

COMPREENSÃO DAS CIÊNCIAS NATURAIS COMO ÁREA DE CONHECIMENTO NO ENSINO MÉDIO - CONCEITOS UNIFICADORES

COMPRENSION OF NATURAL SCIENCES AS AN AREA OF KNOWLEDGE IN HIGH SCHOOL - UNIFYING CONCEPTS

Milton Antonio Auth¹

Otavio Aloisio Maldaner²; Maria Cristina Pansera de Araújo³; Juliana Aozane⁴; Marla Tânia C. Lauxen⁵; Patrícia Rosinke Driemeyer⁶; Sandra Mara Mezalira⁷ e Daiane Faber⁸.

¹ Pesquisador do Gipec-Unijuí – DeFEM, e-mail: auth@unijui.tche.br; Apoio Fapergs e Finep

² Pesquisador do Gipec-Unijuí – DBQ, e-mail: maldaner@unijui.tche.br; Apoio CNPq e Fapergs e Finep

³ Pesquisadora do Gipec-Unijuí – DBQ – pansera@unijui.tche.br, Apoio CNPq e Finep

⁴ Bolsista Pibic-Unijuí; ⁵ Bolsista Bic-Fapergs

⁶ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação nas Ciências – Unijuí.

^{7 e 8} Bolsistas Pibic-CNPq.

Resumo

Compreende-se que o ensino de ciências necessita de novas orientações curriculares para que seja importante na vida das pessoas. A proposta curricular por sucessivas Situações de Estudo (SEs), caracterizada pela contextualização dos conteúdos, visão interdisciplinar e relação Ciência, Tecnologias e Sociedade, é uma possibilidade. Objetiva-se identificar e compreender como os conceitos unificadores revelam a dinamicidade e inter-relação dos fenômenos abordados na Biologia, Física e Química. Para tanto, a SE “De Alguma Forma Tudo se Move” elaborada e desenvolvida no Ensino Médio foi acompanhada, vídeo-gravada e transcrita. As análises foram realizadas com base em conceitos unificadores na compreensão de um contexto produzido em aula. A proposta consistia em problematizar e significar a questão do movimento nos componentes curriculares da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. O conceito de movimento foi central em cada componente, embora os professores tenham se preocupado em manter os conteúdos próprios de sua disciplina.

Palavras-chave: Situação de Estudo, Interdisciplinar, Organização curricular em Ciências

Abstract

It is understood that the teaching of Natural Sciences is in need for new curricular directions in order to be important in people's lives. The curricular proposal for successive Study Situations (SSs), characterized by the act of contextualizing the contents, the inter-disciplinary view and the Science – Technologies – Society relationship, is an actual possibility. In this work, it is proposed to identify and understand how unifying concepts reveal the dynamism and interrelationships of the phenomena studied in Biology, Physics and Chemistry. To do so, the SS named “Somehow Everything Moves”, elaborated and developed in the high school, was accompanied, video recorded and transcribed. The analyses were carried out based in unifying concepts in the comprehension of a context produced in classroom. The proposal was to discuss and signify the question of the movement in the school subjects of Natural Sciences and its Technologies. The concept of movement was the primary topic in all classes, although the teachers worried about keeping up teaching the particular contents of their own subjects.

Keywords: Study Situations, inter-disciplinary, curricular organization in Sciences.

INTRODUÇÃO

A compreensão do Ensino Médio como parte da Educação Básica a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB/96) precisa ainda ser produzida pelo conjunto dos educadores brasileiros. Permanece forte a idéia de que o Ensino Médio é tão somente transitório, de seleção de candidatos para a Educação Superior ou o mercado de trabalho. Até aqui, orientações produzidas a partir de iniciativas oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e propostas de avaliação do desempenho dos estudantes no final do Ensino Médio, o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), não foram suficientes para reverter práticas pedagógicas centradas em conteúdos escolares descontextualizados, conhecimentos fragmentados, ênfases na memória mecânica de situações padrão para responder a exames previsíveis, tentativas de transmissões de maior número possível de conteúdos e outras. Esse tipo de currículo se mantém praticamente intacto. Os professores tentam manter todos os conteúdos em seus programas, ainda que o número de horas disponíveis para cada componente curricular venha diminuindo na medida em que novas matérias são introduzidas no Ensino Médio, exatamente, para atender a outras demandas de formação já definidas por educadores especialistas e legisladores.

Desde as últimas décadas do século XX, os educadores em geral defendem que os professores de escola precisam participar das mudanças curriculares e das pesquisas educacionais. Com base nisso, professores da universidade e da educação básica e estudantes de licenciatura, organizaram-se para a produção de novas orientações curriculares na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, acompanhando-as pela pesquisa. Descrevem-se potencialidades já testadas através de sucessivas Situações de Estudo (SEs) e aspectos teóricos e metodológicos que a fundamentam. A SE escolhida para este trabalho foi “De Alguma Forma Tudo se Move”, que aborda os movimentos nos diferentes componentes curriculares da área, incluindo os níveis macro e micro.

As análises realizadas em cada um dos componentes que constituem a área de Ciências tiveram como referência concepções de movimento produzidas nas aulas e a significação de quatro conceitos unificadores definidos. Também faz parte do relato, uma análise rápida das aulas sobre a presença de aspectos das aplicações tecnológicas derivadas do conhecimento científico e o papel que isso pode vir a exercer na significação dos conceitos disciplinares e interdisciplinares.

Constatou-se que os professores de escola, em interação com professores universitários - que realizam pesquisas em desenvolvimento de currículo e em formação inicial e continuada de professores -, e com licenciandos, constituem um grupo de educadores capaz de produzir importantes mudanças no desenvolvimento curricular em Ciências, dando-lhe características e compreensões conforme orientações oficiais e pesquisas educacionais.

Novas Ênfases Curriculares Necessárias no Ensino Médio

Pesquisas no âmbito educacional têm mostrado a necessidade de repensar o ensino de Ciências no contexto social atual, uma vez que este processo apresenta limitações, que vêm gerando insatisfações na comunidade escolar pelo pouco envolvimento dos estudantes, baixa aprendizagem, altos índices de reprovações e desistências e pouco desenvolvimento intelectual. Aponta-se, sempre, que isso se deve à forma como os conteúdos, geralmente descontextualizados

da vivência dos alunos, são organizados, e ao processo de ensino e aprendizagem, basicamente propedêutico.

Compreende-se o ensino, em outros meios educacionais, como um processo que se dá nas interações entre os sujeitos, produzindo-se conhecimentos coletivamente, ao mesmo tempo em que se valoriza a singularidade de cada pessoa: costumes, hábitos, crenças e culturas. A significação dos conteúdos escolares e dos conceitos científicos em processos interativos consistentes e contínuos permite maior desenvolvimento dos sujeitos, conforme pressupostos da abordagem histórico-cultural que se adota na presente pesquisa.

Outra característica almejada, hoje, é a interdisciplinaridade. Para tanto, é necessário que haja “pontes” entre as disciplinas, pelas quais conteúdos e conceitos possam interagir, intercomplementar-se e interrelacionar-se. Isso permitirá ao estudante uma visão mais ampla dos fenômenos cotidianos, sob aspectos estudados em sala de aula. Segundo Morin (2003, p.41), “a hiper-especialização impede que o estudante trate corretamente os problemas particulares, uma vez que estes só podem ser propostos e pensados em seu contexto. Este requer múltiplas áreas do conhecimento para que seja compreendido em sua complexidade.”

É importante destacar, ainda, que esta forma de pensar e organizar o processo do ensino e da aprendizagem na Educação Básica considera relevante trabalhar com assuntos que “surjam” no diálogo entre professor e estudantes. Cabe ao professor estimular e mediar o diálogo, oportunizando a significação de conceitos que estejam relacionados ao que se está discutindo. Tais assuntos, geralmente, são do cotidiano dos estudantes: circulam na mídia, na Internet, ou estão presentes em seu meio social, mas exigem que novas leituras possam ser realizadas, proporcionadas pela significação da cultura científica.

O profundo envolvimento dos educadores no contexto desta pesquisa possibilitou a construção de uma idéia bastante sólida: as mudanças curriculares não são decorrências de inconformidades e ações individuais de professores ou de especialistas em currículo. Nesse sentido, a produção da nova organização curricular em Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na forma de sucessivas Situações de Estudo (SE), e seu acompanhamento pela pesquisa, envolve os três grupos de sujeitos. No caso que estamos relatando, o processo de produção das SEs constituiu-se com a participação dos acadêmicos, nos componentes curriculares de Metodologia do Ensino de Ciências; nas escolas, a introdução de uma SE é apresentada e discutida em reuniões coletivas com a participação dos diversos grupos de sujeitos. Isso gera um texto básico que permite a ação dos professores dos três componentes curriculares das Ciências da Natureza: Biologia, Física e Química. Esse texto inicial é muito aberto, permitindo que os professores desses componentes criem situações e soluções conforme os debates que vão surgindo em aula.

Há ocasiões em que os professores de uma escola parceira propõem uma SE que seja interessante e produtiva para o grupo de alunos com que trabalham. As idéias iniciais são, então, ampliadas em sessões de estudo do grupo maior em que participam os outros sujeitos. Depois acontece a pesquisa a partir de seu primeiro desenvolvimento em aula. Essas produções iniciais são, também, apresentadas para acadêmicos, a fim de que sejam ampliadas com estudos específicos. Considera-se que esta é uma forma produtiva de criação da inovação curricular e que está permitindo mudanças no processo do ensino e da aprendizagem nos componentes curriculares que constituem as áreas do conhecimento.

Os principais pontos de inovação já apontadas no processo são, conforme Araújo, Auth e Maldaner (2005): i. **situação de alta vivência** e, sob o ponto de vista da Ciência, conceitualmente rica; ii. **caráter interdisciplinar**, transdisciplinar, inter-relacional e intercomplementar, fundamentado no conhecimento disciplinar não cristalizado; iii. **formação inicial e continuada** de professores numa interação das três categorias de sujeitos envolvidos no processo; iv. **evolução conceitual** e aprendizagem significativa; v. **compreensão da relação**

entre conhecimento científico, novas tecnologias e cotidiano dos cidadãos (Ciência, Tecnologia e Sociedade); vi. **visão de mundo globalizante** implementada entre os sujeitos participantes do processo.

A pesquisa objetivou identificar e compreender o significado das tendências atuais do desenvolvimento curricular nas Ciências da Natureza e suas Tecnologias, bem como um processo de ensino e aprendizagem baseado no diálogo, nas interações entre sujeitos e nas produções coletivas dos textos didáticos, que proporcionem a gradativa autoria e autonomia dos professores. Algumas das preocupações com a qualidade educativa científica no Ensino Médio foram analisadas no desenvolvimento de uma SE em sala de aula. O foco centrou-se mais nos novos níveis de percepção e entendimento no processo educativo, no que se refere aos estudantes e professores, ou seja, como compreenderam o seu componente no contexto da SE e as relações que estabeleceram e deixaram de estabelecer. Uma análise geral e mais ampla sobre os conhecimentos significados e produzidos em cada componente também acompanha o presente texto e ela foi realizada com base em conceitos unificadores (Angotti, 1991; Auth 2000).

Metodologia

Esse artigo refere-se ao desenvolvimento de uma SE numa turma do primeiro ano do Ensino Médio, acompanhada pela pesquisa. A descrição das aulas dadas e as análises deram-se com base nas transcrições de fitas de vídeo realizadas no decorrer de todas as aulas dos três componentes curriculares da área científica: Biologia, Química e Física.

Os dados da pesquisa foram organizados tendo como base a idéia de movimento e de quatro conceitos unificadores: transformação, escala, energia e regularidade. O conjunto das aulas corresponde ao último trimestre letivo do ano de 2003, totalizando em torno de 20 períodos de aula em cada componente. Cada turno completo de aula, com intervenções do professor e de estudantes, foi enumerado de 1 até n em cada um dos componentes curriculares. Alguns episódios representativos de desenvolvimento dos conceitos unificadores foram selecionados em cada componente após a descrição sintética do conjunto das aulas, e identificados quanto ao componente e conceito unificador (por exemplo, *EP₁Qesc*- Episódio 1 Química, Escala).

A pesquisa é bem mais ampla do que é relatada no presente trabalho, incluindo a significação de conceitos disciplinares e interdisciplinares e sua evolução no decorrer de sucessivas SEs, que no primeiro ano são: “Ar Atmosférico”, “Água e Vida” e “De Alguma Forma Tudo se Move”. Nessa concepção curricular, cada SE tem a duração de um bimestre, ou trimestre, dependendo da organização da escola. A primeira delas trata da dinâmica dos fenômenos naturais (químicos, físicos e biológicos), devido à energia envolvida nesses processos e suas constantes transformações. A segunda SE aborda a água, envolvendo problemas atuais e a dependência que os seres vivos têm dela. A terceira foca o movimento em suas múltiplas possibilidades.

Sabe-se que as escolas estão organizadas com base na concepção puramente disciplinar: horários, contratação de professores, espaços e tempos dos estudantes, compreensão do conhecimento escolar. Ao se propor o desenvolvimento dos conhecimentos escolares como área de estudo, sobre determinado contexto, como são as SEs, aparecem limitações, entre as quais horários comuns para que os professores das três disciplinas possam se encontrar. Pode haver diferenças de avanços em um dos componentes devido a suspensões de aula em determinado dia da semana ou à existência de feriados entre outros. Por isso, escolhe-se para cada SE um componente que constitua narrativa central do seu desenvolvimento. No caso da SE “De Alguma Forma Tudo se Move”, a narrativa pertence à Física, pois o movimento é identificado facilmente como preocupação no ensino desta matéria.

O aporte teórico contempla aspectos da abordagem histórico-cultural com base em Vygotsky (1997, 2001), mais especificamente na busca da compreensão de constituição dos seres humanos nas interações sociais produzidas em contextos específicos como são as escolas. Isso compreende a significação dos conceitos científicos disciplinares, interdisciplinares e unificadores das diversas ciências.

Na SE em questão, os professores da escola produziram um texto que aponta a importância que tem os fenômenos relacionados ao movimento na vida das pessoas e no desenvolvimento do pensamento na História da Filosofia e das Ciências Naturais. Entre os fenômenos apontados aparecem os vôos das aves, as nuvens no céu, os planetas, as marés, a sucessão do dia e da noite, fases da lua, clima e variações de temperatura. Os professores chamam a atenção para os fenômenos que se repetem, formam ciclos e, aliados à ação do homem, determinam a vida na terra, sua evolução e organização numa imensa variedade nos diversos ambientes. O texto visou, ainda, produzir uma compreensão do sentido da Ciência na vida das pessoas e uma compreensão epistemológica da produção científica.

Resultados e análises por componente curricular

I. O componente da Química

a) Descrição das aulas

O componente curricular da Química, partindo da idéia de movimento, voltou-se para as estruturas atômico-moleculares. Ressaltaram-se as dimensões muito pequenas - nanométricas – dessas estruturas e a quantidade dessas partículas – mol – para que se tivesse uma porção perceptível, como “uma fumaça”. Partículas de fumaça já são agregados grandes de partículas atômico-moleculares, como a neblina. Associa-se o movimento com energia cinética, temperatura, pressão de gases, massa atômica e molecular e velocidade de partículas moleculares isoladamente. Transformações na matéria também são associadas à energia cinética, a movimentos e a equilíbrios, como a mudança de estado físico ou a colisão entre partículas. Modelos atômicos, de grande importância histórica, como o de Dalton e Rutherford, e propriedades periódicas foram, igualmente, tratados na mesma SE.

Um experimento escolar - difusão de dois gases (NH_3 e HCl) num tubo de vidro - tornou-se o objeto referente comum do professor e dos estudantes no decorrer das aulas. Isso permitiu a produção de significados para os principais conceitos químicos apontados anteriormente (energia cinética das partículas, velocidade das moléculas, massa das partículas, produção de substância nova como rearranjo atômico em certas condições, estados físicos da matéria). Em alguma situação nova, como o caso do aparecimento da neblina em uma viagem de estudos, a formação do $\text{NH}_4\text{Cl}(s)$ no experimento foi apoio para a significação de condensação da água e sua evaporação e re-significação do resultado observado. Ao explicar a forma como se dá a difusão de um determinado gás em um ambiente em que já existem outros gases, como o ar, o experimento realizado foi, também, a referência. Isso permitiu, por exemplo, explicar como as moléculas de um perfume espalham-se em uma sala toda, mesmo estando bem fechada e sem deslocamento de ar pelo vento ou devido à presença de pessoas. O que unificou todas as explicações foi o conceito de energia cinética, entendido como estado de agitação das partículas moleculares que constituem os materiais.

b) Análise e Discussão

Nas aulas de Química, a idéia do movimento esteve sempre presente, o que foi facilitado pelo aproveitamento do texto inicial e o experimento realizado. Apareceram vários tipos de movimentos, com ênfase aquele associado à energia cinética de partículas gasosas. Este foi clara e intencionalmente associado à temperatura absoluta. Mas houve preocupação de explicitar outro movimento ligado ao deslocamento de massas gasosas por diferenças de pressão, como o vento e a convecção. Aproximando-se da idéia de movimento trabalhado no componente curricular da Física, houve preocupação em calcular a velocidade média escalar de uma partícula molecular, associando-a também à sua massa. Pequenos episódios, com alguns turnos de fala, dão uma idéia melhor do desenvolvimento das aulas de Química.

EP₁OEsc - 75.Prof.: Imagina o tamanho do Planeta (...). E os átomos?; 76.Aluno: consegue imaginar uma coisa tão pequena; 77.Prof.: São os extremos, né? O imensamente grande e o imensamente pequeno,(...) e os átomos a gente enxerga?; 78.Alunos: não; 79.Prof.: (...) tu enxerga os átomos?; 80.Aluno: não!; 81.Prof.: então como a gente faz pra enxergar?; 82.Aluno.desenha!

Percebe-se, nesse episódio, a preocupação com a dimensão das partículas com as quais se ocupa a Química. Em outros momentos, foi introduzida a medida em nanômetros para as partículas atômico-moleculares, em clara contraposição às dimensões do mundo macroscópico com as quais lida a Física Clássica.

EP₂QMoviMec - 304.Prof.(.....) *se fechar todas as janelas ai, vai ficar quente, abafado, úmido o ar, vapor de água, mas as moléculas presentes no ar estão em movimento ou não?*; 305. Aluno. *Sim*; 306. Prof. *Mesmo fechando as janelas e não tendo vento?*307.Aluno. *Sim*; 308.Prof.*Como provar isso?*309. Aluno.(..) *Inspira e expira*;310.Prof.(...) *é um movimento mecânico, se todo mundo sair,o ar ainda tem movimento na sala*; 311.Aluna. *Não*; 312. Aluno. *Sim, quanto mais quente a temperatura, as moléculas ficam em cima*; 313.Aluno. *As moléculas não param*;

Este movimento de deslocamento de massas de ar foi identificado como sendo mecânico, causado por diferenças de pressão. Conceitos como pressão atmosférica, pressão exercida por massas gasosas, expansão dos gases e pressão em líquidos já haviam sido significados nas duas SEs desenvolvidas em trimestres anteriores para a mesma turma. O professor tinha a preocupação de falar em outro tipo de movimento, como o deslocamento contínuo das moléculas, evidenciado, no seguinte episódio.

EP₄QECinT - 318.Prof.: *Há movimento por quê?*; 319.Aluna: (...) *tem temperatura*; 320.Prof.: *Há movimento porque tem temperatura, a temperatura nos prova isso*; 321.Aluno: *Não, há temperatura porque tem movimento*; 322.Prof.: *A temperatura é decorrência do movimento ou o movimento é decorrência da temperatura?*;323.Aluno: *Os dois*; 324.Prof.: *A temperatura é o que?(...) medindo um movimento, o grau de agitação das moléculas. Isso? (...) moléculas se espalham (...), se eu derramar perfume aqui na mesa, no canto da sala.*

Neste episódio, o professor deixa claro que fala em outro movimento, associado à temperatura, dá uma medida da temperatura em escala absoluta e uma idéia da velocidade escalar das moléculas, que em outro momento foi calculada.

Em outros episódios houve preocupação em mostrar a transformação química, bem como explicitar a natureza das fases líquida, sólida e gasosa de substâncias. A fase gasosa, associada às outras duas, foi pensada em termos de energia cinética suficiente para partículas moleculares

romperem as forças que as mantinham unidas. Só na forma agregada de grande número de partículas, uma substância é visível. Nas transformações químicas, o realce foi o aparecimento de nova substância.

II. O componente da Física

a) Descrição das aulas

No componente curricular da Física, os conteúdos foram relacionados com os movimentos que ocorrem, basicamente, em nível macroscópico, como os do Sistema Solar, da Terra e da Lua e suas conseqüências: o dia e a noite, as fases da lua, as estações do ano. O estudo dos movimentos do Universo abrangeu, inicialmente, a parte histórica, e na seqüência, as órbitas, as dimensões e as posições dos planetas em relação ao Sol. Foram realizadas atividades experimentais no laboratório de Física sobre o movimento dos planetas e suas órbitas em torno do sol, e em particular os movimentos de rotação e de translação da Terra e a incidência da radiação solar sobre o planeta Terra. Os alunos, ainda, montaram uma maquete do Sistema Solar, evidenciando o formato tridimensional de cada componente e representando as várias distâncias em escala, mantendo a proporcionalidade entre elas.

A partir das atividades sobre os movimentos do planeta Terra e sua relação com o dia e a noite, com as estações do ano, com as diferenças quanto à radiação solar que o atinge em cada hemisfério, foi estudado o conceito de força gravitacional, buscando-se ampliar sua significação, já iniciada com a SE “Ar Atmosférico”. Além disso, foram estudadas as Leis de Kepler, relacionando a variação da velocidade de cada planeta com sua maior ou menor proximidade do Sol. Nesse caso, estiveram em questão conceitos como velocidade e força gravitacional.

Ante o estudo sobre o movimento de rotação da Lua em torno da Terra, os alunos demonstraram grande interesse e curiosidade sobre a influência das fases da lua em fenômenos como marés e plantações, o que motivou a retomada do conceito de força gravitacional.

Entre os movimentos que ocorrem no âmbito da superfície terrestre, foram trabalhados, com maior ênfase, o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), com a realização de atividades no laboratório para identificar estes movimentos e explorar alguns conceitos como velocidade, aceleração e força.

b) Análise e Discussão

A atividade realizada sobre tamanhos e distâncias em relação ao Sol e aos Planetas pareceu ser de grande potencialidade para os alunos, uma vez que abrangeu transformações de medidas, de dimensões de espaço e de distância. A significação do conceito escala e as explicações propiciadas, reduzindo proporcionalmente as medidas reais e representadas dentro das dimensões possíveis, motivaram os alunos a estabelecerem novas relações. Procurou-se fugir da direcionalidade tradicional do ensino de Física, a exemplo do estudo da velocidade de cada planeta com sua maior ou menor proximidade do Sol, quando estiveram em questão conceitos como velocidade e força gravitacional. No entanto, outros conceitos, como velocidade angular e força centrípeta, poderiam ter sido relacionados ao movimento das órbitas dos planetas.

O estudo sobre os movimentos da Lua e a sua influência (ou suposição) sobre certos fenômenos naturais proporcionou boa interação entre professor e alunos, possibilitou-lhes explorar conceitos cotidianos e científicos de forma relacionada. Os turnos de fala que seguem, explicitam um pouco disso.

EP₁F Interações - 78.Aluno: *Prof.! no caso a Lua exerceria influência sobre a colheita, sobre maré, essas coisas?;(…);* 81.Prof.: *As marés acontecem por quê?;* 82.Aluno: *Por causa da lua que mexe;* 83.Prof.: *O que influenciaria?;* 84.Aluno: *É o que faz?;* 85.Aluno: *A pressão?;* 86.Prof.: *A força gravitacional. A força de interação da Lua, que vai provocar a subida e descida;* 87.Aluno: *E a plantação também?;* 88.Prof.: *Aí é uma questão que nós estamos ainda discutindo;* 89.Aluno: *Na hora de plantar grama; (...);* 92.Prof.: *Cortar cabelo;* 93.Aluno: *Na lua minguante pra crescer mais devagar;* 96.Prof.: *Para plantar hortaliças (...), mas na verdade nós não soubemos, até estamos discutindo isso com a prof. de Biologia;* 97.Aluno: *A influência da lua a Física não explica?;* 98-Prof.: *Não, (...). Agora, o fenômeno das marés é aceito pela física, como um fenômeno que existe em função da força gravitacional sobre a água do mar. Agora esses outros não (..).*

Na seqüência dos turnos de fala, segue o diálogo sobre o movimento da lua, sua órbita, suas fases e o estudo sobre força gravitacional. Quanto às influências sobre plantas, a professora remete para a biologia, para ser melhor entendida ou explorada mas, em nenhuma aula seguinte, os alunos voltaram questioná-la. Também ficou em aberto a questão sobre a formação das ondas marítimas, pois a professora deixou para pesquisa e não retomou posteriormente.

Em outro episódio, a professora utilizou materiais concretos, como lâmpada incandescente e esfera de isopor, representando o Sol e a Terra, respectivamente, para demonstrar a relação da inclinação da Terra com a radiação solar. Foi proporcionada uma interação dialógica com a turma, conforme expresso nos turno de fala 589 a 604.

EP₂F Energia - 589.Prof.: *Se aqui agora é verão no Hemisfério Norte é inverno no Hemisfério Sul? Daí o que acontece?; (...);* 591.Aluna: *Aqui vai ser solstício de verão;* 592.Prof.: *Quando está nesta posição quem recebe a maior radiação?;* 593.Alunos: *O Hemisfério Sul;* 594.Prof.: *Porque mais quente no Equador?;* 595.Aluno: *Porque ele recebe mais intensidade de luz todo o ano;* 596.Prof.: *se vocês olharem, qual é a área que recebe luz?;* 597.Aluno: *A que tem o buraquinho;* 598.Prof.: *Se esse buraquinho estivesse sobre o Equador, que área teria ali. Agora se esse buraquinho está mais pra cima o que acontece com a área?;* 599.Aluno: *Sobe;* 600.Prof.: *Não, mas o que acontece com a área?;* 601.Aluno: *Diminui a intensidade dos raios;* 602.Aluno: *Fica maior;* 603.Prof.: *A área que recebe a intensidade fica maior;* 604.Aluno: *Daí recebe menos calor.*

Neste trecho, podemos perceber dois conceitos unificadores: movimento e energia. O primeiro relacionado com os movimentos da Terra (Rotação e Translação), o que possibilitou aos alunos perceberem a influência da inclinação da Terra sobre a quantidade de radiação na sua superfície. O segundo, energia, aparece relacionado à variação da intensidade da radiação solar de uma região para outra, por causa da inclinação e dos movimentos de rotação e translação da Terra. De acordo com Auth (2000), “o conceito de energia pode ser identificado em várias formas como luz e calor”.

Os avanços obtidos não foram suficientes para superar alguns dos “vícios” do ensino tradicional, como a ênfase no estudo de alguns tipos de movimentos da Física Clássica. A tendência foi preservar o modelo tradicional, não superando a fragmentação. Por exemplo, no estudo sobre MRU e MRUV, em que foram realizadas atividades experimentais, ainda ficou evidente a concepção de movimento idealizado: em relação ao movimento acelerado é salientada uma força unidirecional e ao movimento com velocidade constante é, praticamente, ignorada a existência de forças. Quando se parte de um contexto, ao menos num primeiro momento, a

idealização dos movimentos não reflete a realidade vivencial dos alunos e acaba dificultando sua aprendizagem. Ao não se considerar a soma vetorial das forças que atuam num corpo em movimento e a respectiva força resultante, ainda que nula, a exemplo da força de atrito, que age nos corpos em movimento sobre a superfície terrestre ou em queda na atmosfera, acaba-se não dando importância às transformações de energia que ocorrem e ao próprio princípio de conservação.

III. O componente da Biologia

a) Descrição das aulas

Nas aulas de Biologia, tratou-se da influência dos movimentos na origem, evolução e adaptações dos seres vivos e nos aspectos abióticos tais como: temperatura, pressão, composição química, posição dos continentes; energia, seu transporte e transformações nos seres vivos, considerando conotações na Física e Química.

Os estudantes foram questionados sobre os tipos de movimentos existentes e onde são encontrados. Eles citaram os movimentos de rotação e translação, os horários (dia ou noite); a energia do sol; a fotossíntese e as adaptações das plantas ao movimentarem-se para captar a energia luminosa, transformando-a em energia química, incorporada na síntese da glicose, base alimentar para todos os seres vivos. Citaram, ainda, os do corpo humano, tais como: locomoção, sistemas digestório, circulatório e respiratório; nas células, como a capilaridade e osmose.

Considerou-se, ainda, que a biosfera é constituída de seres bióticos (seres vivos) e abióticos (água, gases, sais, luz, temperatura, pressão, clima, pluviosidade, solo), sendo que a interação entre eles promove a diferenciação em biomas (por exemplo, taiga; florestas boreais; florestas fluviais; pampa; aquático...), a dinâmica dos ecossistemas, a sucessão ecológica e a diversidade de espécies. Todos estão organizados em populações, comunidades, habitat e nicho ecológico e interagem entre si pela protocooperação, mutualismo, predatismo, parasitismo, competição intraespecífica e interespecífica. Os seres vivos aquáticos constituem o plâncton, benton ou necton.

As interações alimentares (autotróficos e heterotróficos), que constituem as cadeias (produtores, consumidores e decompositores) e teias alimentares, foi outro aspecto abordado. Isso possibilitou compreender que o fluxo da matéria é cíclico e o da energia é unidirecional.

Os conceitos de taticismo, geotropismo e fototropismo explicam os movimentos das plantas e animais, em resposta aos fatores externos (gravidade, luz) e, o foto-período é a quantidade de claridade e escuridão necessária ao desenvolvimento dos seres vivos, num determinado período. A produção de hormônios vegetais, tais como auxina, giberelinas, citocininas, ácido abscísico e o etileno, também, foi apresentada.

b) Análise e discussão

O conceito de energia não foi significado na Biologia, apenas citado, quando se falou em fotossíntese. O episódio 1 mostrou o movimento das plantas para captar a energia luminosa necessária à realização da fotossíntese.

EP1B Movimento e Energia - Aula 1: 68- Prof: o girassol, mas será que só o girassol? Por que a planta tem as folhas voltadas ali para a luz do sol? 69- Aluna: para conseguir pegar luz 70-Prof: Pra conseguir captar, por que é preciso captar energia luminosa? 71- Aluna: Fotossíntese 72- Prof: para realizar fotossíntese, e

o que é? 73- Aluna: produzir seu alimento 74- Prof: é produzir seu alimento, só pra elas? 75- Alunos: não 76- Prof: pra todos os seres vivos né é a base...das cadeias alimentares, outro exemplo gente de adaptação?

Já o conceito de transformação relaciona-se ao de energia luminosa, quando se transforma em energia química. Observa-se que a estudante já expressa um entendimento sobre a fotossíntese (transformação de energia), na medida em que fala 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 vivos. Apesar de simples, o conceito de transformação abarca múltiplos fenômenos que ocorrem na matéria, incluindo a energia, tanto no espaço como no tempo. “As plantas evidenciam transformações a olho nu devido às reações químicas, não perceptíveis e nem compreensíveis aos escolarizados pelo ensino básico” (Auth, 2000).

Noutro momento, a professora havia dito que as células não se movem (saem de um lugar para o outro) e o aluno contesta argumentando que as células sanguíneas se movem, assim como as da pele, fazendo referência à circulação.

EP2B Movimento - 159-Prof: tem movimento nas células? **160-Alunos:** claro **161-Prof:** que movimento? **162-Alunos:** as células se movem....elas têm o próprio sistema delas **163-Prof:** (...) as células elas tem organelas que são pequenos órgãos que realizam atividade e lá na célula realmente acontece movimento, ela não sai do lugar pro outro; **164-Alunos:** como não prof. da corrente sanguínea? **165-Prof:** ah tá bom, na corrente circulatória (...) **173-Prof:** os cloroplastos, o hialoplasma ele se movimenta e ele leva os cloroplastos junto com eles, isto é o movimento chamado de movimento ciclose que acontece a nível celular, então eu acho que vale a pena anotar aqui esses dois movimentos, o amebóide, (...) também acontece com as células do sangue (...) **174- Aluno:** molécula **175-Prof:** essa capilaridade nas plantas, a osmose tanto nas plantas como nos animais, que mais? **176-Aluno:** Molécula **177-Prof:** Também se movimentam, tudo bem **178-Aluno:** ah professora se tudo é formado por moléculas por que vai se movimentar? **179-Prof:** então tá beleza, tá claro isso tá (aluno) eu queria que ficasse claro pra todos ta (...).

Nesse episódio, enquanto a professora se referia ao movimento intracelular, os estudantes estabeleciam relações em nível molecular e extracelular e não se conformavam com as primeiras explicações. O conteúdo foi trabalhado de forma mediada e assimétrica proporcionando o envolvimento dos sujeitos participantes, no processo de ensino e aprendizagem, mas às vezes, o diálogo foi interrompido pela professora, pois as questões propostas pelos alunos tomavam novas direções, muitas vezes inesperadas para ela.

Considerações finais:

Os conceitos unificadores analisados na “SE De Alguma Forma Tudo se Move”, geralmente implícitos nos turnos de falas, revelam a dinamicidade presente nos fenômenos, tanto de Biologia (Fotossíntese, Cadeia Alimentar), de Física (Movimentos de Rotação e Translação da Terra), como de Química (Cinética Molecular). Os conceitos que permitem unificar esses componentes são: energia, transformação, escala, regularidade e movimento. Na ótica de Auth (2000), esses conceitos, embora pouco utilizados para análises no ensino, sob o ponto de vista vigente, podem contribuir como ferramenta auxiliar na compreensão dos componentes como área de conhecimento e na unificação da pesquisa que acompanha uma SE. Desta forma, pode-se

concluir que, *nas Ciências, há tendência de estabelecer regras gerais, através do que há de mais elementar num conjunto de fenômenos, sem descaracterizar, no entanto, as diferenças* (Auth, 2000, p. 69).

No que se refere à relação Ciência e Tecnologia, a pesquisa revelou que há vários episódios, muitos deles apontados pelos próprios estudantes sobre assuntos do seu cotidiano, em que importantes significados puderam ser produzidos no sentido de mostrar que se trata de uma área de conhecimento que, por sua vez, se relaciona com outras áreas. Significados disciplinares relevantes também foram produzidos nessas ocasiões.

O texto produzido pelos professores para introduzir a SE teve a preocupação de centrar o foco dos três componentes curriculares das Ciências sobre o movimento, salientando os movimentos ligados aos corpos celestes e outras situações mais evidentes. Isso não impediu, no entanto, direcionar os debates, nas aulas dos diferentes componentes, para conteúdos e objetos próprios de cada um, mostrando que a especificidade de cada disciplina permanece, ainda que o conjunto delas se volte para um tema comum. O esforço empreendido pelo grupo ao tratar o movimento numa perspectiva unificadora e ao reconhecer as diferentes especificidades desse conceito aumentou o interesse dos estudantes pelo estudo e sua participação na elaboração do conhecimento escolar.

Muitos episódios de aula revelaram que, quando se trabalha de forma contextualizada, os estudantes manifestam seus entendimentos e ocorre muita interação, havendo a possibilidade de que construam conhecimentos em relação ao conteúdo abordado. Os vários momentos de discussão permitiram que os conceitos fossem re-significados e que os estudantes passassem, aos poucos, a se apropriar deles.

A discussão e a elaboração de uma reorganização curricular interdisciplinar, num primeiro momento, exigem rompimentos com estruturas pré-estabelecidas, o que nem sempre é possível. A identificação de um conceito unificador foi insuficiente, pois houve tendência clara em preservar os conteúdos clássicos em relação ao movimento, na Biologia e na Física, o que dificultou a interação entre os componentes. Nos turnos de fala, pôde-se perceber a ausência de alguns conceitos importantes que poderiam ser explorados, o que talvez tenha ocorrido pelo pouco tempo disponível, uma vez que a SE em foco foi a última desenvolvida no ano. Percebe-se, por outro lado, que os estudantes, em alguns momentos das aulas de um componente, traziam para o debate conceitos significados em aulas de outro componente, relações nem sempre percebidas imediatamente pelo professor.

Os resultados da pesquisa permitem-nos argumentar em favor dessa proposta curricular de SE, na melhoria da qualidade do ensino de Ciências. A partir do exposto, propomos continuidade nas pesquisas nesse campo de conhecimento, para contribuir com a comunidade educativa, demonstrando novas potencialidades da Organização Curricular com Base em Sucessivas Situações de Estudo.

Referências

- ANGOTTI, José. **Fragmentos e Totalidades no Conhecimento Científico e no Ensino de Ciências**. São Paulo: FEUSP, Tese de Doutorado, 1991.
- ARAÚJO, Maria Cristina Pansera de; AUTH, Milton Antonio; MALDANER, Otavio Aloísio. **Situações de Estudo como forma de inovação curricular em Ciências Naturais**. Oberá/Missiones (Argentina): I SIFOD, 2005.
- AUTH, Milton A. Conceitos unificadores e o ensino de ciências. **Espaços da Escola**. Ijuí: Ed. Unijuí, ano 10, n. 38, p.63-80, 2000.

MALDANER, Otavio A. e ZANON, Lenir B. Situação de Estudo: uma Organização do Ensino que Extrapola a Formação Disciplinar em Ciências. In, *Espaços da Escola*. Ijuí: Ed. Unijuí, ano 11, n. 41, p. 45-60, 2001.

MORIN, Edgar. Os sete saberes necessários à educação do futuro. 8ª ed. São Paulo: Cortez, 2003

VIGOTSKI, Lev S. *A Formação Social da Mente*. Tradução José Cipolla Neto. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

----- . *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. Tradução Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.