orgânico como açúcares, gorduras e proteínas e liberam oxigênio. A reação química que ocorre na fotossíntese poderia ser esquematizada da seguinte forma:  $H_2O + CO_2 + luz \rightarrow$  material orgânico +oxigênio (p. 22).

A transformação de energia até a geração do alimento no processo da fotossíntese revela questões interdisciplinares que podem ser trabalhadas na área das CNT. Durante o metabolismo, durante a digestão, o ciclo se inverte. Gref (1998) argumenta:

Ao ingerirmos o alimento proveniente das plantas, partes das substâncias entram na constituição celular e outra parte fornece a energia necessária às nossas atividades como o crescimento, a reprodução, etc.. Esse processo de liberação de energia é análogo ao de queima, é a respiração material orgânico +oxigênio  $\Rightarrow CO_2 + H_2O$  +energia (p. 22).

A partir das leituras de textos, discussões e registros no caderno, uma dupla de estudante fez a escrita no diário de bordo, prática não comum nas aulas, mas entendida como proposta que favorece as reflexões do professor e dos estudantes. Nessa aula, eles escreveram:

*Nas duplas, fizemos a leitura e discussão do texto “Sol: a fonte da vida”, nesse texto foi abordado vários assuntos, como a fotossíntese, a energia dos alimentos, a importância da luz solar na vida humana e nas plantas. No texto “fontes e trocas de calor”, observamos uma tabela onde constava a energia fornecida pelos alimentos, temos as medidas em porções e a energia em kcal, energia liberada na combustão dos alimentos, outra tabela da energia envolvida em diferentes atividades físicas e a energia média diária necessária correspondente à faixa etária-masculina ( $E_{14}$ ,  $E_{18}$ ).*

A cada nova aula de Física, a leitura do relato do diário de bordo possibilitava situarmos os trabalhos, fazer uma análise quanto à coerência do assunto, considerações destacadas e as limitações, desencadeando a prática do refletir criticamente. O educar pela pesquisa é um processo que exige do professor e do estudante uma mudança de atitude no processo de ensino e aprendizagem. Consiste em desenvolver ações que valorizem a criatividade, a autonomia e a visão crítica para a produção de novos conhecimentos e integração dos conceitos da CNT.

### **3.1.1 Interloquções das Fontes, Formas e Transformações de Energia Produzidas Pelos Estudantes**

Na perspectiva de aprofundar o conceito de energia e suas transformações, de relacioná-lo com conceitos da área das CNT já significados e avançar em novas aprendizagens, os estudantes foram desafiados a construir conhecimentos a partir das limitações apresentadas na questão de sistematização: Qual a relação entre a banana e o Sol? A mediação do professor no decorrer das aulas de Física contribuiu para abordar as conexões entre as diferentes formas de energia. Optamos pela produção de um esquema/desenho, favorecendo o entendimento das relações entre os diferentes tipos de energia e suas transformações. Os estudantes aprofundaram os conceitos, e novas relações foram possíveis através da pesquisa. As articulações interdisciplinares ficaram a cargo dos estudantes. Quanto à estrutura do texto da relação entre a banana e o Sol, foi importante a contribuição da professora de Português, que auxiliou os estudantes que entenderam o significado da proposta a superarem as limitações da escrita e da argumentação de forma a produzir textos coerentes, embasados nos conceitos científicos. Os estudantes fizeram seus rascunhos e anotações para posterior produção final mais elaborada num processo de questionamentos nas aulas de Física e de Português.

À medida que as conexões com a Física e o Português aconteciam, os estudantes ampliavam seus conhecimentos e também relacionavam conceitos de Biologia. Na produção textual relacionam a banana e o Sol como fontes de energia, interlocação entre a Biologia e Física, a estudante descreve:

*Ao mastigarmos e digerirmos o alimento, ele se quebra em moléculas bem pequena, que possam ser absorvidas pelas células, e as células liberam a energia armazenada no alimento, através do processo de respiração celular, transformando em outras formas de energia durante a digestão ( $E_2$ ).*

Embora ocorram discussões que facilitam o aprendizado interdisciplinar, ainda existem limites nas escritas dos estudantes. Isso mostra a importância em trabalhar os conceitos específicos de cada componente curricular articulado com a temática em estudo.

Aos poucos, a proposta de pesquisa em sala de aula conduzia os estudantes a serem autores dos próprios trabalhos. O conceito de radiação solar de luz visível responsável pela fotossíntese e produção do alimento é significado pelos estudantes na reconstrução dos conceitos de energia por meio da busca por explicações teóricas. A estudante E<sub>3</sub> argumenta que *“no caso da banana, para ela crescer e se desenvolver, precisará da luz do Sol, em que capta o carbono e a água, liberam o oxigênio, fazendo assim a fotossíntese e formando o fruto (matéria orgânica)”*.

Educar pela pesquisa exige leituras, escritas e reescritas. Antunes (2009) salienta que:

Elaborar um texto escrito é uma tarefa cujo sucesso não se completa, simplesmente, pela codificação de ideias ou informações, através de sinais gráficos. Supõem etapas de idas e vindas, etapas interdependentes e intercomplementares, que acontecem desde o planejamento, passando pela escrita, até o momento posterior da revisão e da reescrita (p. 37).

O ato de escrever exige uma atitude reflexiva, de organização de ideias, coerência argumentativa e entendimento do tema em estudo, por isso alguns estudantes resistem a produzir, talvez por lhes faltar autoconfiança para produzir. Conforme a estudante E<sub>14</sub> argumenta *“esse texto que temos que produzir, não tem como encontrar na internet pronto, vai ter que ser feito, esse é o problema”*. Na leitura que faço como professora de sala de aula, *“o estudante pensa, se copiar pronto, menos erros, menos trabalho e o que os livros, os textos, o professor externa são verdade”* (P<sub>1</sub>). Precisa haver uma ruptura nessa concepção de ensino pronto e acabado.

Autonomia e autoria nas escritas são caminhos que devem fazer parte da rotina de sala de aula já no início da educação básica. É preciso ficar atento às limitações apresentadas pelos estudantes quando eles copiam. Com essa prática, eles simplesmente transferem recortes textuais já elaborados sem comprometer-se com uma produção e argumentação próprias. O professor precisa cobrar do estudante construção de conhecimento.

Para Demo (1999, p. 10), *“é preciso construir a necessidade de construir caminhos, não receitas que tendem a destruir o desafio da construção”*. Desafiar os estudantes a esse processo de educar pela pesquisa é oportunizar a eles serem sujeitos, elaborando argumentos, socializando suas ideias. É um processo lento, mas que precisa acontecer, *“e essa condição implica ou exige a presença de educadores e de educandos criadores, instigadores, inquietos,*

rigorosamente curiosos, humildes, e persistentes” (FREIRE, 2013, p. 28). Acreditamos que, à medida que o professor busca mudar sua concepção de ensino, os estudantes também percebem a importância do envolvimento ativo no processo de aprendizagem.

Para Galiuzzi, “tem que ter havido um deslocamento e relativização da importância do produto para o processo e a aprendizagem que ocorrem em seu desenvolvimento” (2003, p. 143). Assim, a construção e a reconstrução do conhecimento, mediante o diálogo em sala de aula, aproximam as produções já alcançadas pelos estudantes e possibilitam aprofundar o conhecimento. Segundo Moraes; Ramos e Galiuzzi (2002, p. 4):

[...] produzir argumentos é envolver-se numa produção. É ir aos livros, é contactar pessoas, é realizar experimentos. É também analisar e interpretar diferentes ideias e pontos de vista. É finalmente expressar os resultados em forma de uma produção, geralmente escrita.

A abordagem dos conceitos de energia e de suas conversões, em diferentes momentos de aprendizagem, possibilitou aos estudantes fazer novas relações, nas quais a maioria das fontes disponíveis de energia, assim como o alimento e outros combustíveis, são derivadas da fonte primária, o Sol. As fontes e formas de energia são conteúdos trabalhados em todo o ensino médio. Nesse sentido, a estudante E<sub>6</sub> apropria-se do conceito de alimento como fonte de energia e relaciona a sua complexidade com as reações químicas de conversão dessa energia na digestão. Conforme recorte do seu texto:

*O alimento é fonte de energia química, e quando o alimento for consumido ele é transformado nas reações que acontece em nosso organismo, fazendo assim o metabolismo celular transforma compostos de carboidratos as proteínas e gorduras em novas formas de energia como exemplo a cinética, a elétrica e também produz a energia térmica (E<sub>6</sub>).*

A significação do tema alimentação poderia receber contribuições da Biologia com o estudo da fisiologia humana/sistema digestório e composição dos alimentos. Ao não integrar-se a esse processo, a professora de Biologia alegou que esses conceitos seriam contemplados somente no último trimestre letivo. A interdisciplinariedade é uma questão de vontade de romper com uma sequência pré-estabelecida. Nesse sentido, Moraes (2008) salienta que:

mais do que chegar no cotidiano a partir das disciplinas, o importante é partir dele. Não se trata de organizar currículos que partem de programas disciplinares já dados, mas partir do contexto, iniciando-se a construção do currículo pela realidade do aluno, dos discursos por eles já dominados, visando a sua reconstrução (p. 21).

Faz-se necessário, no coletivo dos professores, mais especificamente da área das CNT, pensar um currículo escolar mais flexível que se aproxime da proposta pedagógica do EMP na qual “a interdisciplinaridade se apresenta como um meio, eficaz e eficiente, de articulação do estudo da realidade e produção de conhecimento com vistas à transformação” (SEDUC, 2011,

p. 19). Romper com um currículo sequencial também é uma dificuldade para muitos professores na educação básica. É, contudo, uma das exigências da SE que os conceitos disciplinares produzam entendimento da temática em estudo de forma dialógica com objetivos comuns para entender a realidade.

Ao buscar um saber mais integrado e livre, a interdisciplinaridade conduz a uma metamorfose que pode alterar completamente o curso dos fatos em educação; pode transformar o sombrio em brilhante e alegre, o tímido em audaz e o arrogante e a esperança em possibilidade (FAZENDA, 2008, p. 27).

Qualquer atividade pedagógica que não seja proposta na perspectiva de uma sequência pré-determinada de conteúdos tradicionalmente seguida, pode gerar oportunidades para se explorarem conceitos entrelaçados, ou seja, interdisciplinares.

### **3.1.2 Conceitos das Ciências da Natureza e suas Tecnologias Significados a Partir da Prática de Produção do Pão Caseiro**

A própria inserção no currículo escolar de práticas experimentais favorece as relações conceituais das diferentes disciplinas da área das CNT. Aproxima teoria e prática, aborda conceitos científicos a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes, vivenciados nos questionamentos e na problematização.

No caso da atividade da produção do pão caseiro (atividade 9, quadro 1, p. 36), os conceitos de temperatura e da transferência de energia calor foram de fato compreendidos interdisciplinarmente. Esses são fatores importantes e responsáveis pela fermentação, reação química e, conseqüentemente, pelo crescimento do pão. Nesse sentido, o conceito de energia é central e unificador (ANGOTTI, 1991; AUTH, 2000), assim como o de temperatura, e pode ser discutido sob a ótica da CNT. Essa relação foi construída pelos estudantes em relatório sobre a atividade prática:

*A temperatura é muito importante na massa do pão, pois se essa temperatura for baixa no caso da água fria da provera 1 a transformação dos açúcares é lenta, se for alta (provera 3) as leveduras morrem, por isso é preciso que ela esteja entre 27 a 32°C assim as leveduras crescem normalmente, foi o que ocorreu com a bolinha de massa de pão que estava na água morna (E<sub>12</sub>).*

Quando o trabalho é desenvolvido a partir de um planejamento na área das CNT e com diferentes conceitos articulados, os estudantes constroem seus conhecimentos com maior significado. Quanto aos conceitos de Biologia sobre o reino fungi, nesta pesquisa, a professora mostrou-se mais tranquila em fazer as relações com a Física. Relacionou a influência da temperatura no crescimento do pão, resultado da ação de um ser microscópico, uma levedura, espécie de fungo adicionado à massa do pão pelo fermento biológico.



Abordar conceitos sobre a influência da temperatura na produção do pão é importante, pois, ao receber energia calor, altera-se sua energia térmica, ou seja, sua energia interna, que, segundo Hewitt (2002):

A energia interna é a soma total de todas as energias no interior de uma substância. Além da energia cinética translacional da agitação molecular em uma substância, existe energia em outras formas. Existe a energia cinética rotacional das moléculas e a energia cinética devido ao movimento dos átomos dentro das moléculas. Existe também a energia potencial devido às forças entre as moléculas. De modo que uma substância não contém calor elas contêm energia interna. Quando uma substância absorve ou perde calor, a sua energia interna, correspondentemente, aumenta ou diminui (p. 270).

Referente ao conceito de energia interna, embora complexo, é importante que ele seja significado pelos estudantes juntamente com os conceitos de energia calor e energia térmica, os quais posteriormente serão ressignificados no estudo da termodinâmica.

Como a professora titular de Química não se envolveu neste estudo da produção do pão caseiro, a presença da acadêmica/bolsista de Química no decorrer da aula de Física foi muito importante para auxiliar nas discussões da reação química provocada pela influência da temperatura e pela alteração da energia interna da massa de pão.

Nas discussões decorrentes da prática vivenciada, conforme as transcrições de parte do áudio, é possível perceber que uma situação, para ser entendida, requer a apropriação de conceitos da área das CNT. Nesse sentido, a professora de Física argumenta:

Agora poderíamos pensar nesse caso aqui, as moléculas da água morna teriam mais energia cinética se comparadas com aquela lá, da água mais fria. A tendência quando as moléculas se agitam é de se expandir. Tem as questões de química aí e também de biologia. A questão do fungo né, responsável pelo processo de fermentação! As reações químicas também presentes. Eu estou trazendo pra vocês os conceitos de física dessa prática que vocês realizaram e a acadêmica vai contribuir com os de química. É importante que vamos entendendo a relação e dependência entre os conceitos científicos presentes na produção do pão (P<sub>1</sub>).

A acadêmica retoma com os estudantes a reação química ocorrida durante a produção do pão, atividade da qual ela participou, e reafirma que o fermento biológico é composto por uma mistura de leveduras, denominadas cientificamente de *Saccharomyces cerevisiae*. As leveduras se alimentam, em condições anaeróbicas, da glicose presente na massa do pão produzindo dióxido de carbono e álcool, além de reproduzir novos microrganismos. Quanto à produção do pão, Boff, Hames e Frison, (2006, p. 40) explicam que o crescimento é decorrente: “de um ser microscópico, uma levedura, que é uma espécie microscópica de fungo que vive no ar e que, ao entrar em contato com o alimento, como a massa de pão, provoca a reação de levedação ou respiração da levedura que faz a massa crescer”.

Essa reação depende da energia cinética das moléculas a qual está diretamente relacionada com a temperatura. Os estudantes têm entendimento da relação entre os conceitos da transferência de energia calor da água para a massa de pão, aumentando a energia cinética média das moléculas, mas precisam entender o que aconteceu ou deixou de acontecer nas outras situações da água quente e fria. A estudante E<sub>12</sub> questiona: “*o que mais acontece quando a água é muito quente*”? A acadêmica complementa que a temperatura muito quente da água vai desorganizar as moléculas que constituem a levedura. E a estudante questiona: “*se a água muito quente altera as moléculas da levedura, posso dizer que mata*” (E<sub>12</sub>)? Lembrando que a professora de Biologia salientou durante a prática que é um fungo, um ser vivo, isso é então possível. Sobre os entendimentos da reação química presente na fabricação do pão, Boff, Hames e Frison (2006) afirmam:

As leveduras em condições anaeróbicas consomem os açúcares livres das farinhas e podem usar as próprias enzimas para quebrar açúcares mais complexos. A partir dos açúcares produzem o dióxido de carbono e o etanol. A temperatura que ocorre essa reação é muito importante. Se a temperatura for muito elevada (55/60°C), as leveduras morrem. Se a temperatura é muito baixa (abaixo de 25°C), a transformação dos açúcares é lenta. A temperatura entre 27/32°C é ótima para a levedura crescer e se reproduzir quando a massa está a levedar (p. 40).

A professora de Física questiona quanto à situação da água fria, como poderíamos justificar por que a massa de pão não teve o mesmo crescimento. Após os estudantes discutirem em aula e sugerirem hipóteses sobre o que ocorreu com a massa de pão na água fria, a acadêmica de Química complementou:

Então, ali na água fria, a reação foi extremamente lenta, não houve produção de gás suficiente para que a bolinha crescesse certo, para que reações aconteçam, é necessária interação entre as moléculas dos reagentes, e essa interação deve ocorrer com suficiente energia para quebrar as ligações (B<sub>Q</sub>).

E complementa a função dos ingredientes do pão apropriando-se de conceitos de reagentes e produtos da reação química presente:

*As moléculas do açúcar, do fermento, da farinha, são todos reagentes né! O açúcar é o alimento direto da levedura né, e na farinha, que é constituída de amido, esse amido precisa ser primeiramente quebrado em moléculas menores, essas moléculas então são de açúcar, então essas moléculas todas vão interagir pra formar os produtos da reação né, o gás carbônico e o álcool (B<sub>Q</sub>).*

Os estudantes, a partir dessa etapa de ampliação dos significados e produção de sentidos dos conceitos, fizeram seus relatos buscando significar e unificar os conceitos de temperatura e de transferência de energia calor para o crescimento do pão, e assim aplicar e aprofundar em outros contextos. Em seu relatório, o estudante E<sub>5</sub> descreve:

*A energia cinética na água fria é menor, as moléculas são menos agitadas que na água morna e quente. Na água fria a massa de pão passa energia calor para a água, pois sua temperatura é maior que da água. Na água morna e quente é o contrário. Não há transferência de calor quando elas estão em equilíbrio térmico, mesma temperatura. Durante a reação química as moléculas do pão receberam energia calor e suas moléculas se agitaram mais rompendo algumas ligações e novas moléculas se formaram (E<sub>5</sub>).*

A atividade desenvolvida necessitou de que os estudantes buscassem relacionar conceitos científicos presentes nos livros didáticos para explicar os efeitos da transferência de energia calor favorecendo a produção dos argumentos.

Para Vygotsky (2000), é pela linguagem que nos desenvolvemos. A sala de aula é um ambiente potencialmente fluente de diferentes falas que favorece o avanço das reflexões a produções de novos conhecimentos mais articulados com os conceitos científicos.

No desenvolvimento da SE, novos conceitos foram emergindo. Cada escrita dos estudantes revelava necessidades de outras discussões. E<sub>20</sub>, por exemplo, argumenta que:

*a temperatura interfere no crescimento da massa do pão, na experiência da massa do pão que fizemos com água fria, morna e quente, houve o aumento do volume de água com a colocação das bolinhas de pão dentro da água, além das bolinhas de água fria se manter no fundo do frasco e não cresceu. Isso mostra que a temperatura interfere sim (E<sub>20</sub>).*

Essa afirmação de E<sub>20</sub> pode remeter a uma discussão sobre o aumento do volume da água, mas o que aconteceu nesta atividade foi um deslocamento do volume desse líquido, já que o aumento do volume da massa de pão acarreta um deslocamento de água. Como o foco da atividade não era a hidrostática, essas discussões, após a leitura dos relatórios, não aconteceram. Quando as aprendizagens partem de uma situação prática, observada e investigada por um grupo de sujeitos, surgem conceitos possíveis de serem explorados. É importante manter a centralidade do estudo, o objetivo principal e construir as relações e significados dos conteúdos escolares. Posteriormente, a prática pode ser retomada com outro enfoque, aprofundando outros conceitos.

Outra possibilidade de trabalho no currículo escolar de outras áreas é a contextualização histórica, social, cultural e econômica do pão como alimento, pois, para Kawamura e Hosoume, a “[...] educação é um processo complexo, que requer muitas ações articuladas. Ou seja, de que não pode ser fragmentada e distribuída para que cada professor tome conta apenas do seu espaço disciplinar” (2003, p. 23). Essa conexão com outros conceitos disciplinares favoreceria uma maior complexidade e romperia com o isolamento dos professores e das disciplinas por meio de um trabalho de planejamento e de ações coletivas.

Para desenvolver-se atividade integrada, é preciso existir a comunicação entre as disciplinas e os conteúdos desenvolvidos para que estes possam ser compreendidos em múltiplas esferas do conhecimento. Conforme PCN:

A interdisciplinaridade não dilui as disciplinas, ao contrário, mantém sua individualidade. Mas integra as disciplinas a partir da compreensão de múltiplas causas ou fatores que intervêm sobre a realidade e trabalha todas as linguagens necessárias para a constituição de conhecimentos, comunicação negociação de significados e registro sistemático dos resultados (BRASIL 1999, p. 89).

Os registros feitos pelos estudantes possibilitam aos docentes em formação pela pesquisa um contínuo processo reflexivo.

Questionar e problematizar os conceitos ainda não ressignificados sobre a influência da temperatura na prática da produção do pão possibilitou novas discussões no grande grupo e, nessa perspectiva, novos avanços e produções. Os estudantes, em grupo, analisaram o relato de um colega da turma e com o auxílio de textos, livro didático e notas de aula dialogaram e identificaram os parágrafos que apresentavam problemas de conceitos científicos, argumentação e contradição.

Leituras e discussões no grupo permitem que os estudantes avancem no processo de argumentação e reconstrução, significando os conceitos. Para Marques (1997), os saberes se fundem e se transformam, reformulam-se a cada nova escrita e leitura. Por isso o estudante precisa romper com as concepções ilusórias de aprendizagem com registros simplistas pouco fundamentados, muitas vezes expressos em linguagem confusa. Tanto os professores quanto os estudantes precisam negar as primeiras ideias, os primeiros registros, segundo a filosofia do não de Gastón Bachelard (1991), quando esses argumentos ainda são limitados para entender a situação em estudo. Nas produções e relatos dos estudantes, rescritas coletivas, a maioria resiste a esse movimento de buscar novas ideias, melhorar os argumentos e apropriar-se dos conhecimentos da ciência. A análise e discussões dos relatos, organizados em slides, possibilitaram novas discussões e boa estratégia para chamar a atenção da importância do comprometimento de cada estudante como sujeito participativo, crítico e responsável sobre o que está sendo produzido e escrito, tanto no coletivo quanto no individual.

As aprendizagens ocorrem quando os estudantes são sujeitos, autores de suas produções, não pela repetição ou pelo mero acesso ao conhecimento, mas pela reformulação do próprio conhecimento. Essa evolução no processo de ensino e aprendizagem pode ser favorecida pela adoção da pesquisa como princípio pedagógico, trazida no contexto da SE. Galiazzi (2003, p. 61) também entende “a pesquisa como um processo de construção de

conhecimento e a sala de aula precisa ser espaço de vivência desse processo”, e é nesse ambiente que devem ser oportunizados os momentos de pesquisa como princípio didático, superando a cópia, mediada pelo diálogo, com a participação ativa dos estudantes como sujeitos. É importante propiciar aos estudantes oportunidades de formação pela pesquisa em sala de aula, favorecidas com questionamento, construção de argumentos e comunicação (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2004).

Nesse sentido, Demo destaca que a pesquisa “coincide com a vontade de viver, de sobreviver, de mudar, de transformar, de recomeçar. Pesquisar é demonstrar que não se perdeu o senso pela alternativa, que a esperança é sempre maior que qualquer fracasso, que é sempre possível reiniciar” (1999, p. 40).

As novas DCN/2013 pontuam a proposta dos conhecimentos escolares pressupondo que os “sujeitos são agentes da arte de problematizar e interrogar, e buscam procedimentos interdisciplinares capazes de acender a chama do diálogo entre diferentes sujeitos, ciências, saberes e temas” (BRASIL, 2013, p. 29). Com esse propósito, o EMP sinaliza com “o estudo de temáticas transversais, o qual alia teoria e prática, tendo sua concretude por meio de ações pedagógicas integradoras” (SEDUC, 2011, p. 19).

Com a SE, busca-se superar as concepções do ensino tradicional por repetição e propor atividades que valorizem as revelações dos estudantes, considerando-os sujeitos participativos do currículo.

O objeto do próximo estudo – o biodigestor – surgiu dos múltiplos conhecimentos externados pelos estudantes e reconhecidos num processo de reflexão, de planejar as atividades, de ação e observação em sala de aula, corroborados em encontros da CNT – 36ª CRE.

### **3.1.3 Construção de um Biodigestor como Estratégia de Formação Pela Pesquisa na Relação Entre os Conceitos da Ciência da Natureza e suas Tecnologias**

A SE propôs trabalhar situações da vivência dos estudantes integrando os conceitos científicos da área das CNT com o eixo transversal do “Meio Ambiente”, por meio da abordagem pedagógico-curricular de pesquisa por investigação do biodigestor caseiro. O propósito foi oportunizar aos estudantes a formulação de novos conceitos, a construção de conhecimentos e a vivência de situações argumentativas, tanto de forma oral quanto escrita. Também a conscientização do estudante sobre as questões ambientais relacionadas aos resíduos úmidos como fonte de energia renovável. Nesse sentido, os professores da área das

CNT planejaram e elaboraram questionamentos encaminhados aos estudantes (atividade 10 e 14, quadro 1, p. 36) os quais inicialmente pesquisaram sobre a confecção de um biodigestor caseiro.

A partir do encaminhamento da área das CNT, os estudantes confeccionaram, monitoraram, fizeram anotações, analisaram e pesquisaram sobre o biodigestor caseiro. O propósito era desenvolver nos estudantes o princípio investigativo quanto à presença da energia nos resíduos úmidos (casca de banana,...) e a geração de biogás e adubo durante o processo de decomposição, de modo sustentável.

Quando o grupo de professores investe no planejamento coletivo, os estudantes reconhecem, conforme manifestações E<sub>2</sub>, E<sub>4</sub>, E<sub>6</sub>, E<sub>15</sub>:

*Elaboramos um trabalho este trimestre onde tivemos que fazer um biodigestor doméstico que são equipamentos de fabricação simples e que possibilitam o reaproveitamento de sobras de alimento, lixo úmido, para gerar gases e também adubos, foi uma atividade bem produtiva onde aprendemos muito. Foi um trabalho onde conseguimos integrar as disciplinas da área das Ciências da Natureza. Em biologia podemos relacionar com o conteúdo do reino Monera, em química a formação de gases e em física a influência da temperatura (E<sub>2</sub>, E<sub>4</sub>, E<sub>6</sub>, E<sub>15</sub>).*

Muitos estudantes conseguiram estabelecer relações entre conceitos da biodigestão na área das CNT a partir das relações existentes entre a temperatura e a formação dos gases no biodigestor e da participação dos seres vivos na geração dos gases. Os grupo dos estudantes E<sub>20</sub>, E<sub>26</sub>, E<sub>27</sub> argumentam: “a produção dos gases é feita por bactérias, os fatores que afetam seu metabolismo ou sobrevivência irá afetar diretamente a produção dos gases, já que as bactérias produtoras dos gases são sensíveis a alterações de temperatura” e concluem relacionando a energia cinética responsável pelo aumento do volume do balão: “a temperatura de um gás está relacionada com a energia cinética média de suas partículas, quanto maior a temperatura maior a energia cinética e maior será a expansão dos gases, fazendo assim encher o balão”.

Quando se faz um questionamento referente aos conceitos, é provável que os estudantes superem trabalhos simplistas e superficiais, muitas vezes de pouco significado. Aos poucos passam a construir conhecimentos integrando conceitos da área das CNT e uma formação reflexiva. Nessa perspectiva, os estudantes afirmam em suas escritas por que se formam os gases no biodigestor:

*Um biodigestor funciona como um reator químico em que as reações químicas têm origem biológica, ou seja, são feitas por bactérias que digerem matéria orgânica em condições anaeróbicas (isto é, em ausência de oxigênio). Por isso ele produz o biogás que é uma mistura de gases – cerca de 75% metano e 25% CO<sub>2</sub> (E<sub>2</sub>, E<sub>9</sub>, E<sub>17</sub>, E<sub>24</sub>).*

*Os gases são formados por causa da biodegradação da matéria orgânica, pela ação das bactérias, inicialmente aeróbia e depois anaeróbicas na ausência de hidrogênio (E<sub>20</sub>, E<sub>26</sub>, E<sub>27</sub>).*

Os conceitos de reação química e de decomposição da matéria orgânica com a essencial participação de diferentes bactérias foram significados no decorrer das investigações. Os estudantes aplicaram os conhecimentos estudados em Biologia para classificar o reino a que pertencem “os seres vivos que participam do funcionamento do biodigestor são as bactérias anaeróbicas, que são bactérias que se reproduzem sem a ausência de oxigênio. Essas bactérias pertencem ao reino Monera” (E<sub>20</sub>, E<sub>26</sub>, E<sub>27</sub>).

Investigaram também conceitos importantes na produção dos gases, como a influência da temperatura no decorrer do monitoramento do biodigestor:

*No dia 11 de julho começamos a notar que durante o dia o balão encha e durante a noite o balão se depositava dentro do litro, porém, não sabemos porque isso acontecia, buscamos pesquisar, mas não encontramos nenhuma resposta. Assim, concluímos que com mais calor os alimentos produzem mais gases do que nos períodos frios (noite) (E<sub>10</sub>, E<sub>13</sub>, E<sub>22</sub> E<sub>23</sub>).*

*A temperatura no interior do biodigestor é um parâmetro importante para a produção de biogás. As bactérias que produzem metano são muito sensíveis a alterações de temperatura. Alterações de temperatura que excedam 45°C ou vão abaixo de 15°C paralisam a produção de biogás. Assim, outro papel do biodigestor é o de assegurar certa estabilidade de temperatura para as bactérias. (E<sub>2</sub>, E<sub>9</sub>, E<sub>17</sub>, E<sub>24</sub>).*

Situação que exigiu investigação e estudo foi o fato de o balão, durante a noite, ficar no interior do litrão, conforme relata o grupo. Cada nova situação prática vivenciada revela o potencial de conceitos que possibilita amplo estudo e investigação, pois os fenômenos “escondem” conceitos que precisamos investigar.

Os conceitos já estudados de energia cinética nas atividades desenvolvidas na SE foram ressignificados no estudo do biodigestor para explicar por que o balão se enche:

*Porque dentro do biodigestor a produção de gases e as partículas dos gases são muito afastadas e tem um movimento desordenado, e as moléculas dos gases estão em constante movimento por isso elas podem se expandir ocupando todo o volume do recipiente, e a temperatura de um gás está relacionada com a energia cinética média de suas partículas, quanto maior a temperatura maior a energia cinética e maior será a expansão dos gases, fazendo assim encher o balão. (E<sub>10</sub>, E<sub>13</sub>, E<sub>22</sub> E<sub>23</sub>).*

Quanto aos conceitos relacionados aos fatores que favorecem as reações químicas na questão proposta – se os restos de alimentos (materiais úmidos) devem ser em pequenas partes para pôr no biodigestor em vez de pedaços grandes e inteiros, os estudantes justificaram que: “*as partes pequenas dos alimentos colocados no biodigestor é para ter uma melhor decomposição dos resíduos*” ( $E_{20}$ ,  $E_{26}$ ,  $E_{27}$ ). Todos os grupos de estudantes tiveram dificuldades de argumentar esse fato. Por outro lado, constatou-se que há nas escritas uma relação com referência aos conceitos revelados de uma produção textual anterior na relação da banana e o Sol, na qual  $E_2$  descreve referindo-se à digestão do alimento:

*Ao mastigarmos e digerirmos o alimento, no caso a banana, ele se quebra em moléculas bem pequena, que possam ser absorvidas pelas células, e as células liberam a energia armazenada no alimento, [...] ( $E_2$ ).*

A estudante  $E_2$  destaca a importância da mastigação dos alimentos para o processo da digestão, mas na atividade do biodigestor caseiro limita-se em seu grupo a relacionar os mesmos conceitos da importância dos restos de alimentos (material úmido) ser em pequenas partes para pôr no biodigestor em vez de pedaços grandes e inteiros. Na produção textual, essa questão está mais relacionada à Biologia/sistema digestório; já na do biodigestor proposto, a visão é da Química. Sobre essa análise, é importante que as discussões ocorram interdisciplinarmente para auxiliar os estudantes a fazerem as relações dos conceitos. Sem a mediação dos professores, pouco acontece. O momento oportuno poderia ser nas apresentações orais dos trabalhos com a participação dos professores da área das CNT. Nossos estudantes precisam entender a importância das intervenções dos professores no decorrer das sistematizações orais dos trabalhos. O momento é rico não só para avaliar, mas, acima de tudo, para abrir as discussões e indagações para o aprofundamento dos entendimentos, pois a aprendizagem é uma caminhada de construções e reconstruções. Para Morin (2000, p. 16), “a aptidão para contextualizar e integrar é uma qualidade fundamental da mente humana, que precisa ser desenvolvida e não atrofiada”. Esse é um dos desafios que enfrentamos em nossas práticas como professor: desafiar os estudantes a fazerem as conexões, pois nada acontece isoladamente.

Quanto aos processos dos quais os seres vivos participam produzindo gases no biodigestor, esses são destacados pelo grupo dos estudantes  $E_2$ ,  $E_9$ ,  $E_{17}$  e  $E_{24}$  em suas pesquisas, pois buscaram através da pesquisa que a produção do metano ocorre no final da quarta etapa “*a biodigestão anaeróbica ocorre em quatro fases: hidrólise enzimática, acidogênese, acetogênese, metanogênese*” e nos primeiros dias, o balão do biodigestor se encheu com outros gases da etapa inicial da decomposição, só mais tarde, depois de 30 dias



ou mais, é possível a geração do gás metano, e registraram que “*a metanogênese é a fase final da degradação anaeróbica, que será realizada por duas famílias de bactérias metanogênicas, denominadas acetoclásticas que reduzirão acetato em metano e as hidrogenotróficas que reduzem o dióxido de carbono em metano*”. A função das diferentes bactérias complementou os conceitos que a Biologia vinha trabalhando sobre os reinos.

É importante considerar as limitações de alguns grupos de estudantes em suas conclusões no relatório sobre o biodigestor: “*com as observações concluímos que o biodigestor produziu gás, sendo que o mesmo corroe o balão, permitindo a entrada de ar, trazendo consigo fungos e bactérias que precisam de oxigênio para sobreviver*”. (E<sub>10</sub>, E<sub>13</sub>, E<sub>22</sub>, E<sub>23</sub>). O grupo não manifesta argumentos sobre o questionamento inicial da investigação: O biodigestor pode ser uma das formas de gerenciamento sustentável de lixo? Mesmo com a conclusão restrita, percebemos avanços no processo de educar pela pesquisa ao fazer investigação e identificar uma das características do metano de ser corrosivo.

A escola tem o papel de aproximar a realidade dos estudantes aos conceitos científicos. A proposta pedagógica de investigação favorece a relação entre teoria e prática. Conforme destaca Menezes (2013), “para os jovens do mundo contemporâneo, conhecimentos de Física são fundamentais para a compreensão da cultura em que vive e em que deve inserir-se: o mundo do trabalho, da política, da cultura, da produção e da sustentabilidade” (p. 275), e esses devem ser trabalhados por todos os componentes curriculares e despertados nos estudantes. Com essa preocupação, E<sub>29</sub> assim se manifesta na sistematização oral do trabalho:

*No mundo em que vivemos consumimos muitos alimentos e acabam sobrando e indo fora. Quanto às fezes dos animais, as pessoas também reclamam que tem odor muito forte e que não serve para nada. Estamos errados, pois os gases produzidos pelas fezes em grandes quantidades servem de energia como também o lixo úmido (E<sub>29</sub>).*

O propósito de E<sub>29</sub> foi contextualizar a presença de energia em qualquer situação e posicionar-se em relação às questões ambientais, sobre os resíduos, e refletir sobre ações para melhorar o contexto social. Segundo Araújo et al, “a aprendizagem e a reconstrução cultural só serão significadas se constituírem os sujeitos na sua relação cotidiana” (2007, p. 173). Nesse sentido, as considerações dos estudantes permitem compreender o espaço e valorizar os conhecimentos escolares para intervir no meio.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, as questões ambientais devem ser trabalhadas com atividades integradoras e contínuas, uma vez que não é disciplina específica.

A Educação Ambiental deve avançar na construção de uma cidadania responsável voltada para culturas de sustentabilidade socioambiental, envolvendo o entendimento de uma educação cidadã, responsável, crítica, participativa, em que cada sujeito aprende com conhecimentos científicos e com o reconhecimento dos saberes tradicionais, possibilitando, assim, a tomada de decisões transformadoras a partir do meio ambiente natural ou construída no qual as pessoas se integram (BRASIL, 2013, p. 522).

A atividade integradora de investigação, sistematização e socialização do estudo sobre o biodigestor possibilitou aos estudantes a construção coletiva de conhecimentos e revelar preocupações com as questões ambientais quando afirmam que o biodigestor é uma das formas de gerenciamento sustentável do lixo. Destacam-se a seguir recortes dos argumentos apresentados pelos estudantes:

*O biodigestor está em perfeita sintonia com o desenvolvimento sustentável, pois o biogás é um combustível alternativo menos poluente, a matéria-prima é encontrada com facilidade na natureza, principalmente na zona rural e o biofertilizante é rico em nutrientes, nitrogênio e tem baixo índice de carbono, sendo bastante utilizado para fertilizar o solo e corrigir a sua acidez. Através do biodigestor os dejetos são reaproveitados e transformados em recursos renováveis, possibilitando melhor preservação dos recursos naturais e diminuindo as agressões ao meio ambiente (E<sub>1</sub>, E<sub>7</sub>, E<sub>8</sub>).*

*Concluiu-se que, é possível a produção de biogás combustível a partir de matéria orgânica em processo anaeróbio, gerando-se um meio para se obter energia renovável, que além de economizar em atividades produtivas devido a energia gerada pela queima do biogás, é capaz ainda de diminuir o potencial tóxico da matéria ou resíduo orgânico, transformando-os em meios de cultivo para a terra (E<sub>2</sub>, E<sub>9</sub>, E<sub>24</sub>).*

No decorrer do trabalho do biodigestor os estudantes elaboraram seus argumentos buscando aproximar teoria e prática, revelando domínio dos conceitos científicos de geração de energia de forma sustentável e menos poluente. Os entendimentos e a conscientização desencadeados nesse estudo sobre as questões ambientais, sociais e econômicas contribuem com a formação de sujeitos. Nesse sentido, espera-se que os estudantes habituem-se a ações favoráveis à redução e separação dos resíduos, uma vez que, para o processo de biodigestão, é essencial a separação e destino correto dos resíduos produzidos. Quando o cidadão faz sua parte, também podem exigir dos órgãos públicos ações que diminuam os impactos ambientais.

Os conhecimentos escolares, quando construídos a partir de uma problemática, no caso, o gerenciamento adequado dos resíduos úmidos a partir do trabalho do biodigestor, podem contribuir para transformar situações concretas do cotidiano, pois possibilitam

mobilizar a família e a comunidade de convívio dos estudantes. O envolvimento dos estudantes na atividade do biodigestor favoreceu e despertou a preocupação da comunidade quanto à questão do gerenciamento adequado dos resíduos, conforme revela depoimento de E<sub>29</sub> nas conversas de sala de aula sobre as vivências:

*Os meus conhecidos e amigos, lá, tem o professor da universidade que conversamos do biodigestor que confeccionamos e ele deu algumas ideias e se prontificou em ajudar se precisar. E o dono lá do mercadinho, perto de casa, conversando sobre isso. Ele falou do óleo de frango que assa e junta todos os domingos, disse que vem colocando fora, viu que pode aproveitar e agora está recolhendo nos litrão. Você profe sabe quem aproveita esse óleo?(E<sub>29</sub>)*

A estudante reforça a importância do trabalho escolar, transpondo os argumentos dos conhecimentos científicos com a participação e reflexão crítica que resulta em ações favoráveis ao meio em que vive. O grupo da qual E<sub>29</sub> faz parte considerou relevante o estudo do biodigestor como alternativa para o destino dos resíduos. Optou em substituir a pesquisa do Seminário Integrado (SI) para aprofundar o estudo do biodigestor, uma vez que os resíduos são fontes de energia e precisam ser aproveitados.

As atividades planejadas e desenvolvidas sobre o biodigestor caseiro procuraram priorizar o processo de ensino e aprendizagem por investigação, resignificando conceitos, construindo novos conhecimentos e outros questionamentos, norteados pelo fazer-se no educar pela pesquisa em sala de aula. Nesse sentido, destacam-se as considerações de Demo “somente um ambiente de sujeitos gera sujeitos” como a prática a formação pela pesquisa e autoria dos trabalhos (2011, p. 10). Assim pode-se acreditar na construção de uma ação curricular na qual os professores e estudantes tenham como prática a formação pela pesquisa, gerando aprendizagem com significado.

Nesse sentido, a SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” oportunizou um espaço de ensino diferenciado, voltado aos fundamentos do educar pela pesquisa em sala de aula. Nesse processo, os estudantes tiveram a liberdade de posicionarem-se criticamente frente a suas vivências, hábitos e atitudes, mesmo que as decisões adequadas não acontecessem de imediato, pois a mudança também é uma questão de tempo.

### **3.2 CONTRIBUIÇÕES DOS CONCEITOS DE NUTRIÇÃO E QUALIDADE DE VIDA NA SIGNIFICAÇÃO DE CONCEITOS FÍSICOS**

Proporcionar um ensino que visa à Promoção da Saúde na Escola é um desafio que ainda encontra limitações no currículo escolar. Valorizar a promoção da saúde dos educandos e possibilitar, através do processo de ensino e aprendizagem, o estudo de temas em sala de aula que contribuam com ações que promovam a qualidade de vida foi o propósito para significar os conceitos físicos. Para tanto, foi planejada e desenvolvida a SE “Nutrição e Qualidade de Vida”, focada nas análises das atividades de Física, com o propósito de significar conceitos físicos a partir da interlocução com os conceitos de Nutrição. Valorizar a promoção da saúde dos educandos é possibilitar, através do processo de ensino e de aprendizagem, o estudo de temas que contribuam com ações que promovam a qualidade de vida.

A reorganização curricular dos conceitos disciplinares de Física no desenvolvimento da SE facilitou o trabalho de eixos transversais da parte diversificada da proposta pedagógica da SEDUC/RS:

O trabalho interdisciplinar, como estratégia metodológica, viabiliza o estudo de temáticas transversalizadas, o qual alia a teoria e prática, tendo sua concretude por meio de ações pedagógicas integradoras. Tem como objetivo, numa visão dialética, integrar as áreas de conhecimento e o mundo do trabalho (SEDUC, 2011, p. 19).

O desenvolvimento das atividades que contemplam Prevenção e Promoção da Saúde foi possível com as contribuições no planejamento e as intervenções da acadêmica/bolsista de Nutrição, que oportunizou a reflexão dos estudantes sobre a atividade desenvolvida nas aulas de Física, (atividade 5, quadro 1, p. 35) tabulação do cardápio diário e (atividade 7, quadro 1, p. 35) energia metabolizada em um dia, por cada estudante. Os estudantes analisaram as tabelas fornecidas em referências como (BOFF; HAMES; FRISON, 2006) quanto ao valor calórico dos alimentos e procuraram completar suas tabelas da energia ingerida no cardápio diário. Há alimentos consumidos pelos estudantes que não estão contemplados nas tabelas, requerendo pesquisa e colaboração da acadêmica/bolsista de Nutrição, da professora de Física e dos próprios colegas para fornecerem as informações necessárias.

Após a tabulação dos dados construídos por cada estudante, a acadêmica/bolsista de Nutrição fez a análise, (atividade 11 quadro 1, p. 36) do trabalho de uma das turmas de 2º ano. Em sua intervenção, por meio de exposição em slides da análise feita, a acadêmica de Nutrição constatou a presença reduzida de carboidratos e proteínas no cardápio diário, considerando assim uma deficiência nutricional. A maioria dos estudantes apresentou uma

defasagem das calorias ingeridas. Das tabelas dos estudantes analisadas, “vinte e dois alunos apresentaram déficit no consumo energético (maior gasto e menor consumo), um aluno foi constatado consumo em excesso (maior consumo e menor gasto energético) e nenhum aluno com equilíbrio (consumo igual gasto energético)” ( $B_N$ ). Pode ser que esses dados não permitam conclusões generalizáveis, mas possibilitaram uma reflexão crítica quanto à importância de uma alimentação adequada e equilibrada dos estudantes, principalmente na fase em que eles se encontram, ou seja, de crescimento.

Para socializar os conceitos quanto ao tema Nutrição e Qualidade de Vida, após a intervenção da acadêmica de Nutrição, das análises das tabelas, ela abre para uma conversa de sistematização dos trabalhos realizados nessa parceria Nutrição e Física. As transcrições das falas externam a importância das refeições e da qualidade dos alimentos ingeridos, mas há algo para mudar na prática dos estudantes:

*[...] então assim vocês falaram que acham que é importante tomar café e porque vocês acham que é importante ( $B_N$ ).*

*Para ativar o metabolismo, pra ter energia ( $E_3$ ).*

*O valor energético é muito importante, pois também contribui com o fator nutricional ( $E_4$ ).*

*Não desmaiar na aula ( $E_4$ ).*

*O café da manhã é essencial para nossa alimentação, temos que nos alimentar bem por que estamos “gastando” toda hora energia ( $E_1$ ).*

*E vocês acham importantes toma o café da manhã ou comer alguma coisa de manhã ( $B_N$ )?*

*Sim ( $E_7$ ).*

*Todos acham importantes ( $B_N$ )?*

*Sim ( $E_{\text{todos}}$ ).*

*Só que a gente não toma café porque precisa acordar mais cedo ( $E_{25}$ ).*

*Eu como só na escola ( $E_5$ ).*

*O almoço é a primeira refeição ( $E_{16}$ ).*

*[...] conseguem identificar nos rótulos quais alimentos são piores, por exemplo, gordura trans saturada, sódio? ( $B_N$ ).*

*Não, só olho as calorias ( $E_3$ ).*

*E assim, quais alimentos vocês acham que não são saudáveis ( $B_N$ )?*

*Massa, pastel, Coca-Cola [...] ( $E_4$ ).*

Os estudantes têm consciência do que é ser saudável, mas muitos resistem a mudar hábitos, pois ao saírem para o recreio comem pastel e tomam refrigerantes e não a merenda oferecida pela escola. Pelo fato de a maioria externar que não tomam café da manhã, é possível que na escola seja o primeiro momento em que se alimentam, mas a merenda não apetece quando se trata de comida.

*Quando a acadêmica de nutrição coloca em questão a merenda escolar, a conversa e a agitação aumentam. Reclamam que a escola serve comida como merenda, o que é estranho para eles, no meio da manhã. Para a maioria, a merenda só é uma opção quando há oferta de lanches (cachorro-quente, sanduíche, biscoito...). Quando há comida, muitos compram os lanches vendidos pelos estudantes do 3º ano ( $P_1$ ).*

As reflexões sobre as questões de Nutrição e Qualidade de Vida mostram que não bastam ser trabalhadas apenas no contexto dos estudantes da turma. Percebe-se um limite que precisa ser superado com um trabalho conjunto da escola com as famílias, principalmente na questão da importância de tomar o café da manhã e o incentivo ao lanche oferecido pela merenda escolar, pois este contempla a alimentação saudável, oferecendo um cardápio elaborado por nutricionista da SEDUC/RS.

Os estudantes, apropriando-se das atividades das aulas de Física e das intervenções da acadêmica de Nutrição, analisaram criticamente seus hábitos alimentares, mostrados na tabela do cardápio, na perspectiva de uma vida saudável. Refletiram sobre a proporção de alimentos naturais que consomem e fizeram avaliação de seus hábitos alimentares, se são saudáveis ou não. Os estudantes assim argumentaram:

*Meus hábitos alimentares são saudáveis com pouca gordura, que são prejudiciais. Meu objetivo alimentar e manter um equilíbrio de proteínas, carboidratos, fibras e proteínas que são essenciais para a qualidade de vida. Como exemplo: pão integral, leite desnatado e outras (E<sub>3</sub>).*

*Minha alimentação não é muito saudável, pois eu ingiro muitos alimentos industrializados, poucos são naturais (E<sub>22</sub>).*

*Meus hábitos alimentares não são os melhores, mas eu tento fazer a minha alimentação a mais saudável, diminuindo o uso de sal e açúcar e outros conservantes (E<sub>15</sub>).*

*Meus hábitos alimentares não são muito saudáveis porque eu percebi que ao fazer a tabela eu como muito poucos alimentos saudáveis, no caso, frutas e legumes (E<sub>20</sub>).*

A estudante E<sub>20</sub>, apropriando-se da atividade realizada nas aulas de Física, refletiu criticamente sobre seus hábitos alimentares. O propósito dessa atividade foi reconhecer a importância dos conhecimentos físicos para interpretar situações de sua vida, capacitando-se a posicionar-se e agir positivamente sobre o assunto.

Além do valor calórico dos alimentos, a potência desenvolvida em diferentes atividades físicas fez os estudantes refletirem sobre a importância do equilíbrio entre energia ingerida e energia “queimada”. A defasagem em calorias ingeridas é a defasagem de nutrientes. Quanto ao balanceamento necessário entre macronutrientes (energia) e micronutrientes (vitaminas), a acadêmica de Nutrição destacou os prejuízos na falta ou excesso de carboidratos ingeridos e das proteínas no nosso corpo. Na sistematização da questão – se o valor energético de um alimento é um importante fator nutricional – os estudantes afirmaram:

*A energia deve ser proporcional ao gasto energético para que não aja desnutrição. Mesmo assim o mais importante é a variedade de nutrientes (E<sub>10</sub>).*

*Mas o mais importante é a variedade de alimentos (E<sub>13</sub>).*

Nem todos os alimentos são fontes específicas de energia e se diferem segundo o Guia Alimentar para a População Brasileira:

Caloria (kcal) é a unidade de medida da energia gasta pelo corpo humano em suas atividades metabólicas e físicas e do teor de energia encontrado nos alimentos (proteínas e carboidratos: 4 kcal/g; gorduras: 9kcal/g). Vitaminas e minerais não fornecem energia. Se a alimentação fornece mais energia do que é requerido pelo organismo, a energia excedente é acumulada na forma de gordura corporal. Isso significa que, se a pessoa não ingerir menos alimentos ou aumentar a atividade física, irá ganhar peso, principalmente pelo acúmulo de gordura, o que poderá levar ao sobrepeso ou à obesidade, se esse desequilíbrio for mantido por longo tempo (BRASIL, 2005, p. 209).

O tema Nutrição e Qualidade de Vida apresenta complexidade de conceitos que podem ser trabalhados e aprofundados por diferentes componentes curriculares para melhor significação. Relacionar as questões nutricionais com as conversões de energia do alimento e de transferência de energia calor do corpo, a partir da relação já trabalhada, foi possível para a estudante como registrou na sua produção textual:

*Quando ingerimos mais energia dos alimentos, do que gastamos, acabamos engordando e quando ingerimos menos do que gastamos, emagrecemos. No inverno sentimos frio e por isso necessitamos de mais energia para nos manter aquecidos e por isso sentimos mais fome, para poder repor a energia que transferimos a mais, devido a maior transferência de energia, calor para o ambiente (E<sub>2</sub>).*

Para se buscar um ensino que de fato seja entendido e produza novos conhecimentos, precisamos reconhecer que a temática deve ser instigada como algo complexo, sem limites para os estudantes, conforme expressou E<sub>2</sub> na citação anterior ao fazer as relações conceituais já trabalhadas em outros contextos.

O olhar crítico sobre o trabalho realizado em sala de aula sobre os avanços, dúvidas e limites possibilitou refletir sobre o planejamento e as ações que podem ser melhoradas em um constante movimento de construção e reconstrução das práticas pedagógicas a partir da reorganização curricular da SE.

Analisando a relevância da SE, foi possível trabalhar a temática “Nutrição e Qualidade de Vida” a qual potencializou as vivências dos estudantes, contemplou os conceitos disciplinares ligados às questões sociais e culturais voltados à promoção da saúde dos sujeitos envolvidos. A prática da formação pela pesquisa na construção de conhecimentos relacionados à promoção da saúde, a qual foi ampliada nos projetos de pesquisa desenvolvidos pelos estudantes no componente de Seminário Integrado, será discutida a seguir.

### 3.3 ARTICULAÇÃO SEMINÁRIO INTEGRADO (SI) E A SITUAÇÃO DE ESTUDO

A proposta de reorganização curricular SE contribui com a proposta pedagógica do Ensino Médio Politécnico (EMP) ao buscar significar os conceitos disciplinares a partir do mundo vivencial contextualizado, articulado interdisciplinarmente com a pesquisa como prática educativa. Assim contribui na formação integral dos estudantes. Nesse contexto curricular da politecnia, segundo a SEDUC/ RS, propõem-se:

[...] novas formas de seleção e organização dos conteúdos a partir da prática social, contemplando o diálogo entre as áreas de conhecimento; supõe a primazia da qualidade da relação com o conhecimento pelo protagonismo do aluno sobre a quantidade de conteúdos apropriados de forma mecânica; supõe a primazia do significado social do conhecimento sobre os critérios formais inerentes à lógica disciplinar. A construção desse currículo integrado supõe a quebra de paradigmas e só poderá ocorrer pelo trabalho coletivo que integre os diferentes atores (SEDUC, 2011, p. 14).

O trabalho na área das CNT a partir da SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” possibilitou aos estudantes desenvolverem seus projetos de pesquisa do Seminário Integrado (SI) relacionados a essa temática. O SI é um espaço no currículo escolar do Ensino Médio Politécnico que propõe a integração interdisciplinar e contextualizada das atividades escolares. Para a SEDUC/RS:

SI é um espaço-tempo presente na organização curricular do Ensino Médio Politécnico (EMP) É um espaço destinado à reflexão interdisciplinar sobre temas escolhidos a partir do diálogo docente-discente proposto de acordo com os interesses de pesquisa e estudo a serem desenvolvidos. Nele é privilegiado o diálogo e a investigação de temáticas e conteúdos, proporcionando ao educando a complexificação de seus saberes com vistas à produção de aprendizagens significativas e duradouras no âmbito desse nível de ensino, articulando as categorias: trabalho, ciência, tecnologia e cultura. Isso abre possibilidades para que os discentes elaborem seu projeto de vida em sintonia com os campos de conhecimento pertinentes e os desafios da vida real (2011, p. 36).

A SE “Nutrição e Qualidade de Vida”, é uma temática rica conceitualmente e de fundamental importância nas discussões das questões sociais, culturais relacionadas com a saúde. Ela contempla o tema geral da escola “Viver bem o seu tempo – com qualidade de vida” e oportunizou aos estudantes investigar questões mais amplas relacionadas às suas vivências e do seu contexto. A partir das finalidades do SI de construção das aprendizagens a partir do princípio investigativo, os estudantes apropriaram-se dos conceitos para entender a realidade e poder intervir criticamente a partir dos temas selecionados: alimentação saudável/pirâmide alimentar, influência da TV nos hábitos alimentares, obesidade infantil, coca-cola e o Mcdonalds, obesidades, diabetes, produtos embutidos, suplementos alimentares, energéticos, anabolizantes e isotônicos, bulimia e anorexia. Para a SEDUC/RS, o Seminário



Integrado é um espaço no currículo escolar do EMP que visa à integração interdisciplinar e contextualizada do trabalho escolar. Os trabalhos de SI (atividade 15, quadro 1, p. 35) foram sistematizados a partir da produção de slides e posteriormente a produção de artigo individual sobre o tema do projeto. A seguir, recortes das produções escritas dos estudantes:

*Uma nutrição adequada se preocupa com algumas questões muito importantes: o que, quanto, quando e como consumir os alimentos. Pois tendo uma alimentação saudável é capaz de diminuir o estresse, ansiedade e a irritabilidade, além de facilitar o controle de peso (E<sub>3</sub>).*

*A obesidade tem causado várias consequências, na adolescência, hoje vem sendo mais alto do que na antiguidade, os maus hábitos alimentares e falta de atividade física, são considerados como causa da obesidade na juventude. [...] isto pode causar, asma, diabetes de tipo dois, hipertensão, complicações ortopédicas, efeitos psicossociais e estigma, apnéia do sono, além de criar complicações mais tarde em seu corpo (E<sub>31</sub>).*

*Ministério da Saúde mostrou que cerca de 50 mil pessoas morrem por consequência direta da diabetes. Para que haja um menor avanço dessa doença é preciso que as pessoas conheçam a maneira de se cuidar para levar uma vida mais saudável (E<sub>32</sub>).*

*O diabético deve seguir rigorosamente as orientações médicas. Foi possível perceber que pela gravidade da doença, ela deve ser controlada, o que não é difícil exige apenas conscientização (E<sub>32</sub>).*

*Os riscos da pessoa “contrair” doenças como: obesidade, hereditariedade, falta de atividade física regular, hipertensão, colesterol. Infelizmente a diabetes não tem cura, mas possui tratamento e pode ser controlado, mudar o estilo de vida (E<sub>32</sub>).*

Os estudantes reconhecem a relevância das temáticas em estudo para a sua vida e seu contexto social. Eles conseguem selecionar, buscar o novo de forma mais consciente. Acredita-se assim que o resultado vai ao encontro de uma aprendizagem significativa, que, segundo Rogers (1978), não é somente mais uma soma de conhecimentos, mas que esses possam ter efeitos no comportamento do estudante, em seus hábitos, atitudes e escolhas futuras.

As análises e discussões a seguir referem-se a pesquisas de um dos grupos do SI do projeto de pesquisa “Pirâmide dos Alimentos e a Influência dos Meios de Comunicação”. No seminário de sistematização, os estudantes fizeram slides e comentaram o trabalho, conforme registra parte das transcrições de áudio:

*As pirâmides alimentares são esquemas gráficos que distribuem os vários tipos de alimentos e as proporções que devem ser ingeridas nas refeições de pessoas saudáveis, para ser usado como um roteiro para uma alimentação saudável. Os primeiros guias alimentares surgiram na década de 1970. Desde então, periodicamente surgem novos esquemas, adaptados aos hábitos e às necessidades de cada sociedade e aos avanços das pesquisas científicas (E<sub>5</sub>).*

*A pirâmide alimentar foi criada para ajudar e entender como equilibrar os alimentos diariamente. Os alimentos são agrupados de acordo com suas funções (E<sub>8</sub>).*

Os estudantes fizeram um resgate histórico do guia alimentar de décadas passadas bem como a evolução dos conhecimentos científicos para a elaboração de um guia alimentar conforme hábitos e necessidades humanas. Também compararam a pirâmide alimentar antiga e a atual e destacaram a importância dos exercícios físicos e da água que foi acrescentada, conforme transcrição do áudio:

*Esse grupo alimentar que esta mostrando aqui é da pirâmide antiga, aquela ali que a gente mostrou agora pouco, agora é da nova pirâmide que vamos falar (E<sub>5</sub>). Também conhecida como pirâmide funcional, ela é baseada em alimentos reguladores, ou seja, a dieta dela tem como objetivo a ingestão de vitaminas, sais minerais, fibras, etc. que melhorem o funcionamento de todo o organismo. A base da pirâmide é formada por controle de peso e exercícios físicos. Um andar a cima alimentos integrais que esbanjam de fibras e óleos vegetais que contêm HDL. Subindo mais um andar encontramos vegetais e frutas que também fornecem fibras e vitaminas (E<sub>7</sub>). Na verdade ela não mudou muito, só que foram colocados exercícios físicos que também fazem muito bem para saúde, ajuda nosso metabolismo, e a água. Para queimar calorias essas coisas. [...] a base desta nova pirâmide alimentar não contém alimentos a mais e sim exercícios físicos (E<sub>5</sub>).*

Os estudantes E<sub>5</sub> e E<sub>7</sub> destacam as informações e reflexões dos grupos de alimentos da pirâmide e da importância das atividades físicas para uma vida saudável.

Quanto à influência negativa dos meios de comunicação, os componentes do grupo destacaram, a partir do estudo feito, que grande parte das propagandas se referem a alimentos que pertencem ao grupo das gorduras, óleos, açúcares e doces na pirâmide alimentar. E complementam:

*De um modo geral, crianças e adolescentes não têm maturidade suficiente para controlar suas decisões de compra e acabam dando preferência para a compra e consumir o do grupo 6. A maioria dos comerciais de TV essas coisas mostra tipo, que na verdade quem é culpado mais, quem é atingido são os adolescentes mesmo que tu não tem, tipo um adulto vai ver, tem um sanduiche, um hambúrguer não faz muito bem para a saúde, um adulto vai ter uma ideia, só a criança não, ela vai achar que é bom, vai comer e faz muito mal para a saúde. O aumento da obesidade infantil pode estar relacionado com a influência negativa do marketing. Estima-se que crianças e adolescentes gastem em média 5 a 6 horas por dia assistindo televisão aberta e o número de comerciais que estimulam o consumo de alimentos pobres em nutrientes (E<sub>5</sub>).*

Nesses argumentos, os estudantes apresentam uma crítica sobre a influência dos meios de comunicação para a ingestão de alimentos não saudáveis. Segundo eles, estes interferem nas decisões, principalmente das crianças e dos adolescentes.

Esse grupo também fez entrevistas com integrantes da comunidade escolar, professores e estudantes, comparando as diferentes realidades. Nas sistematizações orais, E<sub>5</sub> destacou as grandes contribuições de um entrevistado que o valorizaram suas falas. A entrevista realizada pelo estudante E<sub>5</sub> é descrita a seguir:

- *Quais alimentos que achava saudável?*
- *Cereais, carnes como peixe, estas coisas, verdura, legumes e frutas.*
- *E quais você não acha saudáveis?*
- *Alimentos industrializados, salgadinhos, batata fritas, refrigerantes, balas e chocolates.*
- *E para as pessoas que pretendem emagrecer o que você aconselha comer?*
- *Em primeiro lugar procurar um nutricionista que é um profissional habilitado para diagnosticar e planejar juntamente com o paciente uma redução de plano alimentar específico para a situação de cada indivíduo.*

Outras questões da entrevista buscaram investigar a realidade dos adolescentes da escola. O grupo fez a sistematização dos dados e apresentou algumas considerações:

*O refrigerante, o que deu pra perceber, que 52% das pessoas tomam todos os dias. E assim oh, a Coca-Cola, em uma porção de 200 ml, ou seja, um copo, ela tem 21g de açúcar, e o recomendado no nosso dia-a-dia é 20g. Então, vamos supor que se a pessoa vai tomar todos os dias um copo só, o recomendado é 600g no mês, 30 dias. Esse vai dar 630g, 30g a mais, ahm, e aí, vamos supor, tu só iria tomar a Coca-Cola e mais nada de doce. Isso daí também faz muito mal pra nossa saúde. Traz sérios problemas, como diabetes, essas coisas, então faz bastante... isso aí. E de sal, também, aqui no começo mostra que de sal é 5g por dia, recomendado por dia, e açúcar 20g. É isso aí (E<sub>5</sub>).*

O grupo parece bastante preocupado com os dados obtidos na entrevista, pois se apropria das considerações da atividade 11 quadro 1 (p. 36), em que a acadêmica/bolsista de Nutrição faz as intervenções. Chamou a atenção para a média da quantidade de sal e açúcar que podem ser consumidos diariamente como ideais. Quanto à ingestão excessiva de sal e de açúcar, os estudantes também consideraram a necessidade de atenção às doenças, como a obesidade e o diabete. Outro grupo considerou relevante para os adolescentes o tema suplementos alimentares, energéticos, anabolizantes e isotônicos, assuntos bastante polêmicos e que dividiram as opiniões nas discussões durante as aulas de Física, evidenciando a necessidade de pesquisa e estudo sobre o assunto. Este posteriormente foi assumido pelo grupo de estudantes E<sub>1</sub>, E<sub>11</sub> e E<sub>21</sub> no projeto de pesquisa do SI. O assunto é complexo, e o estudante E<sub>21</sub> reconhece que “*o que é perigoso é comprar suplemento alimentar por conta própria (o que acontece na maioria das vezes) e sair utilizando sem nenhuma orientação*” e complementa “*se no caso optar pelo suplemento na sua dieta, deverá ter acompanhamento profissional*”. Quanto ao uso de energéticos, o estudante E<sub>11</sub> chama a atenção para o grande número de jovens e de adolescentes que fazem uso desse produto sem conhecer os efeitos.

Destaca que: *“os energéticos são bastante usados pelos jovens para dar energia nas baladas. Não devem ser misturados com bebidas alcoólicas, pois esta mistura pode ocasionar perda da memória, afobação, aumento da pressão arterial, etc.”*. A organização do espaço e do tempo do currículo escolar limita o diálogo dos estudantes com as diferentes áreas do conhecimento e assim dificulta a compreensão e a significação de conceitos específicos de Bioquímica e Biofísica referentes a esse tema.

O planejamento e a operacionalização do SI, mesmo tendo um professor titular organizador junto aos estudantes para a elaboração dos projetos, precisam ser assumidos pelo coletivo dos professores da turma (SEDUC, 2013) ou pelo menos em conjunto com uma área do conhecimento. Se uma área do conhecimento desenvolve uma SE, há possibilidade de se realizar um projeto de SI com a SE da área e até integrar outras áreas do conhecimento.

### **3.4 REFLEXÕES FRENTE ÀS NECESSIDADES DO CURRÍCULO ESCOLAR A PARTIR DA SE**

Atualmente novos sujeitos fazem parte do contexto escolar e, conseqüentemente, novos desafios para a educação e os educadores se apresentam. As novas propostas do EMP pontuam o planejamento e o trabalho coletivo dos docentes, com estratégias e metodologias inovadoras, tendo como base as vivências dos estudantes. Nessa perspectiva, o desenvolvimento da SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” buscou aproximar as novas propostas para oportunizar a formação pela pesquisa aos estudantes.

Essa nova configuração de ensino também provocou uma reflexão sobre o processo avaliativo. As atividades desenvolvidas no decorrer da SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” propuseram novas reflexões sobre as metodologias de avaliação e o desenvolvimento das aprendizagens dos estudantes. A avaliação, tão discutida e problematizada nas reuniões de professores, agora é proposta no Regimento padrão do Ensino Médio Politécnico da SEDUC/RS. Esse regimento vinculado às novas DCNM e à LDB propõe uma avaliação emancipatória e desafia o professor a repensar o processo de avaliação, pois não é só trocar nota por conceito. Atribuir conceitos e pareceres na área exige uma reorganização curricular que proporcione atividades interdisciplinares em que os estudantes possam sistematizar os conhecimentos e estabelecer relações conceituais em diferentes contextos. Para tanto, percebo que os professores precisam oportunizar situações de estudo diversas, em que os estudantes elaborem suas produções buscando os conceitos disciplinares para explicar as situações vivenciais, produzir novos conhecimentos e, assim, agir na sociedade. Nesse processo de

avaliação/diagnóstico das aprendizagens no individual e no coletivo, de modo contínuo e cumulativo, formativo, qualitativo, quantitativo, participativo e democrático, o estudante precisa assumir-se como sujeito do processo. Para tanto, é importante a autoavaliação e as avaliações do professor (SEDUC, 2012).

A avaliação emancipatória valoriza os registros de significados dos estudantes nos quais é possível fazer apontamentos e intervenções visando a novas produções que sinalizem avanços e limites de significados para a continuidade e a formação social.

As atividades desenvolvidas na SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” favoreceram a avaliação contínua. Nela a produção de argumentos individuais e coletivos foi priorizada com o movimento do educar pela pesquisa em sala de aula. Essa forma de avaliar requer um ensino que supere a cópia e a cola, pois, com estas, o estudante acaba seguindo modelos prontos e repetitivos. Uma avaliação seguindo esses critérios pouco oferece para o professor perceber os avanços dos estudantes, apenas indica se ele sabe ou não sabe.

É fundamental, segundo Pacto pelo EM, efetivar a “avaliação que permita ao estudante compreender suas aprendizagens e ao docente identificá-las para novos planejamentos” (BRASIL, 2014, p. 4). É importante que os estudantes e as famílias também entendam esse novo processo de avaliação e reconheçam a importância da escola e do ensino para a formação humana. Para Nevo (1998, p. 96), “a avaliação pode ter um papel importante no aprimoramento da educação, e pode ser realizada dentro do contexto da escola, mas, para torná-la possível, é necessário mudar a sua natureza, e não pura e simplesmente de uma maneira técnica”.

Os estudantes, em uma reflexão crítica do processo de ensino e aprendizagem no decorrer da SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” com o foco nas aulas de Física, sistematizaram as questões abertas sobre as aprendizagens desenvolvidas. A maioria dos estudantes considerou Construção Satisfatória da Aprendizagem (CSA) e afirmam que *tiveram um crescimento bom e bastante envolvimento nas diferentes atividades. A oportunidade de fazer produções próprias em diferentes momentos da SE, na visão dos estudantes, essas atividades contribuíram para a construção dos conhecimentos físicos. A maioria dos estudantes afirma que conseguiram aprender mais com estes métodos, pois auxiliam na aprendizagem. Faz com que os alunos passem a ver a Física mais no cotidiano, não ficando somente na teoria. Fez os alunos se envolverem mais e melhorar os conceitos científicos.*

Quanto às atividades desenvolvidas na SE: “Nutrição e Qualidade de Vida”, foi questionado que tipo de aula e/ou atividade despertou maior interesse para compreender os conceitos de Física. Sem deixar dúvidas, a maioria dos estudantes citou “aulas práticas”. Quanto às atividades de ensino pela pesquisa se elas contribuíram para o entendimento dos conceitos de Física, os estudantes reconheceram a importância dos conceitos da ciência. Afirmam que a maior contribuição ocorreu na “*formação de conceitos e para aprofundar/buscar o conteúdo*”. Nesse sentido, é possível perceber avanços com o trabalho desenvolvido na SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” revelada nas escritas dos estudantes. A escola precisa avançar em propostas pedagógicas inovadoras para produção de conhecimentos, aproximando teoria e prática.

A organização curricular da nossa escola, igual a muitas outras da rede pública estadual, está permeada de angústias e limitações. Trabalhar com propostas de ensino diferenciadas que contemplem as necessidades da contemporaneidade na área das CNT, com princípios investigativos e abordagem pedagógico-curricular Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) não “comporta” nessa restrita carga horária. Muitos conceitos importantes acabam não sendo contemplados no decorrer dos três anos de ensino médio. Esta própria investigação revelou conceitos importantes que não foram retomados para serem aprofundados no decorrer do ano letivo.

A amplitude dos conteúdos e conceitos disciplinares obriga o professor a fazer escolhas, seleção a partir de uma reflexão da importância desses conhecimentos na vida do estudante, na formação de sua cidadania, da sua capacidade de entender e explicar o mundo para poder agir nele criticamente.

Para Freire, “uma das tarefas essenciais da escola, como centro de produção sistemática de conhecimentos, é trabalhar criticamente a inteligibilidade das coisas e dos fatos e a sua comunicabilidade” (2013, p. 121). Com esse propósito, a SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” favoreceu a integração de conhecimentos, das vivências dos estudantes aos conhecimentos científicos, na área das CNT e dos eixos transversais potencializando a formação integral dos estudantes. Segundo as DCN/2013, a formação integral exige do sujeito:

[...] a capacidade para análise, síntese, comprovação, comparação, valoração, explicação, resolução de problemas, formulação de hipóteses, elaboração, execução e avaliação de projetos, entre outras, destinadas à organização e realização das atividades de aprendizagens (BRASIL, 2013, p. 61).

A formação integral, tanto do estudante quanto do professor, acontece na contínua formação pela pesquisa. Ambos aprendem reconstruindo conhecimentos a partir da aproximação entre teoria e prática.

## **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta pesquisa possibilitou uma análise crítica do trabalho escolar realizado no decorrer do desenvolvimento da reorganização curricular, denominada SE: “Nutrição e Qualidade de Vida”, com ênfase no ensino de Física. Buscou-se valorizar a realidade dos estudantes revelando que é possível superar a linearidade e o isolamento dos conceitos físicos. Para tanto, a contextualização, a interdisciplinaridade em algumas das atividades desenvolvidas na área das CNT e a interlocução com conhecimentos da área de Nutrição mostraram-se de significativa importância. No desenvolvimento da referida SE, foi oportunizado a elaboração e a produção de conhecimentos pelos estudantes por meio da pesquisa como princípio pedagógico e educativo. Essa experiência contribuiu para reflexão e ação da prática do professor pesquisador.

A ênfase na formação pela pesquisa em sala de aula possibilitou aos estudantes envolvidos nesta pesquisa, serem autores da produção de conhecimentos e, com isso, agregar valores e significados aos conceitos científicos estudados. Eles foram desafiados a exercitarem autoria e protagonismo a fim de superarem a prática do ensino por repetição.

A abertura para o diálogo vivenciado nas aulas de Física favoreceu a realização de questionamentos, confronto de ideias, argumentação, comunicação oral e escrita das diversas atividades realizadas em sala de aula. Os estudantes apresentaram boa participação oral, mas revelaram limitações na escrita, processo que precisa merecer contínua atenção de todos os professores. Com os desafios nas aulas de Física, buscou-se superar a aula pronta e acabada, a cópia, a cola e a decoreba. Propôs aos estudantes refletir sobre temas significativos para suas aprendizagens. Percebeu-se que, quando o professor busca mudar sua concepção de ensino com novas propostas de trabalho, os estudantes, aos poucos, se engajam. Nesse sentido, a proposta pedagógica de formação pela pesquisa em sala de aula precisa ser assumida por todos os professores, como condição de trabalho no processo de aprendizagem dos estudantes.

Com a análise crítica das produções dos estudantes durante a SE, verificaram-se limitações e avanços nas aprendizagens dos estudantes quanto à aplicação de conhecimentos físicos relacionados aos conceitos de energia e suas transformações em diferentes contextos. Esses limites e avanços no processo da aprendizagem dos estudantes dificilmente são identificados em um ensino tradicional.

A precariedade do material didático disponível na escola, limitado a cópia de xerox fornecidos pelos professores; a não diversificação de livros didáticos para os estudantes e o não acesso ao laboratório de informática são limites observados. No entanto, é imprescindível que os estudantes tenham acesso a diferentes fontes de informações, como diferentes livros didáticos, artigos científicos, internet, revistas e jornais para fundamentarem as suas análises críticas e as discussões em sala de aula, ressignificando conceitos por interlocuções teóricas, no sentido de encontrar elementos que possam ajudar na fundamentação dos argumentos conceituais de Física em construção.

Esta pesquisa constatou a necessidade de um tempo maior para os estudantes aprofundarem os conteúdos e conceitos físicos no decorrer do ano letivo. As aulas desenvolvidas em dois períodos (hora/aula) semanais limitam as interlocuções contextuais em cada situação de estudo para o reconhecimento e o estudo dos conceitos físicos. Propostas inovadoras requerem um tempo pedagógico maior para que o processo de aprendizagem e a avaliação aconteçam.

O amplo rol de conteúdos e conceitos obriga os professores a fazerem escolhas, a selecioná-los a partir de uma reflexão da importância desses conhecimentos na vida do estudante, na formação de sua cidadania, no desenvolvimento da sua capacidade de entender e explicar o mundo e agir criticamente.

Além das questões abordadas, outras poderiam ser contempladas na temática da SE: “Nutrição e Qualidade de Vida”, como desperdício de alimentos, problema da fome, cultura dos alimentos entre os povos, alimentos transgênicos, alimentos orgânicos, a contaminação dos alimentos por agrotóxicos – uma situação bastante acentuada na nossa região – noroeste do RS, agricultura familiar.

As atividades planejadas interdisciplinarmente pelos professores na área das CNT oportunizaram aos estudantes fazerem relações conceituais com maior exigência nas interpretações e conexões necessárias para desenvolvimento cognitivo e a construção de aprendizagens importantes para a vida.



No contexto escolar, novos sujeitos, novas realidades e conseqüentemente novos desafios na educação precisaram ser considerados em razão da nova proposta sobre o EMP. As novas DCNM/2013 priorizam o planejamento e o trabalho coletivo dos docentes, com propostas e metodologias inovadoras, tendo como base as vivências dos estudantes. Nessa perspectiva o desenvolvimento da SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” buscou aproximar essas novas propostas, contribuindo para a formação pela pesquisa dos estudantes em sala de aula e fora dela. Revelou que é possível agregar novos sentidos e significados aos conteúdos escolares e, desse modo, contemplar as políticas educacionais, as quais acenam para avanços que superem o ensino com base na racionalidade técnica.

A SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” potencializou as vivências dos estudantes e desencadeou também a aprendizagem dos conceitos disciplinares atrelados às questões ambientais, sociais, culturais voltados à qualidade de vida. A significação conceitual, a reflexão crítica dos estudantes e as atitudes conscientes frente ao contexto em que vivem também foram um dos resultados importantes observados, confirmando que o conhecimento é significado quando nos apropriamos dele e modificamos nossas ações.

Quando o professor exercita a análise crítica-reflexiva de sua prática, com estudo e discussões individual e coletiva, constitui-se um professor pesquisador, no entanto, nunca pronto. É desse modo que me constituo, dividindo as aulas de Física e a vice-direção da escola, além de participar do grupo de estudos e das aulas do Mestrado. Contribuindo com o grupo de professores da escola incentivando-os a buscarem formação continuada em cursos de pós-graduação. Da mesma forma, compartilho saberes e experiências construídas ao longo desses anos de docência e durante o Mestrando.

O professor constrói-se histórica e socialmente no espaço escolar. Nesse sentido, propostas diferenciadas de trabalho podem conduzir o professor a manter-se pesquisador, a desencadear reflexões entre teoria e prática, e desenvolver uma prática de estudo e planejamento coletivo e individual. Assim, a SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” possibilitou avanços na compreensão de um currículo interdisciplinar. Conseqüentemente, gerou contribuições importantes para o processo de ensino e aprendizagem na escola.

O olhar crítico sobre o trabalho realizado em sala de aula, seus avanços, dúvidas e limites, possibilitou refletir sobre o planejamento e as ações que podem ser melhoradas em um constante movimento de construção e reconstrução das práticas pedagógicas a partir da reorganização curricular da SE. O engajamento do professor no trabalho coletivo da escola representa uma possibilidade de êxito de projetos educacionais voltados à formação pela pesquisa do estudante.

## 5 REFERÊNCIAS

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **O que é história da ciência**. 1. ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1994.

ANGOTTI, J. A. **Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências**. 1991. Tese (Doutorado) – Instituto de Física da Universidade de São Paulo (Ifusp), São Paulo, 1991.

ANTUNES, Irandé. **Lutar com palavras: coesão e coerência**. 5. ed. São Paulo: Parábola Editorial, 2009.

ARAÚJO, M. C. P. et al. Situação de estudo como forma de inovação curricular em ciências naturais. In: GALIAZZI, M. do C. et al. (Org.). **Construção curricular em rede na educação em ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula**. 1. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. p. 161-176.

ARTUSO, Alysson Ramos. **Física**. Curitiba: Positivo, 2013. V. 2: il.

AUTH, M. A. Conceitos unificadores e o ensino de ciências. **Espaços da Escola**, Ijuí: Ed. Unijuí, ano 10, n. 38, p. 63-80, 2000.

BACHELARD, G. **A filosofia do não**. Lisboa: Editorial Presença, 1991. (Tradução do original La Philosophie du Non).

BOFF, E. T. O.; HAMES, C.; FRISON, M. D. (Org.). **Alimentos: produção e consumo**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006. (Coleção situação de estudo. Ciências no ensino fundamental).

BOFF, Eva Teresinha de Oliveira; FRISON, Marli Dallagnol; DEL PINO, José Cláudio. Formação inicial e continuada de professores: o início de um processo de mudança no espaço escolar. In: GALIAZZI, Maria do Carmo et al. **Construção curricular em rede na educação em ciências**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. p. 69-90.

BOFF, E. T. de O. **Processo interativo: uma possibilidade de produção de um currículo integrado e constituição de um docente pesquisador-autor e ator do seu fazer cotidiano escolar**. 2011. Tese (Doutorado) – PPG: Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, UFRGS, Porto Alegre, RS, 2011.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora. 1994.

BONADIMAN, Hélio; NONENMACHER, Sandra E. B. O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 24, n. 2, p. 194-223, ago. 2007.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.

\_\_\_\_\_. PCN +. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, 2002. 144 p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Ministério da Saúde; Secretaria de Atenção à Saúde; Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 236p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

\_\_\_\_\_. MEC. SEF. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p. (Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2).

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Conselho Nacional da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC; SEB; DICEI, 2013. 542p.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Básica. Formação de professores do ensino médio, **Etapa II - Caderno III: Ciências da Natureza**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica; [autores: Daniela Lopes Scarpa... et al.]. – Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2014. 48p.

CARR, W.; KEMMIS, S. **Becoming critical: education, knowledge and action research**. Londres: Falmer Press, 1986.

\_\_\_\_\_. Teoría Crítica de la Enseñanza. La Investigación/Acción en la formación del profesorado. **Ciência & Educação**, Barcelona: Marinez Roca, v. 8, n. 2, p. 237-252, 1988.

DEMO, Pedro. **Pesquisa princípio científico e educativo**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 1999. 120p.

\_\_\_\_\_. **Educar pela pesquisa**. Campinas, SP: Autores Associados, 2011.

FAZENDA, Ivani C. **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação**. 18. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do oprimido**. 29. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2004.

\_\_\_\_\_. **Política e educação**. 8. ed. rev. e aum. Indaiatuba, SP: Villa das Letras, 2007.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 46. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

GALIAZZI, Maria do Carmo. **Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de Ciências**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003. 288 p.

GALIAZZI, Maria do Carmo; MORAES, Roque. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 2, p. 237-252, 2002.

GALIAZZI, Maria do C. et al. **Construção curricular em rede na educação em ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula**. Ijuí, RS: Ed. Unijuí. 2007.

GARCIA, E. G.; MARTINELLI, M. A.; MORAES, N. S. Reflexões acerca dos caminhos de uma secretaria de educação. In: PONTUSCHKA, N. N. (Org.). **Ousadia no diálogo**. Interdisciplinaridade na escola pública. São Paulo: Ed. Loyola, 1993.

GLOBO, 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/platb/mundo-sustentavel/2013/03/01/o-lixo-que-vira-energia/>>.

GREF. Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Coordenação Luiz Carlos Menezes, João Zanetic e Yassuko Hosoume. **Física 2 – Física Térmica e Óptica**. 4. ed. São Paulo, Edusp, 1998.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. Trad. Trieste Freire Ricci e Maria Helena Gravina. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

KAWAMURA, M. R. D.; HOSOUME, Y. A contribuição da Física para um novo Ensino Médio. **Revista Física na Escola**, v. 4, n. 2, 2003. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a09.pdf>>. Acesso em: 3 jul. 2014.

KEMMIS, Stephen; WILKINSON, Mervyn. A pesquisa-ação participativa e o estudo da prática. In: PEREIRA, Júlio Emilio Diniz; ZEICHNER, Kenneth. **A pesquisa na formação e no trabalho docente**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002. p. 43-66.

LUCK, Heloisa. **Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológicos**. Rio de Janeiro: Vozes, 2010.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E. D. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MALDANER, Otavio. A.; ARAÚJO, Maria. C. P. A participação do professor na construção do currículo escolar em ciências. **Espaços da Escola**, Ijuí: Ed. Unijuí, v. 1, n. 3, p. 18-28, jan./mar. 1992.

MALDANER, O.; ZANON, L. B. SE: uma organização curricular que extrapola a formação disciplinar em ciências. **Espaço da escola**, Ijuí: Ed. Unijuí, v. 1, n. 41, p. 45-60, jul./set. 2001.

MELO, W. C.; HOSOUME, Y. O jornal em sala de aula: uma proposta de utilização. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: Cefet-PR, 2003.

MARQUES, Mario Osorio. **Educação/interlocução/aprendizagem/reconstrução de saberes**. Ijuí: Ed. Unijuí, 1996.

\_\_\_\_\_. **Escrever é preciso**: o princípio da pesquisa. Ijuí: Ed. Unijuí, 1997.

\_\_\_\_\_. **O. Aprendizagem na mediação social do aprendido e da docência**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2000.

MENEZES, L. C de. **Quanta física**. 1º ano. 2. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil 2013.

MORAES, R.; RAMOS, M.; GALIAZZI, M. C. (Eds.). **Pesquisa em sala de aula**: fundamentos e pressupostos. Porto Alegre: PUCRS, 2002.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C.; RAMOS, M. G. Pesquisa na sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. R. **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

MORAES, R.; LIMA, V. R. **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012.

MORAES, Roque. Cotidiano no ensino de química: superações necessárias. In: GALIAZZI, M. C. et al. **Aprender em rede na educação em ciências**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.

\_\_\_\_\_. O significado do aprender: linguagem e pesquisa na reconstrução de conhecimentos. **Conjectura**, v. 15, n. 1, jan./abr. 2010. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/conjectura/article/viewFile/188/179>>. Acesso em: 5 maio 2014.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. Ed. Ed. Unijuí, 2007.

MORAES, R. et al. **Construção curricular em rede na educação em ciências**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011.

MORIN, E. **A cabeça bem feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. Tradução Eloá Jacobina. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2000.

NEVO, D. Avaliação por diálogos: uma contribuição possível para o aprimoramento escolar. In: TIANA, A. (Coord.). SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO EDUCACIONAL, 1 a 3 de dezembro de 1997. Tradução John Stephen Morris. 1998, Brasília. **Anais...** Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep), 1998. p. 89-97.

OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. **Física em contexto**: pessoal, social e histórico: energia, calor, imagem e som. 1. ed. São Paulo: TDT, 2010.(Coleção física em contexto: pessoal, social, histórico; v. 2).

PIMENTA, Selma Garrido; GHEDIN, Evandro (Orgs.). **Professor reflexivo no Brasil**: gênese e crítica de um conceito. São Paulo: Cortez, 2002. Parte I (Cap. 1, 2 e 3).

ROGERS, C. R. **Torna-se pessoa**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1978. 360p.

SACRISTÁN, J. Gimeno. Consciência e ação sobre a prática como libertação profissional dos professores. In: NÓVOA, António et al. **Profissão professor**. Porto: Porto Editora, 1995.

SCHULTZ, K.; PARHAM, C. Integración del currículum y formación de los enseñantes. In: COLL, C. (Org.). **Psicología genética y aprendizajes escolares**. 4. ed. Madrid: Siglo XXI de España Editores, 2002. p. 203-216.

SCHNETZLER, R. P. In: MALDANER, Otavio A. **A formação inicial e continuada de professores de química**: professores/pesquisadores. Ijuí: Ed. Unijuí, 2000. (Coleção Educação em Química).

SEDUC/RS. **Reestruturação do ensino médio**: pressupostos teóricos e desafios da prática. Organização Jose Clovis de Azevedo e Jonas Tarcísio Reis. 1. ed. São Paulo: Fundação Santillana, 2013.

\_\_\_\_\_. **Regimento outorgado**, 2012. Disponível em: <[http://www.educacao.rs.gov.br/dados/ens\\_med\\_regim\\_padrao\\_em\\_Politec\\_I.pdf](http://www.educacao.rs.gov.br/dados/ens_med_regim_padrao_em_Politec_I.pdf)>.

\_\_\_\_\_. **Proposta pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e educação profissional integrada ao Ensino Médio** – 2011-2014. Disponível em: <[http://www.educacao.rs.gov.br/pse/html/ens\\_medio.jsp?ACAO=acao1](http://www.educacao.rs.gov.br/pse/html/ens_medio.jsp?ACAO=acao1)>.

SILVA, M. R. et al. **Planejamento e trabalho coletivo**. Coletânea Gestão da Escola Pública. Curitiba: UFPR, 2005.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

TEIXEIRA, V. **Biogás**. Lavras: Universidade Federal de Lavras; Ufla/Faepe, 2001.

VEIGA, Ilma Passos Alencastro. As dimensões do processo didático na ação docente. In: ROMANOWSKI, Joana Paulin; MARTINS, Pura Lúcia Oliver; JUNQUEIRA, Sérgio Rogério Azevedo (Org.). **Conhecimento local e conhecimento universal: pesquisa, didática e ação docente**. Curitiba: Champagnat, 2004. p. 13-29.

YGOTSKY, Lev Semenovich. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

\_\_\_\_\_. **Psicologia pedagógica**. Tradução Paulo Bezerra. São Paulo: Ed. Martins. Fonte, 2001.

\_\_\_\_\_. Aprendizagem e desenvolvimento na Idade Escolar. In: VIGOSTKY, L.; LURIA, A.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 11. ed. São Paulo: Ícone, 2010. p. 103-116.

ZANON, Lenir B.; SILVA, Lenice H. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, Roseli P.; ARAGÃO, Rosália M. R. **Ensino de ciências: fundamentos e abordagens**. Campinas: Vieira Gráfica e Editora, 2000. 182 p.

<b>6 ANEXOS</b> .....	104
-----------------------	-----

## **PRODUÇÕES DECORRENTES DO PROCESSO DE PESQUISA**

6.1 CONTRIBUIÇÕES DE UMA SITUAÇÃO DE ESTUDO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE FÍSICA <b>ENACED - Santa Rosa, 2013</b> .....	105
--	-----

6.2 CONCEITOS FÍSICOS SIGNIFICADOS NA SITUAÇÃO DE ESTUDO ALIMENTOS <b>XII Encontro de Investigação na Escola - Santa Maria, 2013</b> .....	114
---	-----

6.3 A PESQUISA COMO PROCESSO ARGUMENTATIVO PARA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE FÍSICA <b>33º EDEQ - Ijuí 2013</b> .....	119
--	-----

6.4 ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DA SITUAÇÃO DE ESTUDO “NUTRIÇÃO E QUALIDADE DE VIDA” <b>3º SINTEC - Rio Grande 2014</b> .....	127
---	-----

6.5 PARTICIPAÇÃO EM PRODUÇÕES DECORRENTES DO PROCESSO DE PESQUISA <b>VI ERIBIO-SUL - Santo Ângelo, 2013</b> .....	139
--	-----

6.6 SITUAÇÃO DE ESTUDO: UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO QUE CONTRIBUI PARA A SIGNIFICAÇÃO DOS CONCEITOS DE CIÊNCIAS <b>SALÃO DO CONHECIMENTO - Ijuí, 2014</b> .....	150
---	-----



## 6. ANEXOS



Santa Rosa de 06 a 10 de maio de 2013.

### 6.1 CONTRIBUIÇÕES DE UMA SITUAÇÃO DE ESTUDO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE FÍSICA

Rita Acacia Dalberto da Silva<sup>1</sup>

Franciele Kollas<sup>2</sup>

Eva Teresinha de Oliveira Boff<sup>3</sup>

**RESUMO:** Neste artigo analisamos os diálogos ocorridos em algumas aulas de Física durante o desenvolvimento de uma proposta de reorganização curricular, denominada Situação de Estudo (SE). Envolveu 30 alunos do segundo ano do Ensino Médio (EM) de uma escola de Educação Básica da rede Estadual do Rio Grande do Sul. O objetivo do estudo foi investigar as contribuições do desenvolvimento da SE “Alimentos” para aprendizagem dos conceitos de Física. Trata-se de uma investigação ação com base nos pressupostos metodológicos de Carr e Kemmis (1988) visto que a intenção é propor melhoria na formação dos estudantes de EM. O material empírico é resultante de relatos de sala de aula, textos dos alunos, questionamentos, atividade experimental. As aulas foram acompanhadas e áudio-gravadas. Enfatizamos o desenvolvimento de uma das atividades práticas – a combustão do amendoim e do pão realizada durante a aula de Física. Refletindo a cerca dos questionamentos realizados no coletivo, articulados com as situações reais, nos propomos a compreender de que forma a atividade prática, pode contribuir na construção de novos significados. Os fragmentos de diálogos e/ou textos expressos pelos alunos foram analisados com base na análise textual discursiva conforme proposto por Moraes e Galiazzi (2007) e evidenciam aprendizagens com estabelecimento de relações entre os conteúdos de Biologia e Física no contexto na SE “Alimentos”. A aula envolvendo a combustão de alimentos (amendoim e pão) contribuiu para significação do conceito energia e suas transformações e a articulação destes com conceitos estudados em outros momentos. Desenvolver o trabalho coletivamente propicia a cada integrante do processo, estudantes e professores, sentirem-se sujeitos transformadores, capazes de agir e pensar criticamente.

**Palavras-chave:** Experimentação, Energia, Formação pela pesquisa.

## Introdução

O processo de ensino e aprendizagem vem passando por várias modificações com intuito de aprimorar metodologias de ensino e permitir uma formação mais crítica. Desta forma, o professor precisa estar em constante busca de conhecimento, em parcerias colaborativas, visto que ele sozinho não consegue compreender situações reais, complexas que articulem os conhecimentos do cotidiano dos estudantes com os conteúdos disciplinares. Para tanto realizar um trabalho que busque o referencial teórico com base na formação pela pesquisa para superar a estagnação que muitas vezes acaba afetando o profissional docente, torna-se uma alternativa fundamental.

Nesse sentido vem acontecendo mudanças curriculares como propostas para romper a linearidade de metodologias ultrapassadas que tem como base a racionalidade técnica.

Esta concepção de ensino contribui para que o professor seja visto como alguém que aplica o conhecimento produzido por outros, sem ter autonomia para construção dos saberes inerentes à sua profissão, visto que: pressupõe a superioridade do conhecimento teórico sobre o saber prático; valoriza o trabalho individual, no isolamento de cada disciplina em detrimento ao coletivo; privilegia os programas externos ao meio escolar, sem a reflexão sobre o fazer cotidiano em detrimento ao questionamento, a pesquisa, a produção de conhecimento escolar. (BOFF, 2011, p.24).

Nesse sentido, o trabalho na modalidade Situação de Estudo (SE), é uma estratégia que articula o conhecimento ao cotidiano do aluno. Visando então contribuir para a evolução no processo de aprendizagem desenvolvemos a SE “Alimentos” em uma escola de Educação Básica da rede Estadual. Sobre a SE, Maldaner e Zanon, consideram uma estratégia de ensino “conceitualmente rica, identificada nos contextos de vivência cotidiana dos estudantes fora e dentro da escola, sobre a qual eles têm o que dizer e, no contexto da qual, sejam capazes de produzir novos saberes expressando significados” (2001, p.53).

Esta proposta favorece o trabalho interdisciplinar e motiva à pesquisa, uma vez que sua abordagem é sobre a ótica de vários profissionais docentes que são convidados a refletir e estabelecer uma relação dialógica desde o planejamento das aulas, seu desenvolvimento e replanejamento para aula posterior. O trabalho interdisciplinar, que é uma das características da SE, contribui para pensar coletivamente e articular os conteúdos entre as diferentes disciplinas com base na mesma temática, no caso Alimentos.

O trabalho interdisciplinar não significa somente reunir diferentes disciplinas e propor que os alunos façam suas pesquisas contemplando as temáticas escolhidas. Faz-se necessário buscar a compreensão dos conceitos na visão das diferentes disciplinas, assegurando a importância do ensino de forma interdisciplinar de modo que os alunos deem mais significado aos conceitos científicos com o desencadeamento das reflexões das realidades antes produzidas e reconstruídas com as dinâmicas de sala de aula e o ato de pesquisar que permite interagir com os novos conhecimentos (BOFF, 2011).

Acreditar que a SE possibilita ao professor a autonomia de construir sua aula, sua proposta de trabalho, rompendo com o formalismo lógico da teoria para uma nova proposta de ensino-aprendizagem, é uma das motivações para desenvolver a mesma. Outro aspecto que pode ser explorado é envolver os alunos em atividades, tanto de pesquisa, quanto em

questionamentos que os faça refletir e pensar antes de responder para que ele seja ator na construção de seu conhecimento. Pois, a problematização os capacita para uma formação mais crítica, desde que o professor assuma seu papel de mediador no processo de ensino e aprendizagem. Quando o aluno tem vez e voz, a aula se torna mais interessante para todos que estão envolvidos no contexto e com isso a possibilidade de aprendizagem efetiva se amplia.

A relação dialógica entre os profissionais docentes torna o planejamento uma etapa de aprendizado multidirecional, pois o trabalho interdisciplinar possibilita compreender temática complexas do mundo real, em que um profissional sozinho não daria conta. Concordando com Morin (2000) não podemos continuar trabalhando com saberes separados, fragmentados não compartilhados. Não podemos separar o que está ligado, pois isso impede que os alunos estabeleçam relações dos conteúdos escolares com as situações reais e do contexto de seu cotidiano. As realidades, os problemas estão cada vez mais interdisciplinares e transversais exigindo que o professor relacione saberes integrados ao mundo vivido pelos estudantes.

No entanto, para enfrentar essa forma diferente de ensino, o professor precisa desacomodar-se e buscar constante atualização, para isso é preciso que reflita sobre o seu fazer cotidiano e a sua inquietação e sua análise crítica é que irão motivar a busca de novos saberes. Do mesmo modo que para romper com a tradicional forma de ensino, é necessária a conquista de espaços para planejamentos e reflexões coletivas, sobre a prática docente.

Nesta perspectiva, um grupo de professores de educação básica, estuda, planeja e desenvolve a SE Alimentos, considerando que, ao abordar os conteúdos associados ao cotidiano, viabiliza metodologias que se tornem interessantes e que o aprender faça sentido ao aluno e principalmente desperte neste o gosto pelo conhecimento. Assim, as atividades práticas como parte do processo ensino e aprendizagem possibilitam indagações e investigações favorecendo as produções com argumentos fundamentados de forma oral e textual. Nesta perspectiva o objetivo deste estudo é analisar criticamente as contribuições e os limites do desenvolvimento da SE “Alimentos” para aprendizagem dos conceitos de Física, em uma turma do 2º ano do EM. Como forma de viabilizar um ensino que considere questões reais de vivência dos estudantes e de modo a propiciar aprendizagens dos conceitos de física em interação com outras disciplinas de forma contextualizada, focaliza-se uma das atividades experimentais realizadas no decorrer do desenvolvimento da SE.

### **Metodologia**

O estudo se insere em uma abordagem qualitativa, basicamente pela perspectiva da prática educativa como investigativa. Nesse sentido, buscamos os fundamentos na investigação-ação educacional (CARR E KEMMIS, 1988), propondo uma educação crítica com base no diálogo, da colaboração e a auto-reflexão com finalidades de melhorar as práticas de sala de aula, investigando, buscando aportes teóricos, possibilitando melhores avanços no trabalho do dia a dia dos profissionais docentes.

Para isso desenvolvemos a SE “Alimentos”, durante um trimestre letivo, em que as aulas foram gravadas, transcritas e analisadas. O material empírico deste artigo resulta de observações, vivências, transcrições e textos produzidos pelos alunos do ensino médio, sobre a temática em estudo. Focamos neste artigo as aulas de Física e suas conexões com aulas de

Biologia. Enfatizamos o desenvolvimento de uma das atividades práticas – a combustão do amendoim e do pão realizada durante a aula de Física.

Inicialmente procuramos investigar as concepções dos alunos frente a questão: Por que nos alimentamos? Posteriormente desenvolvemos a atividade prática, em sala de aula, sobre a combustão do amendoim e do pão. O experimento constou dos seguintes itens: objetivo-avaliar o conteúdo energético de um grão de amendoim; foram necessários 50 ml de água, cuja temperatura inicial foi verificada, também foi pesado o grão de amendoim torrado e sem casca, os valores de massa e temperatura inicial foram anotados. Após foi efetuada a combustão do amendoim, que estava em um suporte feito com um clipe metálico colocado abaixo do recipiente com a água. Com um fósforo foi ativada a combustão do amendoim e após essa, foi verificada a temperatura novamente com intuito de medir o aumento da temperatura, assim os alunos puderam calcular a quantidade de energia transferida. Da mesma forma, o pão foi torrado, os valores da massa e temperatura inicial da água foram anotados. Em seguida, foi realizada a combustão do pão, assim como foi feito com o amendoim.

Os alunos descreveram a atividade em forma de relatório pelas observações e questionamentos feitos no decorrer da atividade. E as respostas dos alunos são trazidas para o texto e como forma de preservar suas identidades eles foram identificados por códigos, “AL” seguido de um número, correspondente ao sujeito, por exemplo, “AL ...AL5”. Analisamos os textos dos alunos os quais mostram avanços em suas concepções.

### **Resultados e Discussão**

Refletindo a cerca dos questionamentos realizados no coletivo, articulados com as situações reais, nos propomos a compreender de que forma a atividade prática, pode contribuir na construção de novos significados para os estudantes de EM. Quanto à questão por que nos alimentamos? A maioria das respostas se refere à necessidade de obter energia para sobrevivência. A partir de reflexões sobre o conceito energia foi realizada a atividade prática, em sala de aula, sobre a combustão do amendoim e do pão.

De acordo com o proposto nas Orientações Curriculares Nacionais do Ensino Médio (OCNEM) é fundamental que as escolas pensem em organizações curriculares que possibilitem o diálogo e interações em propostas interdisciplinares. Nesta perspectiva, ocorreu a contextualização da atividade prática para que os alunos conseguissem produzir seus relatos com a mediação da professora, a qual foi essencial. Na atividade prática sobre a combustão do amendoim e do pão foi possível verificar a quantidade de energia transferida para a água, durante a combustão de cada um dos alimentos.

Os alunos realizaram cálculos considerando a massa dos alimentos e a variação da temperatura da água chegando à conclusão que o amendoim é mais energético que o pão, pois variou mais a temperatura da água durante a queima do amendoim do que durante a queima do pão. Para calcular o valor calórico desses alimentos, com os dados obtidos no experimento, agregamos os conceitos sobre calor específico da água.

Os conceitos priorizados foram os relacionados ao alimento como “fonte de matéria e energia, bem como as transformações necessárias para uma boa nutrição e saúde” (BOFF;

FRISON; KINALSKI, 2004, p. 288), também se buscou contemplar aspectos socioculturais relativos à alimentação humana e a energia liberada na combustão de alguns combustíveis fazendo comparações entre si e com alimentos. Para ampliar os significados das observações e resultados obtidos na prática foi solicitado que cada aluno pesquisasse sobre a temática para posterior discussão em sala de aula. Na aula posterior iniciamos a discussão sobre as conclusões apresentadas pelos alunos, valorizando seus entendimentos de vivência e também ampliando seus significados sobre a composição nutricional dos alimentos e comparando com os resultados obtidos na aula prática.

Os alunos vivenciam situações em que o conceito energia é central e unificador (ANGOTTI, 1991; AUTH, 2000) nessa SE, visto que pode ser discutido sob a ótica da física, da biologia e de outras disciplinas que constituem o currículo escolar. A atividade prática possibilitou diversos questionamentos, tais como: Por que a água aqueceu? Toda a energia da combustão foi para aquecer a água? Por que a variação da temperatura da água foi maior na queima do amendoim do que do pão? Os questionamentos permitem que os alunos dêem suas opiniões ainda do senso comum, mas na medida em que vão sendo problematizados possibilite a construção de outros significados tais como: o valor calórico dos alimentos, conceitos referente à energia térmica, calor e temperatura. Os alunos também são instigados sobre a procedência da energia contida nos alimentos, no compromisso de fazer leituras dos textos encaminhados sobre fotossíntese e energia dos alimentos (na disciplina de Biologia).

A continuidade da aula de física se dá pelas discussões sobre a radiação solar, sinalizando a luz visível, com seus diferentes comprimentos de onda, absorção e reflexão pelas plantas com pigmento verde, capaz de desencadear a fotossíntese convertendo energia. É importante retomar aqui alguns conceitos de Biologia e Química entendendo o processo de geração do alimento nas plantas, metabolismo no corpo humano durante a digestão, convertendo em energia térmica, energia cinética dos músculos e elétrica para os impulsos nervosos. AL4 expressa suas compreensões sobre a temática em estudo: *Quando ingerimos o alimento proveniente das plantas, partes das substâncias entram na constituição celular e outra parte fornece a energia necessária para nossas atividades como o crescimento, a reprodução, etc.*

Os alunos se posicionam sobre os assuntos abordados em sala de aula, por tratar de temáticas que se relacionam com o seu cotidiano. Eles têm o que falar sobre suas concepções, por exemplo, porque no inverno sentimos mais fome, ao realizar atividades físicas, estudar e outras situações.

Após uma sistematização com a utilização de esquemas e tópicos conceituais, leituras e conhecimentos científicos, os alunos desenvolvem suas produções textuais contemplando o processo da relação entre o Sol e o alimento, com discussão da Lei da Conservação de energia. A energia sendo um conceito fundamental da Física, em que a conservação e a transformação são princípios inerentes, ele perpassa todos os componentes curriculares em qualquer nível de ensino. Além disso, a vida em nosso planeta só é possível por meio de processos de transformações e/ou conversões de energia, já que os seres vivos têm como atributos básicos: crescimento, metabolismo, movimento, reprodução que dependem de alguma forma de energia.

A sistematização, na interação entre os sujeitos envolvidos, criando condições para compreender a situação proposta a partir de diferentes visões ocorre, em sala de aula, por meio de diálogos e reflexões dos textos produzidos pelos alunos. Acredita-se que ao desenvolver sucessivas situações de estudo é possível “substituir um pensamento que isola e separa por um pensamento que distingue e une” (MORIN, 2001, p.89), visto que os estudantes são estimulados a produzir textos mais complexos, com novos entendimentos e considerando outros contextos.

A temática também possibilita sempre outros questionamentos, frente ao sedentarismo, à obesidade e a importância de uma alimentação saudável. Os argumentos do senso comum, após pesquisa e confronto de ideias, debatem com nutricionistas, professores de física, biologia e química, vão evoluindo e se constituindo novos significados.

Pensando na importância de uma alimentação saudável, os alunos fizeram sugestão de um cardápio saudável, nas aulas de Biologia, a partir de uma releitura das necessidades diárias que haviam sido feitas referente à quantidade de calorias necessárias para o desenvolvimento de diferentes atividades físicas, as quais foram tabeladas e calculadas na disciplina de Física.

Os alunos foram orientados a buscar informações sobre as diferentes formas de energia, as fontes e suas relações com a sobrevivência dos seres vivos. Parte de textos apresentados e discutidos, em sala de aula, pelos estudantes está expresso a seguir:

*A luz que banha a Terra é a luz visível que é componente do amplo espectro de radiações eletromagnéticas provenientes do Sol, e que se propagam como ondas. O modo como essas ondas se propagam depende da energia: quanto mais energia uma onda tiver, menor será seu comprimento. A luz visível chega às plantas pela radiação solar através das ondas eletromagnéticas de luz visível [...]. Assim, chegando à luz visível na planta ocorrerá a fotossíntese que é um processo físico-químico realizado pelos seres vivos clorofilados, em que eles utilizam dióxido de carbono e água, para obter glicose através da luz. Este é um processo do anabolismo, em que a planta acumula energia a partir da luz para uso no seu metabolismo, formando, adenosina trifosfato, o ATP, a moeda energética dos organismos vivos (AL2).*

*[...] que emite uma radiação que proporciona a fotossíntese que é fundamental para a vida das plantas e para a nossa também. Assim, podemos perceber que sem o Sol não vivemos, além de ele nos aquecer, ainda nos dá o alimento que alimenta o nosso alimento: os animais. As plantas sintetizam seu próprio alimento o resultado do seu metabólito é liberação de O<sub>2</sub> [...]. A energia que esses nutrientes nos dão resultam em energia térmica para manter a temperatura normal do nosso corpo que é 36°C. Resulta também em energia cinética para o movimento dos músculos e energia elétrica para o funcionamento do cérebro (AL5).*

Observa-se que AL2 e AL5 já expressa um entendimento sobre a fotossíntese na medida em que falam da produção de alimento (constituído de substâncias e energia, que permitem novas conversões de energia para garantir a vida), usado para a sobrevivência dos outros seres humanos. Pelos recortes apresentados verificamos uma boa inter-relação entre o que foi discutido na aula prática (combustão do amendoim e do pão), nas aulas de Biologia (metabolismo, ATP) e em outras aulas de Física quando foi abordado o assunto sobre ondas e energia. Essa capacidade de síntese, dos diversos conteúdos abordados em sala de aula, mostra contribuições importantes do trabalho na forma de SE.

Ao discutir a variação da temperatura da água um dos conceitos trabalhados foram sobre energia térmica e energia cinética, conceitos expressos nas manifestações dos alunos.

*A energia térmica é uma forma de energia que está diretamente associada à temperatura absoluta de um sistema e corresponde à soma das energias cinéticas de suas partículas (AL3).*

Os episódios evidenciam as relações e interações estabelecidas pelos alunos nas suas produções com significados frente ao tema energia e suas transformações. O conceito de transformação apontado relaciona a energia luminosa, quando se transforma em energia química. A partir de questionamentos no decorrer a SE foram trabalhados outros conceitos relacionados com a atividade de combustão dos alimentos o que possibilitou trabalhar as formas de propagação do calor, escalas termométricas e dilatação térmica. Desta forma, gradativamente professores e alunos podem contribuir pela sua inserção na sociedade, na transformação da realidade, pelo permanente questionamento reconstrutivo (DEMO, 1998).

### **Considerações Finais**

Os conceitos desenvolvidos e analisados, com foco na “SE – Alimento” permite integrar diferentes disciplinas tendo a energia como conceito unificador. Essa reorganização curricular oferece ferramentas que auxiliam na compreensão dos componentes como área de conhecimento e na articulação da pesquisa escolar, como constitutivo da formação básica e da formação docente contínua, conforme concepção de SE. Desta forma, a pesquisa apontada pelos próprios estudantes com significados produzidos no sentido de mostrar que se trata de um tema que se relaciona as suas vivências se constitui em estratégia importante de ensino. Os próprios estudantes revelaram que, quando se trabalha de forma contextualizada, seus entendimentos se ampliam e a interação entre colegas, professores e alunos, possibilita a construção de novos conhecimentos relacionados aos conteúdos abordados, em sala de aula. Os vários momentos de discussão permitiram que os conceitos fossem ressignificados e que os estudantes passassem, aos poucos, a se apropriar deles.

A discussão e a elaboração de um trabalho interdisciplinar exigem rompimento com estruturas pré-estabelecidas, o que nem sempre é possível e aceita pelo grupo de professores. Além dos conceitos trabalhados, esta SE permite o aprofundamento de outros conceitos importantes que poderiam ser explorados, porém foi pouco o tempo disponível, uma vez que a SE em foco foi desenvolvida no último trimestre do ano de 2012, também a dificuldade da área do conhecimento produzir o trabalho coletivo. Mesmo assim possibilitou a reconstrução do conhecimento, resultado das interações interpessoais marcadas pela história pessoal e social que cada um é autor (VIGOTSKI, 2001). Cada ser integrante desse processo, estudante e professor, se constitui em sujeito transformador, na medida em que problematiza e dialoga entre diferentes áreas do conhecimento. O trabalho indica que podemos avançar com propostas de ensino que contemplem as necessidades e realidades dos alunos, como atividades práticas, o trabalho interdisciplinar e a formação do aluno pela pesquisa.

A pesquisa aponta a necessidade do compartilhamento de saberes no grupo de professores e com os alunos, de modo a atender a complexidade dos conceitos a serem desenvolvidos na educação básica. A partir das atividades vivenciadas, em sala de aula,

verificamos que a SE é uma concepção de ensino que contribui na formação do professor e do aluno reflexivo. Qualifica o professor por estar em constante busca de conhecimentos, pela abertura ao diálogo e construção de diferentes formas de ensino e ao aluno por propiciar sua participação efetiva no processo de ensino e aprendizagem pela formação pela pesquisa. Sendo a SE uma temática da vivência dos alunos, favorece a ampliação e complexidade dos conteúdos escolares, por meio de projetos de pesquisas possibilitando a construção de novos conhecimentos.

### **Referências**

ANGOTTI, J.A. *Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências*. 1991. Tese (Doutorado). Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP), Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP), São Paulo, 1991.

BOFF, Eva Teresinha de Oliveira; HAMES, Clarines; FRISON, Marli Dallagnol (Org). *Situação de Estudo: Alimentos Produção e Consumo. Alimentação Humana*. Ijuí: UNIJUI, 2006.

ARAÚJO; AUTH; MALDANER. *Situações de Estudo como forma de inovação curricular em Ciências Naturais, I SIFOD, 2005*.

AUTH, et al *Compreensão das ciências naturais como área de conhecimento no ensino médio- conceitos unificadores. 2005 ENPEC*.

BOFF, Eva Teresinha de Oliveira. *Processo Interativo: Uma possibilidade de produção de um currículo integrado e constituição de um docente pesquisador-autor e ator do seu fazer cotidiano escolar*. Tese de doutorado, Porto Alegre-RS: PPG: Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, UFRGS, 2011.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, SECRETARIA DA EDUCAÇÃO BÁSICA (2006): *Orientações Curriculares Nacionais Brasília*, vol. 2.

CARR, Wilfred e KEMMIS, Stephen. *Teoría Crítica de la Enseñanza — La Investigación/Acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Marinez Roca S. A., 1988.

DEMO, Pedro. *Educar pela pesquisa*. Campinas: Autores Associados, 1998.

GALIAZZI, M. *Educar pela pesquisa. Ambiente de formação de professores de ciências*. Editora UNIJUI,RS,2003.

GALIAZZI, Maria do Carmo et al. *Educação Pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de Ciência*. Ciência& Educação, v. 8, n. 2, p. 237-252, 2002

HERNANDEZ, C. L. & TERRAZZAN, E. A. *Uma atividade Experimental Investigativa de Roteiro Aberto Partindo de Situações do Cotidiano*. Atas VIII EPEF, Águas de Lindóia, 2002.

MALDANER, O. *A formação inicial e continuada de professores de Química: Professores/Pesquisadores*. Ijuí RS. Ed: UNIJUI. Coleção Educação em Química. 2000.



MALDANER, O. ZANON, L. B. *SE: uma organização curricular que extrapola a formação disciplinar em ciências*. Espaço da escola, v.1., n. 41, p.45-60, Ed: UNIJUI, Ijuí, RS. jul/set.2001.

MORIN, E. *A cabeça bem feita: Repensar a reforma, reformar o pensamento*. Tradução Eloá Jacobina. Ed: Bertrand Brasil, R.J, 2000.

MORIN, Edgar. *A Religação dos Saberes: O desafio do século XXI*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2001.

ARAÚJO, Maria Cristina Pansera; BOFF, Eva Teresinha Oliveira. *Energia: um conceito unificador em sucessivas situações de estudo*. Porto Alegre: UFRGS, 2011. [seer.ufrgs.br/CadernosdoAplicacao/article/download/17339/23016002](http://seer.ufrgs.br/CadernosdoAplicacao/article/download/17339/23016002).

VIGOTSKI, L. S. *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.



## 6.2 CONCEITOS FÍSICOS SIGNIFICADOS NA SITUAÇÃO DE ESTUDO ALIMENTOS

Rita Acacia Dalberto da Silva (ritadalberto@hotmail.com)

Franciele Kollas (francielelaborh@gmail.com)

Sandra Elisabet Bazana Nonenmacher (sandraebn@pb.iffarroupilha.edu.br)

Eva Teresinha de Oliveira Boff (evaboff@unijui.edu.br)

### Resumo

Neste trabalho apresentamos e analisamos algumas das aulas de Física durante o desenvolvimento de uma Situação de Estudo (SE). Esta proposta de inovação curricular envolveu 30 alunos do segundo ano do Ensino Médio (EM) de uma escola estadual do interior do Rio Grande do Sul. O objetivo do estudo foi investigar as contribuições do desenvolvimento da SE “Alimentos” para aprendizagem de conceitos de Física, entre eles, energia. O material empírico resultou de relatos de sala de aula, textos dos alunos, e questionamentos durante uma atividade experimental. As aulas foram acompanhadas e áudio-gravadas. Enfatizamos o desenvolvimento de uma das atividades práticas – a combustão do amendoim e do pão realizada durante a aula de Física. A atividade analisada contribuiu para significação do conceito energia e suas transformações, sua articulação com conceitos estudados em outros momentos, além de apontar a atividade prática como contribuição na construção de novos significados. Desenvolver SE coletivamente propiciou a cada integrante do processo, estudantes e professores, sentirem-se sujeitos transformadores, capazes de agir e pensar criticamente.

**Palavras chave:** energia, ensino de física, experimentação.

### 1. CONTEXTO DO RELATO

A Situação de Estudo (SE), é uma estratégia que articula o conhecimento ao cotidiano do aluno. Visando então contribuir para a evolução no processo de aprendizagem de conceitos da área de Ciências da Natureza desenvolvemos a SE “Alimentos” em uma escola de Educação Básica da rede Estadual. Sobre a SE, Maldaner e Zanon, consideram uma estratégia de ensino “conceitualmente rica, identificada nos contextos de vivência cotidiana dos estudantes fora e dentro da escola, sobre a qual eles têm o que dizer e, no contexto da qual, sejam capazes de produzir novos saberes expressando significados” (2001, p.53).

Nesta perspectiva, um grupo de professores de Biologia, Física e Química, estudou, planejaram e desenvolveram a SE Alimentos, durante o último trimestre letivo de 2012 com uma turma de 30 alunos do segundo ano do Ensino Médio (EM) numa escola estadual do interior do RS. Os alunos estudam durante o turno da manhã e são na faixa etária de 16 anos. Este grupo de professores já vem desenvolvendo SE com acompanhamento, pela pesquisa, de

docentes formadores e licenciando da UNIJUÍ a vários anos. A prática de planejamento coletivo, do estudo conjunto e da pesquisa enquanto princípio formativo vem sendo incorporado, aos poucos, ao cotidiano da escola, dos professores envolvidos na proposta e dos estudantes. O foco neste trabalho é analisar como uma das atividades desenvolvidas na SE Alimentos podem propiciar aprendizagens dos conceitos de física em interação com outras disciplinas de forma contextualizada e significativa.

## **2. DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES**

O material empírico deste artigo resulta de observações, vivências, transcrições e textos produzidos pelos alunos do ensino médio, sobre a temática “Alimentos” em estudo. Focamos aqui as aulas de Física e suas conexões com aulas de Biologia. Enfatizamos o desenvolvimento de uma das atividades práticas – a combustão do amendoim e do pão realizada durante a aula de Física.

O desenvolvimento da SE Alimentos iniciou quando procuramos investigar as concepções dos alunos frente a questão: Por que nos alimentamos? Refletindo a cerca dos questionamentos realizados no coletivo a maioria das respostas se refere à necessidade de obter energia para sobrevivência. De onde vem a energia dos alimentos? Como ela “está” no alimento e como ela consegue se transformar? Com os questionamentos e de reflexões sobre o conceito energia, foi proposto a realização de uma atividade prática, em sala de aula, sobre a combustão do amendoim e do pão.

O experimento constou dos seguintes itens: objetivo- avaliar o conteúdo energético de um grão de amendoim; foram necessários 50 ml de água, cuja temperatura inicial foi verificada, também foi pesado o grão de amendoim torrado e sem casca, os valores de massa e temperatura inicial foram anotados. Após foi efetuada a combustão do amendoim, que estava em um suporte feito com um clipe metálico colocado abaixo do recipiente com a água. Com um fósforo foi ativada a combustão do amendoim e após essa, foi verificada a temperatura novamente com intuito de medir o aumento da temperatura, assim os alunos puderam calcular a quantidade de energia transferida. Da mesma forma, com o pão torrado, os valores da massa e temperatura inicial da água foram anotados. Em seguida, foi realizada a combustão do pão, assim como foi feito com o amendoim.

Na atividade prática sobre a combustão do amendoim e do pão foi possível verificar a quantidade de energia transferida para a água, durante a combustão de cada um dos alimentos.

Os alunos realizaram cálculos considerando a massa dos alimentos e a variação da temperatura da água chegando à conclusão que o amendoim é mais energético que o pão, pois variou mais a temperatura da água durante a queima do amendoim do que durante a queima do pão. Para calcular o valor calórico desses alimentos, com os dados obtidos no experimento, agregamos os conceitos sobre calor específico da água. Nesta perspectiva, ocorreu a contextualização da atividade prática para que os alunos conseguissem produzir seus relatos com a mediação da professora, a qual foi essencial.

Os alunos descreveram a atividade em forma de relatório pelas observações, questionamentos e resultados obtidos no decorrer da atividade. Para ampliar os significados

das observações e resultados obtidos na prática foi solicitado que cada aluno pesquisasse sobre a temática para posterior discussão em sala de aula. Na aula posterior iniciamos a discussão sobre as conclusões apresentadas pelos alunos, valorizando seus entendimentos de vivência e também ampliando seus significados sobre a composição nutricional dos alimentos e comparando com os resultados obtidos na aula prática. Os conceitos priorizados foram os relacionados ao alimento como “fonte de matéria e energia, bem como as transformações necessárias para uma boa nutrição e saúde” (BOFF; FRISON; KINALSKI, 2004, p. 288), também se buscou contemplar aspectos socioculturais relativos à alimentação humana e a energia liberada na combustão de alguns combustíveis fazendo comparações entre si e com alimentos.

### **3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RELATO**

A proposta da SE favorece o trabalho interdisciplinar e motiva à pesquisa, uma vez que sua abordagem desenvolvida sob a ótica de vários profissionais docentes que são convidados a refletir e estabelecer uma relação dialógica desde o planejamento das aulas, seu desenvolvimento e replanejamento para as aulas seguintes.

Os alunos vivenciaram situações em que o conceito energia é central e unificador (ANGOTTI, 1991; AUTH, 2000), visto que pode ser discutido sob a ótica da Física, da Biologia e de outras disciplinas que constituem o currículo escolar. A atividade prática possibilitou diversos questionamentos, tais como: Por que a água aqueceu? Toda a energia da combustão foi para aquecer a água? Por que a variação da temperatura da água foi maior na queima do amendoim do que do pão? Os questionamentos permitiram que os alunos dessem suas opiniões ainda do senso comum, mas na medida em que foram sendo problematizados possibilitaram a construção de outros significados tais como: o valor calórico dos alimentos, conceitos referente à energia térmica, calor e temperatura.

A continuidade da aula de Física se deu pelas discussões sobre a radiação solar, sinalizando a luz visível, com seus diferentes comprimentos de onda, absorção e reflexão pelas plantas com pigmento verde, capaz de desencadear a fotossíntese convertendo energia. Neste momento foi necessário retomar alguns conceitos de Biologia e Química entendendo o processo de geração do alimento nas plantas, metabolismo no corpo humano durante a digestão, convertendo em energia térmica, energia cinética dos músculos e elétrica para os impulsos nervosos.

Os estudantes se posicionaram sobre os assuntos abordados em sala de aula, por tratar de temáticas que se relacionaram com o seu cotidiano. Todos tinham o que falar sobre suas concepções, como por exemplo, porque no inverno sentimos mais fome, ao realizar atividades físicas, estudar e outras situações. Ficou facilitada, para eles, após sistematização com a utilização de esquemas e tópicos conceituais, leituras e conhecimentos científicos, organizado pelas professoras, a compreensão da energia como um conceito fundamental. Seja da Física, em que a conservação e a transformação são princípios inerentes ou ao perpassar os outros componentes curriculares em qualquer nível de ensino.

Para Bonadiman e Nonenmacher (2007) a atividade experimental, quando articulada a explicitação dos saberes do aluno a partir de questionamentos e da análise de situações do seu

cotidiano, permite ao estudante o estabelecimento de relações disciplinares e interdisciplinares. A inserção, no currículo escolar, de uma Física contextualizada, experimental e interdisciplinar pode desenvolver o aprender e o gostar desta disciplina que muitas vezes é fruto de aversão por parte de grande número de estudantes do EM.

Os episódios e relatos escritos e analisados evidenciam as relações e interações estabelecidas pelos estudantes nas suas produções com significados frente ao tema energia e suas transformações. O conceito de transformação apontado relaciona a energia luminosa, quando se transforma em energia química. A partir de questionamentos no decorrer a SE foram trabalhados outros conceitos relacionados com a atividade de combustão dos alimentos o que possibilitou trabalhar as formas de propagação do calor, escalas termométricas e dilatação térmica. Desta forma, gradativamente professores e estudantes podem contribuir pela sua inserção na sociedade, na transformação da realidade, pelo permanente questionamento reconstrutivo (DEMO, 1998).

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O trabalho interdisciplinar, que é uma das características da SE, contribuiu para pensar coletivamente e articular os conteúdos entre as disciplinas de Biologia, Física e Química, com base na mesma temática, no caso Alimentos. Acredita-se que ao desenvolver sucessivas situações de estudo é possível “substituir um pensamento que isola e separa por um pensamento que distingue e une” (MORIN, 2001, p.89), visto que os estudantes são estimulados a produzir textos mais complexos, com novos entendimentos e considerando outros contextos.

Os conceitos desenvolvidos e analisados, com foco na “SE – Alimento” permitiu integrar diferentes disciplinas tendo a energia como conceito unificador. Essa reorganização curricular oferece ferramentas que auxiliam na compreensão dos componentes como área de conhecimento e na articulação da pesquisa escolar, como constitutivo da formação básica e da formação docente contínua, conforme concepção de SE. Desta forma, a pesquisa apontada pelos próprios estudantes com significados produzidos no sentido de mostrar que se trata de um tema que se relaciona as suas vivências se constitui em estratégia importante de ensino. Os próprios estudantes revelaram que, quando se trabalha de forma contextualizada, seus entendimentos se ampliam e a interação entre colegas, professores e alunos, possibilita a construção de novos conhecimentos relacionados aos conteúdos abordados, em sala de aula. Os vários momentos de discussão permitiram que os conceitos fossem ressignificados e que os estudantes passassem, aos poucos, a se apropriar deles.

A discussão e a elaboração de um trabalho interdisciplinar exigem rompimento com estruturas pré-estabelecidas, o que nem sempre é possível e aceita pelo grupo de professores. Além dos conceitos trabalhados, esta SE permite o aprofundamento de outros conceitos importantes que poderiam ser explorados, porém foi pouco o tempo disponível, uma vez que a SE em foco foi desenvolvida no último trimestre do ano de 2012, aliada a dificuldade da área do conhecimento produzir o trabalho coletivo. Mesmo assim possibilitou a reconstrução do conhecimento, resultado das interações interpessoais marcadas pela história pessoal e social que cada um é autor (VIGOTSKI, 2001). Cada ser integrante desse processo, estudante e professor, se constitui em sujeito transformador, na medida em que problematiza e dialoga

entre diferentes áreas do conhecimento. O trabalho indica que podemos avançar com propostas de ensino que contemplem as necessidades e realidades dos alunos, como atividades práticas, o trabalho interdisciplinar e a formação do aluno pela pesquisa.

## 5. REFERÊNCIAS

ANGOTTI, José. **Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências**. Tese (Doutorado em Física) – Programa de Pós-Graduação: Instituto de Física – IFUSP e Faculdade de Educação –FEUSP da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1991. 265p.

AUTH, Milton A. Conceitos unificadores e o ensino de ciências. **Espaços da escola**. Ijuí: Ed.Unijuí, ano 10, n. 38, p. 63-80, 2000.

BOFF, Eva T. O; FRISON, Marli D.; KINALSKI, Alvina C. Evolução e níveis de compreensão do conceito substância na situação de estudo alimentos produção e consumo. In: MORAES, Ronaldo; MANCUSO, Ronaldo (Orgs.). **Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí: Ed Unijuí, 2004, p. 288-300

BONADIMAN, Helio; NONENMACHER, Sandra E. B.; O Gostar e o Aprender no Ensino de Física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. vol. 24, nº2; Florianópolis; SC; 2007.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 1998.

MORIN, Edgar. **A Religação dos Saberes: O desafio do século XXI**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2001.

MALDANER, O. ZANON, L. B. SE: uma organização curricular que extrapola a formação disciplinar em ciências. **Espaço da escola**, v.1, n. 41, p.45-60, Ed: UNIJUI, Ijuí, RS. jul/set.2001.

VIGOTSKI, L. S. A. **Construção do Pensamento e da Linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.



33º EDEQ

Movimentos Curriculares  
da Educação Química:  
o Permanente e o Transitório



Ijuí de 10 a 11 de outubro de 2013.

### 6.3 A PESQUISA COMO PROCESSO ARGUMENTATIVO PARA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE FÍSICA

\*Rita A. D. da Silva<sup>1</sup>(PG), Franciele Kollas<sup>2</sup>(IC), Eva T. de O. Boff<sup>3</sup>(PQ)

<sup>1</sup>[ritadalberto@hotmail.com](mailto:ritadalberto@hotmail.com)

<sup>2</sup>[francielelaborh@gmail.com](mailto:francielelaborh@gmail.com)

<sup>3</sup>[evaboff@unijui.edu.br](mailto:evaboff@unijui.edu.br)

**RESUMO:** O presente trabalho argumenta a partir um olhar diferenciado no processo de ensino e aprendizagem com o objetivo de investigar as contribuições vivenciadas em sala de aula, no decorrer do desenvolvimento da Situação de Estudo (SE) Nutrição e Qualidade de Vida, para a formação do aluno, pela pesquisa em sala de aula. Envolveu 26 alunos do segundo ano do Ensino Médio (EM) de uma escola de Educação Básica da rede Estadual do Rio Grande do Sul. A pesquisa fundamenta-se na abordagem qualitativa, situada na modalidade investigação-ação (LÜDKE, ANDRÉ, 2001), visando não apenas pesquisar o espaço escolar, mas também atuar nele. Participam deste processo um grupo de professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (docentes formadores e estudantes da UNIJUI, professores de educação básica que ministram aula na turma). Na disciplina de física, os alunos trabalharam a questão do alimento como fonte de energia, fizeram relações com a energia proveniente da combustão dos alimentos e sua utilização, em atividade prática, e nas diferentes atividades diárias do ser humano, bem como as diferentes formas de conversão de energia. A análise neste texto concentra-se na realização da atividade prática de produção de um pão caseiro com intenção de ser problematizada e explorada conceitualmente sobre: Qual a influência da temperatura nas diferentes situações observadas durante a realização da atividade prática sobre a produção do pão? A seleção dos episódios teve como seguimento os argumentos propostos por Moraes e Galiazzi (2007), na análise textual discursiva, em que um conjunto de elementos é reorganizado e os significados vão se constituindo a partir dos conhecimentos, intenções e teorias. Investigar as contribuições do processo vivenciado de formação do aluno pela pesquisa em sala de aula possibilitou um olhar diferenciado quanto aos limites, potencialidades e evolução argumentativa dos conceitos físicos presentes na atividade prática e argumentação por eles elaborada. A análise possibilitou chamar a atenção que precisamos avançar com propostas metodológicas de ensino, que contemplem as necessidades e realidades dos alunos, que possibilitam analisar não só as potencialidades e também os limites dos nossos alunos, pois a aprendizagem significativa não é simples e fácil de acontecer, é um processo complexo, mas possível.

Palavras-chave: Experimentação, SE, pesquisa em sala de aula.

## INTRODUÇÃO

A importância de uma constante reflexão referente à prática de sala de aula e as limitações dos alunos em fazer relações e argumentações com coerência e validação, faz parte do cotidiano de nossas escolas. Os professores têm se inquietado frente a essa problemática que consiste em superar práticas tradicionais. Neste sentido torna-se necessário enfrentar os desafios relativos às mudanças curriculares, produzindo propostas inovadoras com a intenção de romper com a linearidade e fragmentação dos conceitos que tem sido ensinado com base a racionalidade técnica.

Esta concepção de ensino contribui para que o professor seja visto como alguém que aplica o conhecimento produzido por outros, sem ter autonomia para construção dos saberes inerentes à sua profissão, visto que: pressupõe a superioridade do conhecimento teórico sobre o saber prático; valoriza o trabalho individual, no isolamento de cada disciplina em detrimento ao coletivo; privilegia os programas externos ao meio escolar, sem a reflexão sobre o fazer cotidiano em detrimento ao questionamento, a pesquisa, a produção de conhecimento escolar. (BOFF, 2011, p.24).

Considerando esses argumentos propomos um trabalho na modalidade Situação de Estudo (SE), que é uma estratégia que reorganiza o currículo escolar articulando uma situação real, do cotidiano do aluno, de relevância social e cultural com possibilidades de abordar os conceitos disciplinares de modo interdisciplinares.. Nesta forma de ensino os alunos contribuem com suas concepções em um constante processo de ressignificação evoluindo para na medida em que o conceito vai sendo usado em diferentes contextos. O trabalho na forma de SE possibilita maior percepção, por parte dos professores, sobre as dificuldades dos alunos. Como ele se expressa, tanto oralmente quanto por escrito e suas dificuldades são externadas e facilmente reconhecidas, exigindo novos questionamentos, discussões conforme sugere Galiuzzi e Moraes (2002, p.241):

A sala de aula se resume em torno de questionamentos reconstrutivos de conhecimentos já existentes. Pressupõe um conjunto de princípios: questionamento reconstrutivo; argumentação competente e fundamentada; crítica e discussão permanentes a partir de produções escritas dos participantes, tipo de envolvimento em que os participantes se assumem sujeitos de suas produções, superando-se dessa forma a aula copiada e atingindo-se o aprender com autonomia e significado.

Visando contribuir para a evolução no processo de ensino e aprendizagem, desenvolvemos a SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” em uma escola de Educação Básica da rede Estadual. Sobre a SE, Maldaner e Zanon (2001, p.53), consideram uma estratégia de ensino “conceitualmente rica, identificada nos contextos de vivência cotidiana dos estudantes fora e dentro da escola, sobre a qual eles têm o que dizer e, no contexto da qual, sejam capazes de produzir novos saberes expressando significados”. Nesse sentido, o professor precisa tornar-se ator e autor de suas práticas de sala de aula, cujos alunos têm espaço para suas hipóteses, suas vivências de modo argumentativo buscando no coletivo da sala de aula, um novo olhar sobre a temática trabalhada contemplando sua complexidade.



Pelas atividades e vivências em interação com diferentes sujeitos, a SE contribui na formação do professor e do aluno reflexivo, investigador, pesquisador é desacomodado (Boff, 2011; Maldaner, 2000; Galiazzi, 2003), pois, não há receita pronta, é preciso uma busca constante, dos problemas/questionamentos para serem compreendidos e ressignificados, visto que os conteúdos não se encontram prontos e acabados, gerando sempre a necessidade da pesquisa.

O professor em constante busca e abertura para o diálogo, com sujeitos de diferentes áreas também se constitui em pesquisador de sua prática docente. Marques aponta que “é no quadro da atuação coletiva no interior da escola que importa se aprofunde a teoria, se repensem as práticas e se transformem as diretrizes e as condições operacionais do trabalho pedagógico” (2000, p.207).

Neste aspecto, a SE favorece a ampliação e complexidade dos conteúdos escolares e formação mais crítica. Acreditasse que educar pela pesquisa, no contexto de sala de aula, tendo como foco a SE, possibilita a constante reconstrução dos conceitos que permeiam a situação investigada, em uma dinâmica autônoma de trabalho e de novas produções. Nesta perspectiva, o objetivo deste trabalho foi investigar as contribuições do processo vivenciado no decorrer do desenvolvimento da SE: Nutrição e Qualidade de Vida, para a formação do aluno, pela pesquisa em sala de aula.

Como forma de viabilizar um ensino por meio de processos de pesquisa em sala de aula, busca-se compreender as práticas e oportunizar a superação das limitações argumentativas e conceituais no processo de ensino e aprendizagem apresentada pelos estudantes. Assim, considerando questões reais, de vivência dos estudantes e de modo a propiciar aprendizagens dos conceitos de física em interação com outras disciplinas, neste artigo focaliza-se uma das atividades experimentais realizadas no decorrer do desenvolvimento da SE com o propósito de promover aprendizagens dos conceitos de física em interação com outras disciplinas.

## **PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS**

Para atender aos objetivos propostos a pesquisa fundamenta-se na abordagem qualitativa, situada na modalidade investigação-ação (LÜDKE, ANDRÉ, 2001), visando não apenas pesquisar o espaço escolar, mas também atuar nele, envolvendo docentes, licenciandos e estudantes. Propõe desenvolver e investigar uma intervenção/ação numa escola de Educação Básica, localizada em Ijuí/RS, com uma turma de 26 alunos do segundo ano de ensino médio, no primeiro semestre de 2013. Participa deste processo um grupo de professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (docentes formadores e estudantes da UNIJUÍ, professores de educação básica que ministram aula na turma). A prática de planejamento coletivo, de estudo conjunto e da pesquisa enquanto princípio formativo vem sendo incorporado, aos poucos, no cotidiano da escola e dos professores envolvidos na proposta juntamente com estudantes do EM.

A seleção dos episódios teve como seguimento os argumentos propostos por Moraes e Galiazzi (2007), na análise textual discursiva, em que um conjunto de elementos é reorganizado e os significados vão se constituindo a partir dos conhecimentos, intenções e teorias. As concepções empíricas dos alunos, frente aos conceitos presentes na atividade práticas e a sua

problematização, a reconstrução das produções dos alunos, as gravações e transcrições das aulas, são as base de análise desse artigo. As respostas dos alunos são trazidas para o texto e como forma de preservar suas identidades eles foram identificados por códigos, “AL” seguido de um número, correspondente ao sujeito aluno, por exemplo, “AL ...AL10” e “P” referente a professor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento da SE: Nutrição e Qualidade de Vida ocorreu durante o primeiro trimestre de 2013 em uma turma de segundo ano do ensino médio. Envolveu as aulas de física, química, biologia, história, português e a disciplina de seminário integrado. Na disciplina de física, os alunos trabalharam a questão do alimento como fonte de energia, fizeram relações com a energia proveniente da combustão dos alimentos e sua utilização, em atividade prática, e nas diferentes atividades diárias do ser humano, bem como as diferentes formas de conversão de energia. A análise neste texto concentra-se na realização da atividade prática de produção de um pão caseiro, que foi realizada na aula de Biologia com o intuito de introdução ao Reino Fungi. Nas aulas de física o foco esteve na seguinte questão: Qual a influência da temperatura nas diferentes situações observadas durante a realização da atividade prática sobre a produção do pão? No desenvolvimento da atividade prática, os alunos em grupo, receberam uma porção de massa de pão (a pouco produzida pelas alunas acadêmicas), e três provetas contendo, em cada uma 100 ml de água em temperaturas diferentes, gelada, morna e muito quente. Os alunos dividiram a massa de pão em três partes fazendo formato de bolinhas e verificaram, com uso da balança, a massa de cada uma e após foi mergulhada cada uma em uma das provetas. Durante o desenvolvimento da atividade, alguns recortes das transcrições das falas de aluno e professor: AL<sub>6</sub>... Primeiro elas afundaram, depois na água morna a bolinha de pão subiu, na água quente subiu menos e na água fria não subiu. Os alunos registram o volume de água deslocado pelas bolinhas de pão no início do experimento e após a alteração do volume (crescimento) e calculam a densidade da bolinha de pão antes e depois e fazem comparações: AL<sub>8</sub>... A gente anotou o volume inicial da água e o volume final, antes e depois da bolinha crescer. AL<sub>6</sub> A gente pega o valor da massa e dividiu pelo volume. P... a bolinha de pão na água morna e na água quente cresceu, aumentou de volume, ficou mais densa ou menos densa? AL<sub>4</sub> Menos densa. AL<sub>2</sub> Da água quente e da água morna subiram a da água fria não. Porque o fungo precisa de calor.

Os alunos apresentam algumas ideias para o comportamento das massas de pão nas diferentes temperaturas e observam a relação entre volume e densidade apresentada nas situações vivenciadas. Os questionamentos realizados no coletivo e articulados com as situações reais contribuem na construção de novos significados para os estudantes frente aos conceitos problematizados e ressignificados posteriormente na aula de física, como de temperatura, energia térmica, energia cinética, calor, equilíbrio térmico, densidade, força e pressão. Esta atividade também oportunizou os alunos fazer seus relatos à medida que as discussões foram acontecendo:

Na água fria a massa de pão transferiu calor para a água, na água morna e quente foi a água que transferiu energia calor para a massa pois a massa estava mais “fria” ou temperatura menor assim esse fenômeno ocorre até haver equilíbrio térmico entre as mesmas (AL<sub>4</sub>).

[...] no exemplo da água morna, durante a reação química, as moléculas do pão receberam energia calor da água, aumentando a energia cinética, quebrando algumas ligações, formando novas ligações, formando novas moléculas. (AL<sub>10</sub>)

Para Bonadiman e Nonenmacher (2007) a atividade experimental, quando articulada a explicitação dos saberes do aluno a partir de questionamentos e da análise de situações do seu cotidiano, permite ao estudante o estabelecimento de relações disciplinares e interdisciplinares. A inserção, no currículo escolar, de uma física contextualizada, experimental e interdisciplinar pode desenvolver o aprender e o gostar desta disciplina que muitas vezes é fruto de aversão por parte de grande número de estudantes do EM.

Sistematizando as atividades realizadas a partir da produção do pão verificamos que houve envolvimento dos estudantes, mesmo em seus limites de expressão e compreensão dos conceitos disciplinares permitindo perceber as dificuldades apresentadas pelos alunos em suas produções. Alguns recortes com erros apresentados pelos alunos em suas escritas:

*A massa de pão na água morna subiu devido a densidade da água ser menor e porque o volume da massa aumentou (AL<sub>2</sub>).*

*A massa do pão manteve a mesma e o volume aumentou e a densidade também aumento [...] Um corpo sobe quando a densidade é maior que da água e o seu peso menor que o empuxo (AL<sub>9</sub>).*

As expressões desses alunos mostram que o conceito de densidade ainda não foi compreendido. Mas, quando na escola se trabalha com um modelo padrão positivista linear, que somente avalia o resultado final, não se reconhece facilmente essas limitações nas escritas argumentativas dos alunos. Não damos conta da falta de coerência e significação dos conceitos apresentados. A literatura também aponta a necessidade dos docentes encurvar-se frente a essa situação que habitualmente passa despercebido quando trabalha no contexto da sala de aula um modelo pronto e linear dos conceitos:

Em uma situação escolar, é fácil enganar-se pensando que os alunos entendem todo tipo de ideias que, na realidade, não entendem. Para realizar uma aprendizagem verdadeira, eles devem contar com suas próprias estruturas e mecanismos de validação que, com toda certeza, vão sendo reconstruídos durante o desenvolvimento (Schultz e Parhan, 2002).

As aulas precisam ser dinâmicas e os sujeitos oportunizados a constantes reconstruções de suas ideias e produções, de modo que o professor identifique essas limitações e busque metodologias para ajuda-los a supera-las, pois o conhecimento significativo não se dá na simples cópia do que já foi escrito. Nesse processo coletivo, alunos e professor vivenciam experiências dialógicas com acordos, desacordo, tensões e limites. Para Vygotsky é pela linguagem que se desenvolvemos e a sala de aula é um ambiente potencialmente fluente dos diferentes pensares favorecendo o avanço do conhecimento.

Para refletir e ressignificar os conceitos ainda não compreendidos, os alunos, em grupo, analisaram o relato da aula anterior, de um colega, que não fazia parte do grupo. A questão central de análise foi sobre: qual a influência da temperatura nas diferentes situações

observadas durante a realização da atividade prática sobre a produção do pão? Com o auxílio de textos, livro didático disponível e notas de aula, identificaram os parágrafos que apresentavam problemas de argumentação, contradição e conceituais, já salientados pelo professor, com a intenção de avançar no processo de argumentação e reconstrução crítica permanente. Assim, os meus saberes se fundem e se transformam, reformulam-se (MARQUES, 1997).

Inicialmente os alunos apresentam resistência em fazer o movimento reconstrutivo, dos conceitos no diálogo crítico dos participantes, na busca em teorias e com a realidade, para a elaboração escrita.

Antunes (2009, p.37) ressalta que:

Elaborar um texto escrito é uma tarefa cujo sucesso não se completa, simplesmente, pela codificação de ideias ou informações, através de sinais gráficos. Supõem etapas de idas e vindas, etapas interdependentes e intercomplementares, que acontecem desde o planejamento, passando pela escrita, até o momento posterior da revisão e da reescrita.

Educar pela pesquisa é um processo que exige do professor e do aluno uma mudança no processo de ensino e aprendizagem. É desenvolver ações que valoriza a criatividade, autonomia e a visão crítica para a produção de novos conhecimentos com vista à aplicação prática aproximando com as teorias.

Outra atividade importante para ressignificação dos conceitos foi a apresentação de slides com os erros ainda apresentados, no qual oportunizou a problematização e reconstrução de saberes. Recortes de parágrafos com necessidade de coerência nos argumentos:

*Quando a bolinha é colocada no recipiente com água fria, a bolinha de pão tem a temperatura maior que a água, ou seja, a bolinha tem energia calor maior que a água, ai a bolinha é transferida a energia calor até elas ficar com a mesma temperatura (equilíbrio térmico) (AL5)*

*Se a temperatura da massa de pão for maior que da água vai ocorrer a transferência de energia calor do pão para a água. Nos outros dois exemplos ocorreram à transferência de temperatura da água para o pão (AL9).*

Perceber a leitura coletiva como forma importante para as explicações elaboradas e que o trabalho em equipe deve acontecer, com o comprometimento de cada aluno sobre o que está sendo produzido e escrito, já aponta resultados importantes, mas ainda precisa ser vivenciado e estimulado para um número significativo dos alunos do segundo ano de ensino médio.

**SIDERAÇÕES FINAIS**

**CON**

Investigar as contribuições do processo vivenciado no decorrer do desenvolvimento da SE Nutrição e Qualidade de Vida, para a formação do aluno, pela pesquisa em sala de aula, possibilitou um olhar quanto aos limites, potencialidades e evolução argumentativa dos conceitos físicos presentes na atividade prática de produção do pão caseiro.

Considerando afirmações de Moraes, Galiuzzi e Ramos (2004), o questionamento é a mola propulsora da pesquisa em sala de aula e a SE possibilita essa prática do diálogo. Discussão crítica com propósito de argumentação, sendo ponte entre os sujeitos, experimentos e literaturas, com diferentes ideias valorizando suas produções escritas. É um movimento que tanto aluno como professor precisa acreditar nas potencialidades de produção do seu conhecimento, permitindo que os conceitos disciplinares sejam resignificados.

Analisar o resultado de nossas práticas possibilita um novo olhar na construção do conhecimento marcado pelos resultados das interações interpessoais marcadas pela história pessoal e social que cada um é autor (VIGOTSKI, 2001). Cada ser integrante desse processo, estudante e professor é mediado por ideias, teorias e conflitos em que se apoiam. O trabalho aponta que precisamos avançar com propostas metodológicas de ensino que contemplem as necessidades e realidades dos alunos, que possibilitam analisar não só as potencialidades, mas também os limites dos nossos alunos, pois a aprendizagem significativa não é simples e fácil de acontecer é um processo complexo, mas possível.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Irandé. **Lutar com palavras: coesão e coerência**. 5 ed. São Paulo: Parábola Editorial, 2009.

BOFF, Eva Teresinha de Oliveira. *Processo Interativo: Uma possibilidade de produção de um currículo integrado e constituição de um docente pesquisador-autor e ator do seu fazer cotidiano escolar*. Tese de doutorado, Porto Alegre-RS: PPG: Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, UFRGS, 2011.

BOFF, Eva T. O; FRISON, Marli D.; KINALSKI, Alvina C. Evolução e níveis de compreensão do conceito substância na situação de estudo alimentos produção e consumo. In: MORAES, Ronaldo; MANCUSO, Ronaldo (Orgs.). *Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores*. Ijuí: Ed Unijuí, 2004, p. 288-300.

BONADIMAN, Hélio; NONENMACHER, Sandra E. B.; O Gostar e o Aprender no Ensino de Física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. vol. 24, nº2; Florianópolis; SC; 2007.

DEMO, Pedro. *Pesquisa Princípio Científico e Educativo*. SP, 1996.

GALIAZZI, Maria do Carmo; MORAES, Roque. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 2, p. 237-252, 2002.

GALIAZZI, M. Educar pela pesquisa. Ambiente de formação de professores de ciências. Editora UNIJUI, RS, 2003.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E. D. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. SP: EPU, 1986

MALDANER, O. *A formação inicial e continuada de professores de Química: Professores/Pesquisadores*. Ijuí RS. Ed: UNIJUI. Coleção Educação em Química. 2000.

MALDANER, O. ZANON, L. B. *SE: uma organização curricular que extrapola a formação disciplinar em ciências*. Espaço da escola, v.1., n. 41, p.45-60, Ed: UNIJUI, Ijuí, RS. jul/set.2001.

MARQUES, M.O. *Escrever é preciso: o princípio da pesquisa*. Ijuí: Unijui, 1997.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. *Análise Textual Discursiva*. Ed. Unijuí, 2007.

MORAES, R., GALIAZZI, M. C., RAMOS, M. G., *Pesquisa na Sala de Aula: fundamentos e pressupostos*. In MORAES, R., LIMA, V. R., *Pesquisa em Sala de Aula: tendências para a Educação em Novos Tempos*. 2. Ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

SCHULTZ, K.; PARHAM, C. Integración del currículum y formación de los enseñantes. In: COLL, C. (Org.). **Psicología genética y aprendizajes escolares**. 4. ed. Madrid: Siglo XXI de España editores, 2002. p. 203-216.

VYGOTSKY, LEV S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987. 135 p. (Coleção Psicologia e Pedagogia).

#### 6.4 ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DA SITUAÇÃO DE ESTUDO “NUTRIÇÃO E QUALIDADE DE VIDA”

Rita Acacia Dalberto da Silva<sup>1</sup>  
Eva Teresinha de Oliveira Boff<sup>2</sup>

**Eixo Temático:** Ensino de Física e Matemática

**RESUMO:** Neste artigo discutimos um processo de pesquisa na ação com foco na Situação de Estudo (SE): “Nutrição e Qualidade de Vida”. A SE é uma proposta de organização curricular que visa produzir um currículo como processo histórico que considera o sujeito em sua integralidade. É produzida em autoria compartilhada entre professores em formação inicial e continuada da universidade e de escolas de educação básica tendo como primazia a formação pela pesquisa. Destacamos algumas aulas, de física, que envolveram 30 estudantes do segundo ano do Ensino Médio (EM) de uma escola de Educação Básica da rede Estadual de Ijuí. O objetivo do estudo foi investigar as contribuições do processo de desenvolvimento da SE para aprendizagem dos conceitos de Física. Os pressupostos metodológicos têm como base os argumentos de Carr e Kemmis (1988), visto que a intenção é propor melhoria na formação dos estudantes de EM. Os fragmentos de diálogos e/ou textos expressos pelos alunos foram analisados com base na análise textual discursiva conforme proposto por Moraes e Galiuzzi (2007) e evidenciam aprendizagens com estabelecimento de relações entre os conteúdos de Biologia e Física, no contexto na SE.

**Palavras-chave:** Experimentação, Energia, Formação pela pesquisa.

**ABSTRACT:** This paper discusses a research process in action focusing on Situation of Study (SS): "Nutrition and Quality of Life." The SS is a proposed curriculum organization that aims to produce a resume as a historical process that considers the person in his entirety. It is produced in shared authorship between teachers in initial and continuing education of the university and elementary schools as having primacy education through research. We highlight some Physics lessons, involving 30 students of the second year of High School (HS) from a school of Basic Education of the state network of Ijuí. The aim of the study was to investigate the contributions of the process development of the SS for learning the concepts of Physics. The methodological assumptions are based on the arguments of Carr and Kemmis (1988), since the intention is to propose improvements in the education of students of HS. Fragments of dialogue and / or texts expressed by students were analyzed based on discursive textual analysis as proposed by Moraes and Galiuzzi (2007) and demonstrate learning with the establishment of relations between the contents of Biology and Physics, the context in SS.

**Keywords:** Testing. Energy. Training by research.

## **Introdução**

Os processos de ensino e aprendizagem vêm passando por várias modificações, com intuito de aprimorar metodologias de ensino e permitir uma formação mais crítica. Desta forma, o professor precisa estar em constante busca de conhecimento, em parcerias colaborativas, visto que ele sozinho não consegue compreender situações reais, complexas que articulem os conhecimentos do cotidiano dos estudantes com os conteúdos disciplinares. Para tanto realizar um trabalho que busque o referencial teórico com base na formação pela pesquisa para superar a estagnação que muitas vezes acaba afetando o profissional docente, torna-se uma alternativa fundamental.

Nesse sentido vem acontecendo mudanças curriculares como propostas para romper a linearidade dos conteúdos escolares e superar metodologias ultrapassadas que tem como base a racionalidade técnica.

Esta concepção de ensino contribui para que o professor seja visto como alguém que aplica o conhecimento produzido por outros, sem ter autonomia para construção dos saberes inerentes à sua profissão, visto que: pressupõe a superioridade do conhecimento teórico sobre o saber prático; valoriza o trabalho individual, no isolamento de cada disciplina em detrimento ao coletivo; privilegia os programas externos ao meio escolar, sem a reflexão sobre o fazer cotidiano em detrimento ao questionamento, a pesquisa, a produção de conhecimento escolar. (BOFF, 2011, p.24).

Na perspectiva de superar o modelo de racionalidade técnica é que propomos o desenvolvimento de um currículo na modalidade Situação de Estudo (SE), que é uma estratégia articuladora dos conteúdos escolares com os conhecimentos do cotidiano do aluno. A SE é uma inovação curricular “conceitualmente rica, identificada nos contextos de vivência cotidiana dos estudantes fora e dentro da escola, sobre a qual eles têm o que dizer e, no contexto da qual, sejam capazes de produzir novos saberes expressando significados” (MALDANER & ZANON, 2001, p.53). Esta proposta favorece o trabalho interdisciplinar e motiva à pesquisa, uma vez que sua abordagem é sobre a ótica de vários profissionais docentes que são convidados a refletir e estabelecer uma relação dialógica desde o planejamento das aulas, seu desenvolvimento e replanejamento para aula posterior. O trabalho interdisciplinar, que é uma das características da SE, contribui para pensar coletivamente e articular os conteúdos entre as diferentes disciplinas com base na mesma temática, no caso Nutrição e Qualidade de Vida.

O trabalho interdisciplinar não significa somente reunir diferentes disciplinas e propor que os alunos façam suas pesquisas contemplando as temáticas escolhidas. Faz-se necessário buscar a compreensão dos conceitos na visão das diferentes disciplinas, assegurando a



importância do ensino de forma interdisciplinar, de modo que os alunos produzam significados e sentidos aos conceitos científicos. Pois, é o desencadeamento das reflexões das realidades antes produzidas e reconstruídas com as dinâmicas de sala de aula, e o ato de pesquisar que permite interagir com os novos conhecimentos (BOFF, 2011).

Acreditar que a SE possibilita ao professor a autonomia de construir sua aula, sua proposta de trabalho, rompendo com o formalismo lógico da teoria para uma nova proposta de ensino-aprendizagem, é uma das motivações para desenvolver a mesma. Outro aspecto que pode ser explorado é envolver os alunos em atividades, tanto de pesquisa, quanto em questionamentos que os faça refletir e pensar antes de responder e para que ele seja ator na construção de seu conhecimento. Pois, a problematização os capacita para uma formação mais crítica, desde que o professor assume seu papel de mediador no processo de ensino e aprendizagem. Quando o aluno tem vez e voz, a aula se torna mais interessante para todos que estão envolvidos no contexto e com isso a possibilidade de aprendizagem efetiva se amplia.

A relação dialógica entre os profissionais docentes torna o planejamento uma etapa de aprendizado multidirecional, pois o trabalho interdisciplinar possibilita compreender temáticas complexas do mundo real, em que um profissional sozinho não daria conta. Concordando com Morin (2000) não podemos continuar trabalhando com saberes fragmentados e não compartilhados. Não podemos separar o que está ligado, pois isso impede que os alunos estabeleçam relações dos conteúdos escolares com as situações reais e do contexto de seu cotidiano. Nesse sentido, o professor assume um desafio constante, de pesquisa, humildade e socialização de modo interdisciplinar e transversal, relacionando saberes integrados ao mundo vivido pelos estudantes.

No entanto, para enfrentar essa proposta diferenciada de ensino, o professor precisa desacomodar-se e buscar constante atualização, para isso é preciso que reflita sobre o seu fazer cotidiano, sua inquietação e análise crítica é que irão motivar a busca de novos saberes. Do mesmo modo que para romper com o tradicional modelo de ensino, é necessária a conquista de espaços para planejamentos e reflexões coletivas, sobre a prática docente.

Nesta perspectiva, um grupo de professores de educação básica, estuda, planeja e desenvolve a SE: Nutrição e Qualidade de Vida, considerando que, ao abordar os conteúdos associados ao cotidiano, viabiliza metodologias que se tornem interessantes e que possibilitem um aprender significativo ao aluno e principalmente desperte neste o gosto pelo conhecimento. Assim, as atividades práticas como parte dos processos de ensino e aprendizagem possibilitam indagações e investigações favorecendo as produções com

argumentos fundamentados de forma oral e textual. Nesta perspectiva o objetivo deste estudo é analisar criticamente as contribuições e os limites do processo de desenvolvimento da SE para aprendizagem dos conceitos de Física, em uma turma do 2º ano do EM. Como forma de viabilizar um ensino que considere questões reais de vivência dos estudantes e de modo a propiciar aprendizagens dos conceitos de física em interação com outras disciplinas de forma contextualizada, focaliza-se uma das atividades experimentais realizadas no decorrer do desenvolvimento da SE. O material empírico é resultante de relatos de sala de aula, textos dos alunos, questionamentos e atividade experimental. As aulas foram áudio-gravadas, transcritas e analisadas. Enfatizamos o desenvolvimento de uma das atividades práticas – a combustão do amendoim e do pão realizada durante uma das aulas de Física. Refletindo sobre os questionamentos realizados no coletivo, articulados com as situações reais, nos propomos a compreender de que forma a atividade prática, pode contribuir na construção de novos significados. A aula envolvendo a combustão de alimentos contribuiu para significação do conceito energia e suas transformações e a articulação destes com conceitos estudados em outros momentos. Desenvolver o trabalho coletivamente propicia a cada integrante do processo, estudantes e professores, sentirem-se sujeitos transformadores, capazes de agir e pensar criticamente.

### **Metodologia**

A pesquisa é qualitativa situada na modalidade de pesquisa ação, conforme pressupostos de Carr e Kemmis (1988). As aulas foram gravadas, transcritas e analisadas. A análise das concepções e relatos dos alunos e das gravações das aulas foram analisadas com base na análise textual discursiva conforme proposto por Moraes e Galiazzi (2007). O material empírico deste artigo resulta de observações, vivências, transcrições e textos produzidos pelos alunos do ensino médio, sobre a temática em estudo. Focamos neste artigo as aulas de Física e suas conexões com aulas de Biologia. Enfatizamos o desenvolvimento de uma das atividades práticas – a combustão do amendoim e do pão, realizada durante uma das aulas de Física, no contexto da SE: Nutrição e Qualidade de Vida.

A SE foi desenvolvida durante o primeiro trimestre letivo, de 2012, com uma turma de 30 alunos do segundo ano do Ensino Médio (EM) de uma escola estadual do interior do Rio Grande do Sul. Os alunos estudam durante o turno da manhã e são da faixa etária de 16 anos. O planejamento das atividades envolveu um grupo de professores de biologia, física, química e sociologia que já vem desenvolvendo SE com acompanhamento, pela pesquisa, de docentes formadores e licenciandos da UNIJUÍ, há mais de cinco anos. No entanto, a prática de

planejamento coletivo, do estudo conjunto e da pesquisa enquanto princípio formativo vem sendo incorporado aos poucos, no cotidiano da escola, dos professores e dos estudantes envolvidos na proposta. O material empírico utilizado neste artigo é resultante de relatos dos alunos do EM, em sala de aula, textos produzidos por eles, questionário e observações de uma atividade experimental. As aulas foram áudio-gravadas, transcritas e analisadas. Enfatizamos o desenvolvimento de uma das atividades práticas, a combustão do amendoim e do pão, realizada durante uma das aulas de Física. Os alunos descreveram a atividade em forma de relatório os quais mostram avanços importantes em suas compreensões sobre os conceitos de física, bem como a importância de uma alimentação saudável. Suas respostas são discutidas e analisadas, e como forma de preservar suas identidades eles foram identificados por códigos, “AL” seguido de um número, correspondente ao sujeito, por exemplo, “AL<sub>1</sub> ...AL<sub>8</sub>”.

### **O desenvolvimento da SE no contexto de sala de aula**

O desenvolvimento da SE: “Nutrição e Qualidade de Vida” iniciou, em sala de aula, a partir do resgate dos conhecimentos de vivência dos alunos frente a questões, tais como: Por que nos alimentamos? O que os seres vivos precisam para sobreviver? De onde vem a energia para manutenção da vida? De que forma a energia se encontra nos alimentos e como ela pode ser transformada? Os conceitos priorizados foram os relacionados ao alimento como “fonte de matéria e energia, bem como as transformações necessárias para uma boa nutrição e saúde” (BOFF, FRISON, KINALSKI, 2004, p. 288). Também se buscou contemplar aspectos socioculturais relativos à alimentação humana e a energia liberada na combustão de alguns combustíveis fazendo comparações entre si e com alimentos. A partir das respostas dos alunos e questionamentos/reflexões sobre o conceito energia, foi proposto à realização de uma atividade prática, sobre a combustão do amendoim e do pão. O objetivo foi avaliar o conteúdo energético do amendoim e comparar com valor calórico de uma porção de pão, já que os principais nutrientes dos mesmos são diferentes (lipídeos e carboidratos respectivamente). Para isso, foi pesado um grão de amendoim torrado e sem casca e uma porção de pão torrado. Para verificar o valor energético desses alimentos foram utilizados 50 mL de água, cuja temperatura inicial foi verificada. Após ativada a combustão do amendoim, que estava em um suporte feito com um clipe metálico colocado abaixo do recipiente com a água foi verificada novamente a temperatura final da água, e assim os alunos puderam calcular a quantidade de energia transferida do amendoim para a água. Da mesma forma, procedemos para determinar a quantidade de energia resultante da combustão do pão.

Os alunos realizaram cálculos considerando a massa dos alimentos e a variação da temperatura da água chegando à conclusão que o amendoim é mais energético que o pão, pois variou mais a temperatura da água durante a queima do amendoim do que durante a queima do pão. Para calcular o valor calórico desses alimentos, com os dados obtidos no experimento, agregamos os conceitos sobre calor específico da água. As compreensões dos estudantes são expressas a seguir:

*AL<sub>1</sub>: Estão sendo usados 0,81g de amendoim, 50ml (50g) de água em temperatura ambiente, que foi medida no momento e constatado que a temperatura inicial da água (ambiente) é de 24 °C. Foi posto fogo em um grão de amendoim para vermos se ele é capaz de aquecer 50g de água. O amendoim foi aquecido, rachou e caiu do suporte. Foi preciso, então, pegar outro amendoim, e o mesmo possui 0,73g. Após um minuto e pouco, a temperatura da água aumentou para 52 °C. A temperatura final da água se elevou para 55 C. Com uma diferença de 31 °C (T = 31° C). No experimento com a combustão do pão, usando outro recipiente com a mesma quantidade de água, a temperatura inicial foi medida novamente e marcou 22° C. Está sendo feita a combustão de 1,15g de pão, e ficou torrado, e foi posto fogo nele novamente e a temperatura final foi para 31 °C. Assim concluímos que o amendoim possui mais valor energético.*

*AL<sub>2</sub>: Hoje foi feita uma experiência com a queima de duas matérias diferentes e de massa diferentes, um amendoim de 0,73g e um pão de 1,5g. Neste experimento foi tentado esquentar 50ml de água, que respectivamente se encontram em primeiro 24 °C e 22 °C e a final de 55 C e 31°C chegando a conclusão de que a queima do amendoim gera mais calor e maior rendimento, pois a temperatura variou de 24 °C para 55° C. Lembrando que ambas as matérias estavam previamente torradas.*

*AL<sub>6</sub>: A variação de temperatura da água na primeira atividade foi de 31°C e na segunda foi de 9°C. Ocorreu maior variação no primeiro pois o amendoim é mais energético que o pão e libera mais energia.*

*AL<sub>8</sub>: Com a combustão do amendoim saberemos o quanto de energia ele ira passar para o recipiente com água, que foi de 55°C essa foi a temperatura final da água depois da combustão do amendoim, com isso houve uma variação de 31°C na temperatura da água.*

Os alunos de EM participaram ativamente das aulas e concluem em seus relatos que o “amendoim é mais calórico que o pão, ele liberou mais energia porque a variação da temperatura da água foi maior, também o amendoim tem mais gordura do que o pão” conforme expresso por AL<sub>2</sub>.

Para ampliar os significados das observações e resultados obtidos na prática foi solicitado que cada aluno pesquisasse sobre a temática para posterior discussão em sala de aula. Na aula posterior iniciamos a discussão sobre as conclusões apresentadas pelos alunos, valorizando seus entendimentos de vivência e também ampliando seus significados sobre a composição nutricional dos alimentos e comparando com os resultados obtidos na aula prática.

Verificamos que proposta da SE favorece o trabalho interdisciplinar e motiva à pesquisa, uma vez que sua abordagem desenvolvida sob a ótica de diferentes áreas, que pelo estudo e reflexão estabelecem uma relação dialógica entre conceitos, procedimentos e atitudes. De acordo com o proposto nas Orientações Curriculares Nacionais do Ensino Médio (OCNEM) é fundamental que as escolas pensem em organizações curriculares que possibilitem o diálogo e interações por meio de propostas interdisciplinares. Nesta perspectiva, ocorreu a realização da atividade prática, no contexto da nutrição e da qualidade de vida e os alunos conseguiram produzir seus relatos e com a mediação da professora, evoluíram em suas concepções. Eles perceberam que com a combustão do amendoim e do pão, certa quantidade de energia foi transferida para a água e que existem diferentes formas de energia. Os alunos vivenciaram situações em que o conceito energia é central e unificador (ANGOTTI, 1991; AUTH, 2000) de diferentes conceitos tanto de física, quanto de biologia e outras disciplinas que constituem o currículo escolar. A atividade prática possibilitou diversos questionamentos, tais como: Por que a água aqueceu? Toda a energia da combustão foi para aquecer a água? Por que a variação da temperatura da água foi maior na queima do amendoim do que do pão? Os questionamentos permitem que os alunos manifestem suas opiniões, mesmo ainda do senso comum, mas na medida em que vão sendo problematizados torna-se possível a construção de outros significados tais como: o valor calórico dos alimentos, conceitos referentes à energia térmica, calor e temperatura. Os alunos também são instigados sobre a procedência da energia contida nos alimentos, no compromisso de fazer leituras dos textos relacionados a fotossíntese e a energia dos alimentos.

A aula de física se dá pelas discussões dos textos lidos sinalizando com a radiação solar/luz visível e seus diferentes comprimentos de onda, absorção e reflexão pelas plantas com pigmento verde, capaz de desencadear a fotossíntese convertendo energia. Também, foram estudados conceitos de Biologia e Química entendendo o processo de produção do alimento nas plantas, metabolismo no ser humano, durante a digestão, conversão de energia térmica, cinética e elétrica em outras formas de energia, a utilização da energia para o impulso nervoso, conforme expresso nas compreensões de AL<sub>4</sub>: “*Quando ingerimos o alimento proveniente das plantas, parte das substâncias entra na constituição celular e outra parte fornece a energia necessária para nossas atividades como o crescimento, a reprodução, etc*”.

Os alunos se posicionam sobre os assuntos abordados em sala de aula, por tratar de temáticas que se relacionam com o seu cotidiano. Eles têm o que falar sobre suas concepções, por exemplo, quando questionados sobre porque no inverno sentimos mais fome, ao realizar atividades físicas ou em outras situações, AL<sub>1</sub> expressa: “*Nossa energia térmica vem dos*

*alimentos que comemos que é mais transferida em forma de calor para o ambiente, quando é frio, assim temos fome”.*

Após uma sistematização com a utilização de esquemas e tópicos conceituais, leituras e conhecimentos científicos, os alunos desenvolvem suas produções textuais contemplando o processo da relação entre o Sol e o alimento, com discussão da Lei da Conservação de energia. A energia sendo um conceito fundamental da Física, em que a conservação e a transformação são princípios inerentes, ele perpassa os componentes curriculares em qualquer nível de ensino. Além disso, a vida em nosso planeta só é possível por meio de processos de transformações e/ou conversões de energia, já que os seres vivos têm como atributos básicos: crescimento, metabolismo, movimento, reprodução que dependem de alguma forma de energia. Essas relações são apresentadas nas produções conforme evidenciado no fragmento de texto de AL<sub>5</sub> e AL<sub>7</sub>:

*AL<sub>5</sub>: Para o nosso corpo funcionar, precisamos de energia e essa energia vem dos alimentos que consumimos. Mas, por trás disso ainda existem outros fatores que influenciam nessa energia, como por exemplo, a energia do Sol. [...] que emite uma radiação que proporciona a fotossíntese que é fundamental para a vida das plantas e para a nossa também. As plantas nos oferecem o alimento e o oxigênio. Quando nos alimentamos, utilizamos do nosso sistema digestório que é um conjunto de órgãos que processam os alimentos que ingerimos nos dando a energia necessária para o nosso corpo funcionar corretamente.*

*AL<sub>7</sub>: Quando ingerimos o alimento proveniente das plantas, parte das substâncias entra na constituição celular e outra parte fornece a energia necessária para nossas atividades como o crescimento, a reprodução, etc. Esse processo de liberação de energia é análogo ao de queima. Para obtê-lo é necessário material orgânico + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + energia. Essa energia é proveniente da reação de queima dos alimentos retirados do meio ambiente, por exemplo, das plantas verdes ou de animais, como os seres que se alimentam das plantas verdes.*

A sistematização, na interação entre os sujeitos envolvidos, criando condições para compreender a situação proposta a partir de diferentes visões ocorre, em sala de aula, por meio de diálogos e reflexões dos textos produzidos pelos alunos. Acredita-se que ao desenvolver sucessivas situações de estudo é possível “substituir um pensamento que isola e separa por um pensamento que distingue e une” (MORIN, 2001, p.89), visto que os estudantes são estimulados a produzir textos mais complexos, com novos entendimentos e considerando outros contextos. Os relatos dos estudantes mostram relações importantes entre a combustão dos alimentos realizada na aula experimental e o que acontece nos seres vivos. A partir destas compreensões, existe maior produção de significados e sentidos para o estudo do metabolismo celular.

O trabalho por meio de SE também, possibilita outros questionamentos, frente ao sedentarismo, à obesidade e a importância de uma alimentação saudável. Os argumentos do senso comum, após pesquisa e confronto de ideias com nutricionistas, professores de

física, biologia e química, evoluem e propiciam reflexões importantes tanto em relação aos conteúdos disciplinares quanto a importância de adquirir um estilo de vida mais saudável, visto que em uma sugestão de cardápio (feita pelos alunos) relacionaram e reconstruíram o conceito das atividades já desenvolvidas tais como: necessidades diárias de energia do ser humano, conforme idade, sexo e atividades físicas, bem como o estudo do valor calórico de diferentes alimentos. Estes parâmetros foram tabelados e calculados na disciplina de Física e os alunos foram orientados a buscar informações sobre as diferentes formas de energia, as fontes e suas relações com a sobrevivência dos seres vivos. Parte de textos apresentados e discutidos, em sala de aula, pelos estudantes está expresso a seguir:

*AL<sub>2</sub>: A luz que banha a Terra é a luz visível que é componente do amplo espectro de radiações eletromagnéticas provenientes do Sol, e que se propagam como ondas. O modo como essas ondas se propagam depende da energia: quanto mais energia uma onda tiver, menor será seu comprimento. A luz visível chega às plantas pela radiação solar através das ondas eletromagnéticas de luz visível [...]. Assim, chegando à luz visível na planta ocorrerá a fotossíntese que é um processo físico-químico realizado pelos seres vivos clorofilados, em que eles utilizam dióxido de carbono e água, para obter glicose através da luz. Este é um processo do anabolismo, em que a planta acumula energia a partir da luz para uso no seu metabolismo, formando, adenosina trifosfato, o ATP, a moeda energética dos organismos vivos.*

*AL<sub>2</sub>: [...] que emite uma radiação que proporciona a fotossíntese que é fundamental para a vida das plantas e para a nossa também. Assim, podemos perceber que sem o Sol não vivemos, além de ele nos aquecer, ainda nos dá o alimento que alimenta o nosso alimento: os animais. As plantas sintetizam seu próprio alimento o resultado do seu metabólito é liberação de O<sub>2</sub>.*

Observa-se que AL<sub>2</sub> e AL<sub>5</sub> já expressam um entendimento sobre a fotossíntese na medida em que falam da produção de alimentos e que estes são constituídos de substâncias e energia, as quais permitem novas conversões de energia para garantir a vida, usado para a sobrevivência dos outros seres humanos. Pelos recortes apresentados verificamos uma boa inter-relação entre o que foi discutido na aula prática (combustão do amendoim e do pão), nas aulas de Biologia (metabolismo) e em outras aulas de Física quando foi abordado o assunto sobre ondas e energia. Essa capacidade de síntese, dos diversos conteúdos abordados em sala de aula, mostra contribuições importantes do trabalho na forma de SE.

Ao discutir a variação da temperatura da água um dos conceitos trabalhados foi sobre energia térmica e energia cinética, como expresso nas manifestações, por exemplo, AL<sub>3</sub> afirma que a “*energia térmica é uma forma de energia que está diretamente associada à temperatura absoluta de um sistema e corresponde à soma das energias cinéticas de suas partículas*”.

As manifestações dos estudantes evidenciam as relações e interações estabelecidas por eles nas suas produções com significados frente ao conceito energia e suas transformações. O

conceito de transformação apontado relaciona a energia luminosa, quando se transforma em energia química. A partir de questionamentos no decorrer da SE foram trabalhados outros conceitos relacionados com a atividade de combustão dos alimentos o que possibilitou trabalhar as formas de propagação do calor, escalas termométricas e dilatação térmica. Desta forma, gradativamente professores e alunos podem contribuir pela sua inserção na sociedade, na transformação da realidade, pelo permanente questionamento reconstrutivo (DEMO, 1998).

### **Considerações Finais**

O desenvolvimento da “SE: Nutrição e Qualidade de Vida” permitiu integrar Os conceitos de diferentes disciplinas tendo a energia como conceito unificador. Essa reorganização curricular é uma concepção de ensino que auxilia na compreensão dos conteúdos escolares por ser uma estratégia de ensino que permite articulação do ensino e da pesquisa escolar, como constitutiva da formação básica e da formação docente contínua. Desta forma, a pesquisa mostra que ao abordar uma temática relacionada com as suas vivências dos sujeitos possibilita que todos se envolvam ativamente e participem de seu processo de aprendizagem, não mais como receptores de informação. Os próprios estudantes revelaram que, quando se trabalha de forma contextualizada, seus entendimentos se ampliam e a interação entre colegas, professores e alunos, possibilita a construção de novos conhecimentos relacionados aos conteúdos abordados, em sala de aula. Os vários momentos de discussão permitiram que os conceitos fossem ressignificados e que os estudantes passassem, aos poucos, a se apropriar deles.

A discussão e a elaboração de um trabalho interdisciplinar exigem rompimento com estruturas pré-estabelecidas, o que nem sempre é possível e aceita pelo grupo de professores. Além dos conceitos trabalhados, esta SE permite o aprofundamento de outros conceitos importantes que poderiam ser explorados, mas isso mostra que a importância de um processo em permanente reconstrução. A reconstrução do conhecimento é resultado das relações interpessoais marcadas pela história pessoal e social que cada um é autor e assim cada integrante desse processo, estudante e professor, se constitui em sujeito transformador, na medida em que problematiza e dialoga entre diferentes áreas do conhecimento. O trabalho indica que podemos avançar com propostas de ensino que contemplem as necessidades e realidades dos alunos, como atividades práticas, o trabalho interdisciplinar e a formação do aluno pela pesquisa.

A pesquisa aponta a necessidade do compartilhamento de saberes no grupo de professores e com os alunos, de modo a atender a complexidade dos conceitos a serem desenvolvidos na educação básica. A partir das atividades vivenciadas, em sala de aula, verificamos que a SE é uma concepção de ensino que contribui na formação do professor e do aluno reflexivo. Qualifica o professor por estar em constante busca de conhecimentos, pela abertura ao diálogo e construção de diferentes formas de ensino e ao aluno por propiciar sua



participação efetiva no processo de ensino e aprendizagem pela formação pela pesquisa. Sendo a SE uma temática da vivência dos alunos, favorece a ampliação e complexidade dos conteúdos escolares, por meio de projetos de pesquisas possibilitando a construção de novos conhecimentos.

### **Referências**

ANGOTTI, J.A. *Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências*. 1991. Tese (Doutorado). Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP), S P: 1991.

ARAÚJO, M. C. P.; BOFF, E. T. O. *Energia: um conceito unificador em sucessivas situações de estudo*. [seer.ufrgs.br/CadernosdoAplicacao/article/download/17339/23016002](http://seer.ufrgs.br/CadernosdoAplicacao/article/download/17339/23016002). Porto Alegre: UFRGS, 2011.

AUTH, et al. *Compreensão das ciências naturais como área de conhecimento no ensino médio- conceitos unificadores*. ENPEC, 2005.

BOFF, Eva Teresinha de Oliveira; HAMES, Clarines; FRISON, Marli Dallagnol (Org). *Situação de Estudo: Alimentos Produção e Consumo. Alimentação Humana*. Ijuí: UNIJUI, 2006.

BOFF, Eva Teresinha de Oliveira. *Processo Interativo: Uma possibilidade de produção de um currículo integrado e constituição de um docente pesquisador-autor e ator do seu fazer cotidiano escolar*. Tese de doutorado, Porto Alegre-RS: PPG: Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, UFRGS, 2011.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, SECRETARIA DA EDUCAÇÃO BÁSICA *Orientações Curriculares Nacionais Brasília: 2006. vol. 2.*

CARR, Wilfred e KEMMIS, Stephen. *Teoría Crítica de la Ensenanza — La Investigación/Acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Marinez Roca S. A., 1988.

DEMO, Pedro. *Educar pela pesquisa*. Campinas: Autores Associados, 1998.

GALIAZZI, M. *Educar pela pesquisa. Ambiente de formação de professores de ciências*. Editora UNIJUI-RS, 2003.

GALIAZZI, Maria do Carmo et al. *Educação Pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de Ciência*. *Ciência& Educação*, 2002. v. 8, n. 2, p. 237-252,

HERNANDEZ, C. L. & TERRAZZAN, E. A. *Uma atividade Experimental Investigativa de Roteiro Aberto Partindo de Situações do Cotidiano*. Atas VIII EPEF, Águas de Lindóia, 2002.

MALDANER, O. *A formação inicial e continuada de professores de Química: Professores/Pesquisadores*. Ijuí RS. Ed: UNIJUI. Coleção Educação em Química. 2000.

MALDANER, O. ZANON, L. B. *SE: uma organização curricular que extrapola a formação disciplinar em ciências*. Espaço da escola, v.1. n. 41, p.45-60, Ed: UNIJUI, Ijuí, RS. jul/set.2001.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. *Análise textual: discursiva*. Ijuí: Unijuí, 2007.

MORIN, E. *A cabeça bem feita: Repensar a reforma, reformar o pensamento*. Tradução Eloá Jacobina. Ed: Bertrand Brasil, R.J, 2000.

MORIN, Edgar. *A Religação dos Saberes: O desafio do século XXI*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2001.

VIGOTSKI, L. S. *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

## 6.5 PARTICIPAÇÃO EM PRODUÇÕES DECORRENTES DO PROCESSO DE PESQUISA



Santo Ângelo de 22 a 24 de maio de 2013.

CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA ESTRUTURANTE ENERGIA: REALIZAÇÃO E DISCUSSÃO DE ATIVIDADE PRÁTICA NA ARTICULAÇÃO DA ÁREA DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS (CNT)

Franciele Kollas (DcVida – Ciências Biológicas – Unijuí – Bolsista PIBIC/CNPq);  
Fabiele Korte Ribas (DcVida – Química – Unijuí – Bolsista FAPEGS);  
**Rita Acacia Dalberto da Silva** (Professora Física – Escola Pública – Mestranda UFRGS);  
Maria Cristina Pansera de Araújo (Professora DcVida – Unijuí);  
Eva Teresinha de Oliveira Boff (Professora DcVida – Unijuí).

**Resumo:** Nesse artigo, relatamos a experiência do trabalho docente na proposta metodológica da Situação de Estudo “Alimentos”, desenvolvida nas disciplinas de Biologia e Física no segundo ano do ensino médio de uma escola de Educação Básica. As seguintes questões orientaram a reflexão: Quais as contribuições da realização de atividade prática no processo de aprendizagem quando é proposta como investigação? Pode-se evidenciar o aprendizado dos alunos após contextualização do tema estruturante “Energia” nas disciplinas de Física e de Biologia? Para responder as questões, realizamos uma pesquisa qualitativa do tipo pesquisa-ação, em que os pesquisadores são sujeitos envolvidos no contexto, e consideramos as narrativas autobiográficas como instrumentos de análise. A prática em sala de aula e o desenvolvimento da SE levaram a reflexão sobre a realização de atividade experimental na perspectiva investigativa, e contextualizada sob a ótica da Biologia e da Física. A pesquisa evidencia que as propostas metodológicas interdisciplinares permitem ao educador criar contato com seus alunos de maneira dialógica e integrada. Isso possibilita reconhecer quais são as curiosidades acerca de determinado conceito e/ou fenômeno, e ao mesmo tempo direcionar os educandos a formularem e organizarem suas ideias, de modo a permitir que eles produzam novos níveis de compreensão.

**Palavras-chave:** Ensino e aprendizagem, interdisciplinaridade, Situação de Estudo.

### INTRODUÇÃO

Pensar acerca dos problemas relacionados à educação é sempre desafiador, pois remete a uma série de questionamentos. Buscas por respostas proporcionam reflexões e superação dos entraves à qualidade educacional, apontados pelas pesquisas: ensino tradicional

marcado pelo repasse de conteúdos, desconectado da realidade dos alunos e pouco eficiente para a construção de conhecimentos. Para romper a linearidade educacional de propostas curriculares fragmentadas e sem sentido aos educandos, a contextualização do ensino é sinalizada pelos diversos pesquisadores da área como alternativa para conduzir a uma aprendizagem significativa.

O contexto pode ser abordado em múltiplas dimensões, assim, a contextualização permite que os conteúdos sejam tratados de forma interdisciplinar. Essa articulação entre as disciplinas, promovida pela aprendizagem contextual, não deve ser vista como simples produto suplementar; sem ela o conhecimento produzido pelos educandos será fragmentado e de pouca utilidade prática. Um recorte retirado dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) exemplifica o que se entende por conteúdo interdisciplinar:

para compreender a energia em seu uso social, as considerações tecnológicas e econômicas não se limitam a nenhuma das disciplinas, tornando essencial um trabalho de caráter interdisciplinar. Na produção de combustíveis convencionais ou alternativos, com a utilização de biomassa atual, como a cana-de-açúcar, ou de biomassa fóssil, como o petróleo, a fotossíntese, estudada na Biologia, é o início para a produção natural primária dos compostos orgânicos, enquanto outros processos químicos são necessários à sua transformação e industrialização. Na geração hidrelétrica, termelétrica ou eólica, além da eventual contribuição de conceitos químicos e biológicos, a produção de eletricidade decorre de técnicas e processos estudados na Física, centrais para compreender e manipular fluxos naturais de matéria e energia, como a radiação solar, a evaporação, as convecções, as induções eletromagnéticas, as correntes elétricas e sua dissipação térmica. (BRASIL, 2002, p. 30).

Compreende-se, em geral, que a contextualização poderá ser proposta através de temas sociais e situações reais dinamicamente articuladas, possibilitando a discussão, transversalmente aos conteúdos e aos conceitos das diversas disciplinas. Com intuito de propiciar esse tipo de abordagem para o ensino da CNT no Nível Médio, os PCN<sup>+</sup> trazem uma proposta de organização dos conteúdos, que leva em consideração a vivência individual dos alunos e a sociedade em sua interação com o mundo, denominados Temas Estruturadores (TE).

A proposta de contextualização é focada no desenvolvimento de habilidades e competências, valorizando a individualidade e as vivências dos alunos, de maneira que o professor será o mediador no percurso da aprendizagem possibilitando a conexão do empírico com o científico, como é destacado a seguir.

A função de selecionar e organizar os conteúdos a serem ensinados [...], permitem o desenvolvimento de um conjunto de conhecimentos de forma articulada, em torno de um eixo central com objetos de estudo, conceitos, linguagens, habilidades e procedimentos próprios. (BRASIL, 2002, p. 90).

Uma educação com características mais próximas dos educandos e adequadas à realidade dos mesmos proporciona a busca por um saber mais integrado. Conforme Fazenda (2008), ao buscar um saber mais integrado e livre, a interdisciplinaridade conduz a uma metamorfose que pode alterar completamente o curso dos fatos em educação, pode transformar o sombrio em brilhante e alegre, o tímido em audaz e o arrogante e a esperança em possibilidade.

Desta forma a Situação de Estudo (SE) contribui na formação de um professor reflexivo, pesquisador de sua prática, pois ao produzir o currículo torna-se possível refletir sobre seu trabalho em sala de aula e articular saberes de diferentes áreas do conhecimento. Algumas vivências com SE permitem assumir e acreditar que a prática possibilita ao professor autonomia para construir sua aula, sua proposta de trabalho, rompendo com o formalismo lógico da teoria, trazendo para a sala de aula nova proposta de ensino e de aprendizagem.

Neste trabalho serão discutidos os resultados de reflexões sobre metodologias de ensino abordadas no decorrer do desenvolvimento da SE – “Alimentos”, e principalmente sobre a importância de realizar atividades práticas no sentido de investigação propiciando problematizar o ensino. Para visualizar a importância da contextualização e da interdisciplinaridade, propiciadas no desenvolvimento de uma SE e também, buscando uma alternativa para abordá-las no processo de ensino, é nossa proposta para o presente trabalho responder às seguintes questões de pesquisa: Quais as contribuições da atividade prática no processo de aprendizagem quando esta é proposta com característica de investigação? Pode-se evidenciar o aprendizado dos alunos após contextualização do tema estruturante “Energia” nas disciplinas de Física e de Biologia?

## **METODOLOGIA**

O trabalho tem como instrumento as narrativas autobiográficas do decorrer do desenvolvimento da SE, durante um trimestre letivo; bem como as observações, as vivências e as anotações em diário de bordo, transcrições de trabalhos de pesquisa feitos pelos alunos do ensino médio, serão o aporte empírico para reflexão teórica. As aulas de Física e de Biologia foram acompanhadas e áudio-gravadas. Enfatizamos o desenvolvimento de uma das atividades práticas – a queima do amendoim e do pão realizada durante a aula de Física.

O experimento constou dos seguintes itens: objetivo- avaliar o conteúdo energético de um grão de amendoim; foram necessários 50 ml de água, cuja temperatura inicial foi verificada, também foi pesado o grão de amendoim torrado e sem casca, os valores de massa e

temperatura inicial foram anotados. Após foi efetuada a combustão do amendoim, que estava em um suporte feito com um clipe metálico colocado abaixo do recipiente com a água. Com um fósforo foi ativada a combustão do amendoim e após essa, foi verificada a temperatura novamente com intuito de medir o aumento da temperatura, assim os alunos puderam calcular a quantidade de energia transferida. Da mesma forma, o pão foi torrado, os valores da massa e temperatura inicial da água foram anotados. Em seguida, foi realizada a combustão do pão, assim como foi feito com o amendoim.

Após a execução do experimento foi solicitado pela professora de Física que os alunos levantassem hipóteses sobre o que aconteceu, a partir do seu conhecimento empírico, que constituiu o primeiro texto base. Durante o trimestre os conceitos iniciais foram retomados e discutidos tanto nas aulas de Biologia quanto de Física, constituindo uma nova reflexão pelos estudantes da escola. No decorrer do trimestre, as professoras de Física e de Biologia contextualizaram os conceitos científicos envolvidos na atividade e os alunos puderam produzir um texto mais elaborado, articulando o conhecimento físico e biológico, além do trabalhado em sala de aula. Os estudantes foram orientados a pesquisar, para que a redação do texto fosse coesa e articulasse o conhecimento, cujos trechos foram analisados e discutidos. Para as discussões realizadas acerca da atividade experimental, foram trazidos relatos de sala de aula, feitos pela professora de Física, que chamamos de PF, que desenvolveu a mesma junto aos alunos. Esses relatos referem-se às compreensões que foram produzidas pelos educandos após o desenvolvimento da mesma. Na segunda atividade proposta, que diz respeito ao relatório produzido para as disciplinas de Física e de Biologia, foram feitas análises e transcrições dos textos elaborados pelos alunos envolvidos na pesquisa da SE “Alimentos”, os mesmos foram identificados por códigos, os alunos como “AL”. Isso, seguido de um número, correspondente ao sujeito, por exemplo, “AL1”.

Este estudo insere-se numa abordagem qualitativa, em que os pesquisadores são sujeitos inseridos no contexto, valorizando percepções pessoais e aspectos descritivos, concordando com André & Ludke (1986). Todos os componentes da situação e suas interações são vistos na pesquisa como relação entre sujeitos, portanto dialógica, na qual os pesquisadores são parte integrante do processo, que visa entender como metodologias de ensino propostas pela SE podem favorecer o processo de aprendizagem articulando as diferentes áreas das CNT.

## RESULTADOS E DISCUSÃO

Os relatos trazidos a seguir mencionam-se a uma aula de Física realizada com alunos do 2º ano do ensino médio em que a SE “Alimentos” era desenvolvida. Durante uma das aulas foi realizada atividade experimental com intuito de instigar os alunos a pensarem na combustão de alimentos e como a energia produzida no processo era dissipada. A proposta deu-se visto que, nas aulas de Biologia, os alunos estavam aprendendo sobre metabolismo e constituição dos alimentos. Como já tinham uma ideia previa, o intuito era, nas aulas de Física, ampliar os conhecimentos já produzidos ensinando-os também, a calcular a quantidade de energia proveniente de diferentes fontes alimentares no caso o pão rico em carboidratos e o amendoim rico em lipídeos.

A atividade experimental então proposta diz respeito à queima do pão e do amendoim. O que evidenciamos da mesma e constatamos ser importante relatar no presente texto refere-se às considerações feitas pelos educandos, após a execução da experimentação, para explicar o fenômeno. Essas discussões que sucedem a atividade e que nos permitiram identificar o nível de aprendizado conquistado pelos educandos são relatadas pela própria professora de Física que conduzia a aula, e serão apresentadas a seguir:

*PF: Ao verificarem a quantidade de energia liberada para a água durante a combustão de cada um dos alimentos, a maioria dos alunos chegou à conclusão que, o amendoim é mais energético que o pão, pois variou mais a temperatura da água. Posteriormente iniciamos a discussão sobre a conclusão a qual chegaram a respeito do experimento, a partir disso, alguns já concluíam que o amendoim tem mais gordura que o pão. Valorizando os entendimentos e as vivências dos estudantes e também a ampliação de significados através de pesquisas sobre a composição nutricional dos dois alimentos, passaram a concluir ser o amendoim, mais calórico.*

Outros questionamentos lançados pela professora e discutidos pelos alunos, sobre a atividade experimental desenvolvida e que são importantes de serem documentados aqui foram: Por que a água aqueceu? Toda a energia da combustão foi para aquecer a água? Conforme palavras da professora os alunos responderam que:

*PF: o aquecimento da água deu-se, pois, o amendoim, assim como o pão transferiu sua energia, na forma de calor, para a água, permitindo o aumento de sua temperatura. No entanto, para a maioria dos alunos toda energia liberada pela combustão dos alimentos foi para aquecer a água, eles não conseguiram visualizar que houve perda para o ambiente. Visualizamos aqui as colocações de senso comum e posteriormente a apropriação de conceitos referente à energia térmica, calor e temperatura.*

Diante do exposto, evidenciamos que os alunos além de aprenderam a calcular o conteúdo energético de um alimento, souberam explicar o motivo pelo qual ocorreu a variação da temperatura da água. Eles conseguiram assim, significar seu conhecimento empírico, apropriando-se de conceitos científicos, especialmente àqueles relacionados à

energia térmica, calor e temperatura. Além do mais, foi possível notar efetiva participação dos alunos na elaboração da atividade, no levantamento de questionamentos, para responder a professora e nas discussões sobre o experimento.

Ao desenvolver a SE é possível contextualizar o experimento a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, conduzindo assim a assimilação do conhecimento científico. Segundo Maldaner (2012), as crianças, os jovens nascem em um mundo cultural e sua significação dá-se no cotidiano, através de relações que se estabelecem com as pessoas com as quais convivem e, com instrumentos. “Produz-se, então, um saber do cotidiano, pré-escolar, que também desenvolve a pessoa. Esse saber é importante, inclusive para que o conhecimento científico/escolar possa acontecer e sobre ele se produza consciência.” (MALDANER, 2012, p.113).

Nesse sentido, é essencial que o professor construa atividades em que se proponha reconhecer esses saberes, o que refere à possibilidade de aprofundamento dos professores no conhecimento que os alunos já possuem sobre conteúdos a serem trabalhados. É relevante, entretanto, salientar que a atividade experimental deve ser utilizada como atividade investigativa, que permita ao aluno expressar suas ideias para que os conceitos sejam construídos e aprofundados gradativamente, sempre contando com a participação dos alunos nesse processo, não como uma atividade para simples comprovação da teoria, nem tão pouco servir apenas como motivação.

Sobre este último aspecto “cabe apenas lembrar o que sabem todos que alguma vez, como professores, desenvolveram atividades experimentais: nem sempre as atividades experimentais são motivadoras para os alunos.” (GALIAZZI, 2001, p. 254). Schnetzler (2010) afirma que de maneira diferente ao que acontece no ensino tradicional, em que as atividades experimentais são utilizadas apenas para ilustrar um conteúdo ao seu final, em abordagens alternativas a experimentação assume novo formato. É vista como “fonte de investigação, de elaboração e testagem de hipóteses, de busca de interpretações por parte dos alunos, configurando uma relação epistemológica mais contemporânea entre teoria e experimentação”. (SCHNETZLER, 2010, p. 68). Defende-se, portanto:

uma abordagem de temas sociais (do cotidiano) e uma experimentação que, não dissociadas da teoria, não sejam pretensos ou meros elementos de motivação ou de ilustração, mas efetivas possibilidades de contextualização dos conhecimentos [...], tornando-os socialmente mais relevantes. (BRASIL, 2006, p. 117).

Em sequência a atividade, os alunos ficaram no compromisso de fazer leituras dos textos encaminhados sobre fotossíntese e energia dos alimentos. Em encontro posterior, foram desafiados pela professora e com seu auxílio, a fazer uma retomada sobre o que já aprenderam



sobre a radiação solar, graças à fusão nuclear, sinalizando para a luz visível, com seus diferentes comprimentos de onda, absorção e reflexão pelas plantas com pigmento verde, capaz de desencadear a fotossíntese. Foi importante retomar com os alunos durante as discussões alguns conceitos de Biologia e Química, propiciando entenderem o processo de geração do alimento nas plantas, que para o ser humano, por exemplo, na digestão (combustão) libera energia necessária para manter a temperatura do corpo (transferência de calor), energia cinética dos músculos e elétrica para os impulsos nervosos.

Após essa sistematização por esquema e tópicos conceituais, leituras e conhecimentos científicos construídos em sala de aula, nas disciplinas de Física e Biologia, os alunos realizaram suas produções textuais contemplando todo o processo da relação entre o Sol e o alimento assegurando a Lei da Conservação de energia. A energia sendo um conceito fundamental da Física, em que a conservação e a transformação são princípios inerentes e perpassam todos os componentes curriculares em qualquer nível de ensino torna-se um tema capaz de promover diferentes níveis de aprendizagem pelos educandos.

Além disso, a vida em nosso planeta só é possível por meio de processos de transformações e/ou conversões de energia, já que os seres vivos têm como atributos básicos: crescimento, metabolismo, movimento, reprodução que dependem de alguma forma de energia (NONENMACHER; BOFF; ARAÚJO, 2011).

### **O processo ensino e aprendizagem considerando a formação pela da pesquisa**

O trabalho feito pelos educandos foi trazido com a intenção de evidenciar o nível de aprendizagem apresentado pelos alunos após a Problematização dos conceitos científico-escolares e suas compreensões em uma dimensão interdisciplinar. Existem vários estudos realizados com intuito de entender quais metodologias são mais eficazes no processo de aprendizagem, contudo a prática em sala de aula nos levou a reflexão sobre a pesquisa, direcionada aos alunos após realização de atividade prática com intuito de investigação. Maldaner (2003, p.105) salienta que:

a atividade experimental (...) de qualquer ciência, é aproximar os objetos concretos das descrições teóricas criadas, produzindo idealizações e, com isso, originando sempre mais conhecimento sobre esses objetos e, dialeticamente, produzindo melhor matéria-prima, melhores meios de produção teórica, novas relações produtivas e novos contextos sociais e legais da atividade produtiva intelectual.

No sentido de construir o conhecimento, as professoras contextualizaram a atividade prática direcionando esta etapa de forma dialógica, com intuito de explorar o tema estruturante “Energia” tanto na ótica da Física como da Biologia, visto que o desenvolvimento

da SE “Alimentos” estava ancorada a pressupostos de conhecimentos empíricos dos alunos e a metodologia de ensino tinha como intuito significar cientificamente o aprendizado.

Desta forma os alunos foram instigados a entender como o processo estava acontecendo, qual a relação da combustão do amendoim e a liberação de energia que aqueceu a água com as reações metabólicas do corpo humano a partir da alimentação gerando energia? A pesquisa foi sugerida com propósito de oportunizar para o aluno a autoria de seu conhecimento, relacionando o conhecimento físico e biológico, de maneira que o professor fosse mediador desse processo, estabelecendo relações assimétricas entre o ensino e a aprendizagem para que esta seja satisfatória.

Ao redigir o texto os estudantes precisavam ultrapassar os conceitos dialogados em sala de aula, tinham o desafio de buscar em fontes confiáveis subsídios para conseguir expressar as suas respostas de forma autêntica, lembrando que esta etapa de seletividade já proporcionava conexão entre a teoria e a prática na própria busca de informações, estas deveriam atender assim as expectativas do ensino de ciências que tem por objetivo estimular os alunos a levantar hipóteses, explicando concepções sobre determinados fatos, e deixando claro que não existem fórmulas definitivas nem respostas prontas nesta área.

Para subsidiar nossa reflexão traremos a seguir alguns trechos da escrita de alguns alunos no texto redigido em trabalho de sistematização do trimestre nas disciplinas de física e biologia como mencionado anteriormente.

*AL1: A energia que faz nosso corpo funcionar é obtido através dos nutrientes dos alimentos, como a glicose, as proteínas e os carboidratos. (A queima da glicose é um dos principais meios de fornecimento para o nosso organismo). Da mesma forma que os combustíveis fornecem diferentes quantidades de energia, os alimentos, por terem constituintes diferentes, ao serem queimados, também fornecem diferentes quantidades de energia.*

*AL2: A luz que banha a Terra é a luz visível que é componente do amplo espectro de radiações eletromagnéticas provenientes do Sol, e que se propagam como ondas. O modo como essas ondas se propagam depende da energia: quanto mais energia uma onda tiver, menor será seu comprimento. A luz visível chega nas plantas pela radiação solar através das ondas eletromagnéticas de luz visível [...]. Assim, chegando à luz visível na planta ocorrerá a fotossíntese que é um processo físico-químico realizado pelos seres vivos clorofilados, em que eles utilizam dióxido de carbono e água, para obter glicose através da luz. Este é um processo do anabolismo, em que a planta acumula energia a partir da luz para uso no seu metabolismo, formando, adenosina trifosfato, o ATP, a moeda energética dos organismos vivos. A fotossíntese inicia a maior parte das cadeias alimentares na Terra. Sem ela os animais e muitos outros seres heterotróficos seriam incapazes de sobreviver porque a base da sua alimentação estará sempre nas substâncias orgânicas proporcionadas pelas plantas verdes.*

*AL3: [...] após o alimento passar por todo esse processo ocorre à combustão que é a liberação de energia. A energia térmica é uma forma de energia que está diretamente associada à temperatura absoluta de um sistema e corresponde à soma das energias cinéticas que suas partículas constituintes possuem em virtude de seus movimentos de translação, vibração ou rotação. (AL continua falando dos tipos de energia).*

*AL4: Quando ingerimos o alimento proveniente das plantas, parte das substâncias entram na constituição celular e outra parte fornece a energia necessária para nossas atividades*

*como o crescimento, a reprodução, etc. Esse processo de liberação de energia é análogo ao de queima. Para obtê-lo é necessário material orgânico + O<sub>2</sub> = CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + energia. Essa energia é proveniente da reação de queima dos alimentos retirados do meio ambiente, por exemplo, das plantas verdes ou de animais, como os seres que se alimentam das plantas verdes.*

*AL5: Para o nosso corpo funcionar, precisamos de energia e essa energia vem dos alimentos que consumimos, mas por trás disso ainda existem outros fatores que influenciam nessa energia, como por exemplo, a energia do Sol. [...] que emite uma radiação que proporciona a fotossíntese que é fundamental para a vida das plantas e para a nossa também. Assim, podemos perceber que sem o Sol não vivemos, além de ele nos aquecer, ainda nos dá o alimento que alimenta o nosso alimento: os animais. As plantas sintetizam seu próprio alimento o resultado do seu metabólito é liberação de O<sub>2</sub> esse é muito importante para o nosso sistema respiratório e, quando nos alimentamos, vão ocorrer várias transformações químicas no nosso sistema digestório que é um conjunto de órgãos que processam os alimentos que ingerimos nos dando a energia necessária para o nosso corpo funcionar corretamente. [...]. A energia que esses nutrientes nos dão resultam em energia térmica para manter a temperatura normal do nosso corpo que é 36°C, resulta também em energia cinética para o movimento dos músculos e energia elétrica para o funcionamento do cérebro.*

Analisando a escrita dos alunos é possível evidenciar as relações que trazem entre os conteúdos trabalhados, por exemplo, a fotossíntese deixa de ser apenas memorizada como uma fórmula química sem sentido, o intuito é justo o que aparece nos trechos transcritos relacionar as diferentes formas de vida, fazendo com que o aluno perceba na esfera biológica que as plantas não fazem fotossíntese com intuito de produzir gás oxigênio para nós humanos como dito de maneira intrínseca em vários postulados falso cientistas, mas sim, a função metabólica da fotossíntese é para planta sintetizar seu próprio alimento a partir da luz solar, e que em nos humanos ocorre o processo de “combustão” claro que de forma química para que os nutrientes ingeridos sejam degradados afim de nos oferecer energia.

A pesquisa articulada com a prática e a contextualização evidenciou uma metodologia interessante no processo da aprendizagem, pois no decorrer das aulas, os alunos traziam dúvidas que iam surgindo à medida que realizavam a pesquisa, até mesmo a respeito da estrutura do texto, onde a disciplina de português se torna aliada importante. A SE propôs trabalhar com alimentação, mas em um desfecho que vai além de ter bons hábitos e em termos de saúde, sim este aspecto foi bem explorado, mas com a ótica física pode-se aprofundar ainda mais o conteúdo, propiciando entender o processo todo, desde o princípio e os diferentes recursos que organismos vivos utilizam para obter energia.

Portanto trabalhar de forma interdisciplinar propiciou a conexão entre as diferentes áreas, significando o aprendizado. Ao desenvolver a proposta de forma integrada é preciso existir comunicação entre as disciplinas e os conteúdos desenvolvidos para que estes possam ser compreendidos em múltiplas esferas do conhecimento, sendo assim proposta:

A interdisciplinaridade não dilui as disciplinas, ao contrário, mantém sua individualidade. Mas integra as disciplinas a partir da compreensão de múltiplas

causas ou fatores que intervêm sobre a realidade e trabalha todas as linguagens necessárias para a constituição de conhecimentos, comunicação e negociação de significados e registro sistemático dos resultados. (BRASIL 1999, p.89).

O intuito de trabalhar de forma coletiva é facilitar o processo de aprendizagem, e despertar no aluno a curiosidade necessária para fazer ciências. Como expresso nos trechos acima citados, evidenciou-se que, no decorrer das aulas, os estudantes foram envolvendo-se no processo de construção do conhecimento articulando as atividades biológicas e físicas. O desafio de estabelecer relações contextualizadoras, através do tema estruturante energia, foi possível devido ao forte envolvimento das professoras das disciplinas antes mencionadas e da interação universidade-escola.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A prática interdisciplinar é desafiadora, não no sentido de ser necessário que um mesmo professor domine saberes de todas as áreas, mas sim no sentido de desenvolver um trabalho em equipe, que contemple as diferentes disciplinas. A forma dialógica, de tratar os conceitos estruturantes do ensino médio permitiu conectar as disciplinas, proporcionando efetiva compreensão dos conteúdos escolares, em especial a Física articulada com a Biologia. A etapa de planejamento da SE envolveu também a tomada de consciência sobre a importância de buscar reconhecer o que os educandos trazem consigo de suas vivências para dar início as atividades, à introdução dos conceitos escolares. É essencial buscar trazer esses saberes e outros, produzidos pelas crianças e jovens, para proporcionar um ensino significativo das ciências.

Na perspectiva de trabalhar articuladamente com as diferentes áreas, a SE “Alimentos” tornou-se importante aliada no desenvolvimento metodológico das aulas de Física e Biologia, pois proporcionou aos professores das disciplinas trabalharem de forma dialógica os conceitos científicos relacionando com circunstâncias cotidianas. A SE desenvolvida trouxe uma diferente participação dos alunos com questionamentos, discussões, transparência, coerência e mais envolvimento nas tarefas e elaboração dos trabalhos, oportunizando e desafiando os mesmos para a pesquisa constante, como forma de construção de novos conhecimentos, capacitando sujeitos críticos. Também trouxe a contextualização e novos conceitos para serem aprendidos, pois relacionou percepções anteriores nas situações reais e de vivência dos educandos com conceitos de sala de aula, fazendo com que ambos evoluam em significado.

Com o desenvolvimento da SE e da atividade experimental foi possível evidenciar que as mesmas permitem ao educador criar contato com seus alunos de maneira dialógica e integrada. Possibilita reconhecer quais são suas curiosidades e conhecimentos prévios acerca

de determinado conceito e/ou fenômeno, direcionando os educandos a formularem e organizarem suas ideias acerca do fenômeno visualizado, permitindo que com o observado, o conhecimento científico/escolar possa se desenvolver em novos níveis de compreensão. Sendo assim, desenvolver o projeto oportunizou identificar aspectos que podem ser lapidados e o tema estruturante “Energia” aprofundada, sob outras óticas disciplinares, que não estão presentes no contexto por inúmeros fatores. A continuidade da pesquisa dará aporte teórico para reflexões, para fazer e refazer a prática pedagógica, conseguindo assim, o professor, aperfeiçoar e estar em constante evolução na trajetória do ensino.

## REFERÊNCIAS

- ANDRÉ, M.E.; LUDKE, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EDU, 1986.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação. **Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SE, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SE, 2006.
- FAZENDA, C. Ivani Catarina (Org.). **Didática e Interdisciplinaridade**. São Paulo: Papitus Editora, 2008.
- GALIAZZI, Maria do Carmo et al. **Objetivos das Atividades Experimentais no Ensino Médio: a Pesquisa Coletiva como Modo de Formação de Professores de Ciências**. *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.249-263, 2001.
- MALDANER, Otávio Aloísio. **A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: Professores/Pesquisadores**. Ijuí: Unijuí, 2003.
- MALDANER, Otavio Aloisio. **Uma História Pessoal no Ensino de Química**. In: MÓL, Gerson de Souza. *Ensino de Química – Visões e Reflexões*. Ijuí: Unijuí, p. 105-119, 2012.
- NONENMACHER, Sandra Elizabet Bazana; BOFF, Eva Teresinha de Oliveira; ARAÚJO, Maria Cristina P. **Repercussões da Situação de Estudo no Currículo de Física do Ensino Médio**. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2011, Manaus. XIX SNEF- Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2011.
- SCHNETZLER, Roseli P. **Apontamentos Sobre a História do Ensino de Química no Brasil**. In: SANTOS, Wildson Luiz P. dos; MALDANER, Otávio Aloísio. *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí, p. 51 – 99, 2010.



## 6.6 SITUAÇÃO DE ESTUDO: UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO QUE CONTRIBUI PARA A SIGNIFICAÇÃO DOS CONCEITOS DE CIÊNCIAS

Vanessa Francisconi<sup>1</sup>, Débora Daniela Wendland Amorim<sup>2</sup>, Rita Acacia Dalberto da Silva<sup>3</sup>, Eva Teresinha de Oliveira Boff<sup>4</sup>.

<sup>1-</sup> Bolsista PIBIC/FAPERGS, Curso de Ciências Biológicas.

<sup>2-</sup> Bolsista PIBIC/FAPERGS, Curso de Física.

<sup>3-</sup> Mestranda em Educação nas Ciências-UFRGS.

<sup>4-</sup> Professora Doutora, Orientadora, vinculada ao Departamento Ciências da Vida – UNIJUÍ.

### **Introdução:**

Em 2011, foi proposta uma reestruturação curricular do Ensino Médio no Estado do Rio Grande do Sul, denominado Ensino Médio Politécnico (EMP). A preocupação de mudança é decorrente da análise feita no Ensino Médio gaúcho, que mostrou um alto grau de repetência e de abandono escolar. A proposta foi elaborada apoiando-se na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), de 1996 e em proposições teóricas e metodológicas amplamente difundidas na academia, que também, vieram a emergir nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), de 2013.

As bases teóricas que fundamentam o desenvolvimento do Ensino Médio Politécnico (EMP) consideram como essencial uma educação com articulação interdisciplinar do trabalho pedagógico, entre as grandes áreas do conhecimento (Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias; Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias). Além disso, a relação teoria e prática, a pesquisa como princípio pedagógico, a avaliação emancipatória, o reconhecimento dos saberes dos educandos, o trabalho como princípio educativo, a politécnica como conceito estruturante do pensar e fazer, a relação dos estudos escolares com o mundo do trabalho e o planejamento coletivo são metas almejadas par ao EMP (SEDUC/RS, 2013, p.34-35).

Visando oferecer aos estudantes um ensino que contempla as bases teóricas do EMP com possibilidade de avançar nos estudos além da educação básica e como possibilidade êxito via Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), escolas vêm trabalhando com propostas curriculares alternativas. Exemplo disso, é a proposta de organização do currículo escolar denominada Situação de Estudo (SE) que vêm sendo desenvolvidas no Grupo Interdepartamental de Pesquisa em Educação nas Ciências (GIPEC – UNIJUÍ), tendo como base os Parâmetros Curriculares Nacionais, PCNs – CN/CNT, com foco em Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

A SE se aproxima dessas características, pois segundo Maldaner e Zanon (2001), uma Situação de Estudo parte da vivência social dos alunos, visando facilitar a interação pedagógica necessária à construção do conhecimento, de forma interdisciplinar, significativa para os estudantes. Sucessivas situações de estudo, em cada ambiente escolar, articuladas de forma dinâmica entre si, terão a capacidade de superar, progressivamente, a linearidade, a fragmentação e a rigidez que caracterizam a forma tradicional de organização do ensino em Ciências. A SE, se mostra capaz de promover as mudanças apontadas como essencial por educadores e pelos PCNs-CN, que é tratar aspectos da realidade dos educandos, da escola e da sua comunidade imediata como conteúdo do aprendizado científico e tecnológico promovido pelo ensino escolar (2001, p.55).

A partir de 2009, após a reestruturação do ENEM, este também vem sendo cada vez mais procurado como forma de buscar o ingresso ao Ensino Superior (COSTABEBER, 2012), substituindo a forma de ingresso convencional, que são os vestibulares. Com isto, a sua importância aumenta e faz com que ele se torne fundamental para o ingresso nas universidades.

No sentido de desenvolver uma proposta de ensino que visa contribuir com as múltiplas finalidades da educação básica/ensino médio politécnico, os docentes da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias e do Seminário Integrado1 (SI), em conjunto com professores da universidade e acadêmicos/bolsistas vinculados ao Gipec, foi planejada e desenvolvida a Situação de Estudo: “Nutrição e Qualidade de Vida” em uma escola pública do município de Ijuí. Para verificar as aproximações e distanciamentos do proposto pelo EMP, pelo ENEM e pela SE, após o desenvolvimento da SE foram selecionadas questões das provas do ENEM e respondidas por estudantes de educação básica.

### **Materiais e métodos:**

O trabalho envolveu uma professora de física, bolsista de IC e estudantes de duas turmas de 2º (52 alunos) e 3º ano (21 alunos) do Ensino Médio. Foram selecionadas 20 questões de biologia, física e química das provas do ENEM (2009, 2010, 2011 e 2012). Destaca-se neste texto o resultado da avaliação de três questões, na disciplina de física, após ter sido desenvolvida a SE. A turma do 3º ano não estava inclusa no EMP e trabalhou quando estava no segundo ano, mas com foco na biologia.

**Figura 1:** Questões respondidas pelos estudantes de EM.

**Questão 83 do caderno azul do ENEM ano de 2012**  
Aumentar a eficiência da queima de combustível dos motores a combustão e reduzir suas emissões de poluentes é a meta de qualquer fabricante de motores. É também o foco de uma pesquisa Brasileira que envolve experimentos com plasma, o quarto estado da matéria e que está presente no processo de ignição. A interação da faísca emitida pela vela de ignição com as moléculas de combustível gera o plasma que provoca a explosão liberadora de energia que por sua vez faz o motor funcionar.  
Disponível em: [www.inovcaotecnologica.com.br](http://www.inovcaotecnologica.com.br). Acesso em 22 jul. 2010. (adaptado).  
No entanto, a busca da eficiência referenciada no texto, tem como fator limitante:

- A) O tipo de combustível, fóssil que utilizam. Sendo um insumo não renovável, em algum momento estará esgotado.
- B) **Um dos princípios da termodinâmica, segundo o qual o rendimento de uma máquina térmica nunca atinge o ideal.**
- C) O funcionamento cíclico de todos os motores. A repetição contínua dos movimentos exige que parte da energia seja transferida para o próximo ciclo.
- D) As forças de atrito inevitável entre as peças. Tais forças provocam desgastes contínuos que com o tempo levam qualquer material à fadiga e ruptura.
- E) A temperatura em que eles trabalham. Para atingir o plasma, é necessária uma temperatura maior que a de fusão do aço com que se fazem os motores.

---

**Questão 66 do caderno azul do ENEM ano de 2011**  
Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão, para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso significa dizer que há vazamento de energia em outra forma.  
CARVALHO, A.X.E; Física Térmica; Belo Horizonte; 2009 (adaptado).  
De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a:

- A) Liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- B) Realização de trabalho pelo motor ser incontrolável
- C) **Conversão integral de calor ser impossível**
- D) Conversão de energia térmica em cinética ser impossível.
- E) Utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

---

**Questão 71 do caderno azul do ENEM ano de 2011.**  
Os biocombustíveis de primeira geração são derivados da soja, milho e cana de açúcar, e sua produção ocorre através da fermentação. Biocombustíveis derivados de material celulósico ou biocombustíveis de segunda geração – coloquialmente chamados de gasolina capim – são aqueles produzidos a partir de resíduos de madeira (serragem por exemplo). Talos de milho, palha de trigo, ou capim de crescimento rápido e se apresentam como uma alternativa para os problemas enfrentados pelos de primeira geração, já que as matérias primas são baratas e abundantes.  
O texto mostra um dos pontos de vista a respeito do uso dos biocombustíveis na atualidade, os quais:

- A) **São matrizes energéticas com menor carga de poluição para o ambiente e podem propiciar a geração de novos empregos, entretanto, para serem oferecidos com baixo custo, a tecnologia de degradação de celulose nos de segunda geração deve ser extremamente eficiente.**
- B) Oferecem múltiplas dificuldades, pois a produção é de alto custo, sua implantação não gera empregos, e deve-se ter cuidado com o risco ambiental, pois eles oferecem os mesmos riscos que o uso de combustíveis fósseis.
- C) Sendo de segunda geração, são produzidos por uma tecnologia que acarreta problemas sociais, sobretudo decorrentes do fato de a matéria prima ser abundante e facilmente encontrada, o que impede a geração de novos empregos.
- D) Sendo de primeira e segunda geração, são produzidos por tecnologias que devem passar por uma avaliação criteriosa quanto ao uso, pois uma enfrenta o problema da falta de espaço para plantio da matéria prima e a outra impede a geração de novas fontes de emprego.
- E) Podem acarretar sérios problemas econômicos e sociais, pois a substituição do uso de petróleo afeta negativamente toda a cadeia produtiva na medida em que exclui diversas fontes de emprego nas refinarias, postos de gasolina e no transporte de petróleo e gasolina.

## Resultados Obtidos:

Os resultados apresentados correspondem a um recorte da pesquisa mais ampla e tem como foco as questões do ENEM, respondidas na disciplina de Física, que se relacionam aos conteúdos/conceitos sobre energia e suas conversões/transformações, já que este foi um dos conteúdos desenvolvidos no decorrer da SE e também foi tema de pesquisa do Seminário Integrado, no 2º ano.

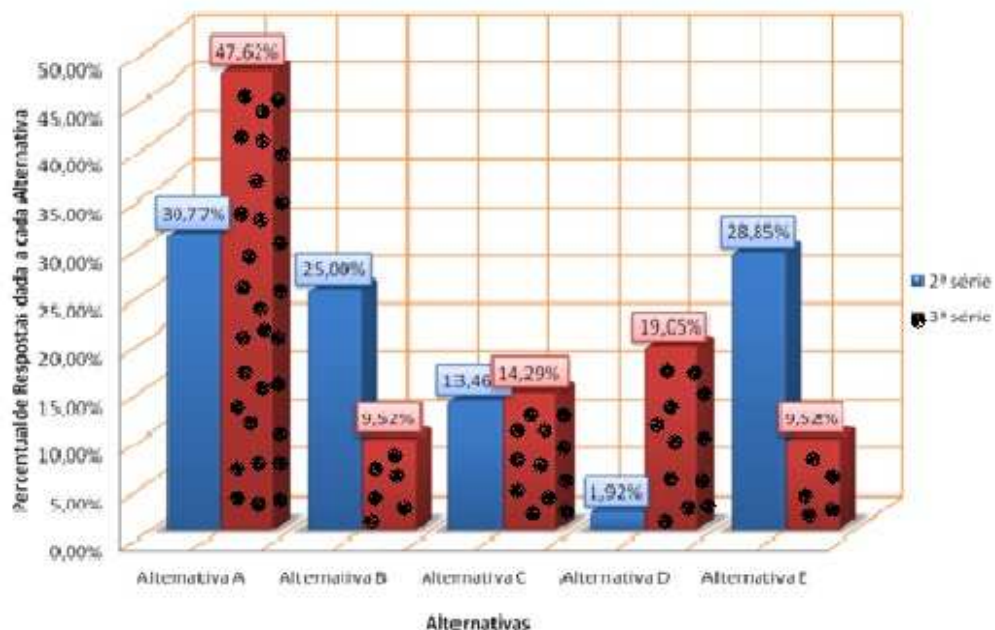
As competências/habilidades que a Matriz de Referência do ENEM propõe estão de acordo com o proposto pelos PCN os quais serviram de base para a produção e desenvolvimento de SE.

Neste sentido, as questões selecionadas para a disciplina de física, tiveram como foco o estudo a energia térmica renovável e sustentável/ Termodinâmica, já que na SE foi realizado um protótipo do biodigestor caseiro em que discutiu-se a geração dos biocombustíveis, máquinas térmicas considerando os alimentos como fonte de energia e permitindo aos alunos, relacionar as sobras de alimento, cascas de frutas e legumes (resíduos úmidos).



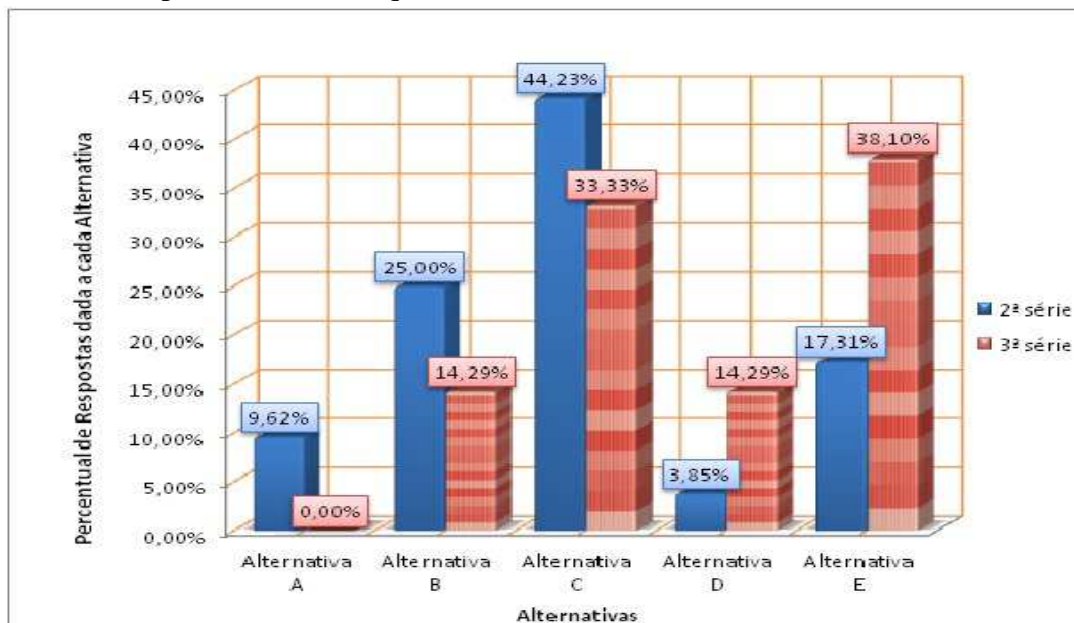
Na questão número 83 sobre a queima de combustível dos motores a combustão, a alternativa correta é B e as turmas tiveram um desempenho insatisfatório, somente 25% das turmas do 2º ano obtiveram acertos. Já no 3º ano a porcentagem de acertos foi ainda menor, de 9,52%. Mesmo sendo desempenho insuficiente, o 2º mostra-se melhor que o 3º, como indicado no gráfico 1. Tal diferença pode ter sido causada pela forma como os conteúdos foram trabalhados, uma vez que o 2º ano teve na disciplina de física com enfoque na SE, enquanto o 3º, além de não participar do Seminário Integrado, teve a SE com foco na biologia.

**Gráfico 1:** Respostas dadas à questão n.º 83 do ENEM (2ª série e da 3ª série do EM)



A segunda questão, de número 66, com a temática transformações de energia presentes no motor de um automóvel, na qual a alternativa correta é a C, as turmas tiveram um desempenho melhor, na qual, 44% dos alunos do 2º ano obtiveram acertos e de novo um decréscimo em relação ao 3º ano, com 33,33% de acertos (gráfico 2).

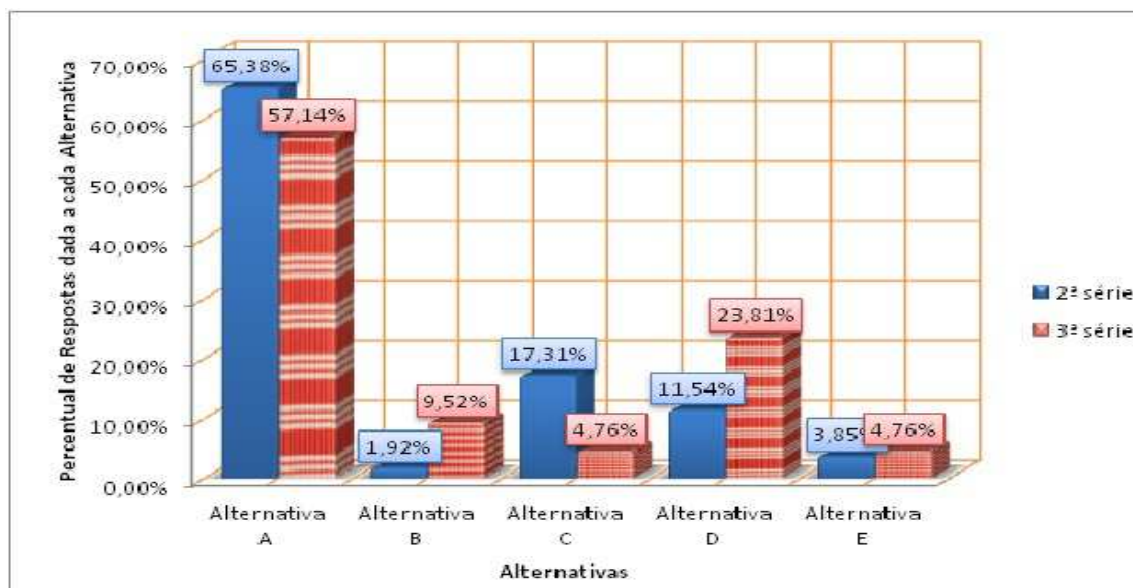
**Gráfico 2:** Respostas dadas à questão n ° 66 do ENEM ( 2ª série e da 3ª série do



EM)

A terceira questão, de número 71 e conteúdo sobre o uso de biocombustíveis na atualidade. Sendo correta a alternativa A. As respostas se mostraram com melhor desempenho em relação às demais questões, com 65,58% de acertos no 2º ano e 57,14% no 3º ano (gráfico 3).

**Gráfico 3:** Respostas dadas à questão n ° 71 do ENEM (2ª série e da 3ª série do EM)



### Conclusão:

Embora não se obtendo resultados satisfatórios nas questões n° 83 e 66, verificou-se maior dificuldade do 3º ano em relação ao segundo nas três questões disponibilizadas. Portanto jê se observa avanços ao articular a pesquisa dos alunos (seminário integrado) com a SE desenvolvida na disciplina de física.

Destaca-se também que a questão de número 71, foi trabalhada a partir de uma atividade prática, a construção do biodigestor, que foi tema de pesquisa no SI e com ênfase na disciplina de física, resultando em maior desempenho. Isso mostra a importância da pesquisa na formação dos alunos.

**Referências:**

BRASIL. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Básica.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.** Brasília: Ministério da Educação, 2002.

COSTA-BEBER, L. B.; **Reorganizações curriculares na conquista da educação escolar de melhor qualidade: expectativas acerca do efeito indutor do Novo ENEM.** Dissertação (Mestrado) – UNIJUÍ, Programa de Pós-graduação em Educação nas Ciências, 2012.

**MALDANER e ZANON. Ensino que Extrapola a Formação Disciplinar em Ciências.** In: Espaços da Escola. Ijuí: UNIJUÍ, ano 11, n. 41, pg 45-60, 2001

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. **Situação de Estudo: uma Organização da Matemática e suas Tecnologias.** Brasília, 2002.

[http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb03\\_98.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb03_98.pdf) (acessado em 20 de junho de 2014).

[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/provas/2012/caderno\\_enem2012\\_sab\\_azul.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2012/caderno_enem2012_sab_azul.pdf) (acessado em 07 de fevereiro de 2014).

[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/provas/2011/02\\_AMARELO\\_GA\\_B.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2011/02_AMARELO_GA_B.pdf) (acessado em 07 de fevereiro de 2014).

[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/provas/2010/AZUL\\_Sabado\\_GA\\_B.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2010/AZUL_Sabado_GA_B.pdf) (acessado em 07 de fevereiro de 2014).

[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/provas/2010/AZUL\\_quartafeira\\_GAB.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2010/AZUL_quartafeira_GAB.pdf) (acessado em 07 de fevereiro de 2014).

[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/downloads/2009/dia1\\_caderno1.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2009/dia1_caderno1.pdf) (acessado em 07 de fevereiro de 2014).

[http://www.educacao.rs.gov.br/dados/ens\\_med\\_proposta.pdf](http://www.educacao.rs.gov.br/dados/ens_med_proposta.pdf) (acessado em 07 de fevereiro de 2014).