

**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UMA ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA
ABORDAGEM DOS CONCEITOS DE DENSIDADE E VELOCIDADE NA OITAVA
SÉRIE DO ENSINO FUNDAMENTAL**

**(Problem Solving: a pedagogical strategy as an approach to density and velocity concepts in
the eighth grade of Elementary Education)**

Daniela Rodrigues da Silva [dani.santoro@hotmail.com]

NEEJACP Menino Deus – SEC/RS- Rua André Bello - Bairro – Menino Deus – Porto Alegre- RS.

José Cláudio Del Pino [delpinojc@yahoo.com.br]

Área de Educação Química – Instituto de Química - Universidade Federal do Rio Grande do Sul –
Avenida Bento Gonçalves , 9500 – Porto Alegre – RS.

Resumo

O presente trabalho constitui-se de um estudo de caso desenvolvido com a oitava série de uma escola da rede pública estadual de Porto Alegre – RS, Brasil, na disciplina de ciências, com o objetivo de planejar e colocar em prática uma proposta metodológica alternativa a tradicional transmissão de conhecimentos, buscando melhorar a interação entre os sujeitos em sala de aula. Esta proposta faz parte de um projeto curricular maior que foi construído e desenvolvido enquanto processo contínuo, durante um ano letivo, considerando temas de interesse propostos pelos alunos vinculados a conceitos fundamentais de ciências. Neste texto são apresentadas as estratégias metodológicas de ensino e aprendizagem no estudo dos conceitos densidade e velocidade média para o contexto em análise, dentre as quais, ressalta-se o planejamento e utilização da resolução de problemas, buscando a ação e a reflexão dos sujeitos envolvidos na construção do próprio conhecimento. A observação e análise constante do desenvolvimento das atividades e dos materiais produzidos na dialogicidade da sala de aula foram fundamentais para que a professora, construindo-se professora- pesquisadora, pudesse criar condições para aprendizagem e para que os alunos repensassem suas atitudes no convívio em grupo. A necessidade de retomadas a respeito de conceitos que em determinados momentos já pareciam compreendidos pelos alunos, mas que posteriormente eram utilizados de forma confusa em contextos diferentes dos anteriormente abordados caracterizou a construção das diversas etapas constituintes do processo envolvendo o estudo dos conceitos já mencionados. O processo que envolveu o estudo da densidade exigiu um maior número de retomadas das noções trabalhadas do que no caso da velocidade média. Como os dois processos envolviam conceitos de complexidade semelhante, onde outros conceitos precisavam ser relacionados e abstraídos em um nível de desenvolvimento cognitivo que consideramos operatório formal, entende-se que, possivelmente, a maior familiaridade com a metodologia de trabalho da professora, e as aprendizagens anteriores, tenham facilitado o desenvolvimento da proposta.

Palavras-chave: ensino de ciências, conceitos fundamentais, resolução de problemas, aprendizagem.

Abstract

This paper comprises a case study developed with the eighth grade at a state public school in Porto Alegre – RS, Brazil in the science subject with the objective of planning and putting into practice an alternative methodological approach to the traditional transmission of knowledge seeking to improve the interaction between individuals in the classroom. This proposal is part of a larger curricular project that was constructed and developed as a continuous process during one school year, considering themes of interest proposed by the students and linked to fundamental science concepts. This text presents the teaching and learning methodological strategies in the study of density and average velocity concepts for the context being analyzed, among which stand out the planning and use of problem solving in pursuit of action and reflection of the individuals involved in the construction of their own knowledge. Continuous observation and analysis of the

development of the activities and materials produced in classroom dialogicality were fundamental for the teacher, in the construction of teacher-researcher, to be able to create learning conditions and for the students to rethink their attitudes within a group relationship. The need for reviews concerning the concepts that at certain moments already seemed to have been understood by the students, but later on were used in a confused manner in contexts different from those approached previously characterized the construction of the several stages that comprise the process involving the study of the above mentioned concepts. The process involving the study of density required a higher number of reviews of the notions worked on than in the case of average velocity. Since both processes involved concepts of similar complexity, where other concepts had to be related and abstracted at a cognitive development level that we consider as formal operative, it is understood that most likely the greater familiarity with the teacher's work methodology and of previous instances of learning may have facilitated the development of the proposal.

Key-words: science teaching, fundamental concepts, problem solving, learning.

Introdução

Procurando problematizar a transmissão de informações como metodologia que mesmo ineficiente continua presente nas escolas na atualidade, este trabalho apresenta discussões resultante de dois processos planejados e desenvolvidos em sala de aula, utilizando como estratégia metodológica de ensino e de aprendizagem a resolução de problemas para o estudo da densidade e da velocidade como conceitos fundamentais na disciplina de ciências no ensino fundamental.

O objetivo deste artigo é fazer uma análise da possibilidade da utilização da resolução de problemas como estratégia metodológica planejada e utilizada pela professora da disciplina que está, ao mesmo tempo, construindo-se pesquisadora. Segundo Paulo Freire “ensino por que busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade” (2000, p.32).

O professor que busca, por meio da pesquisa, refletir sobre suas inquietações e melhorar o seu trabalho, pode utilizar a resolução de problemas de acordo com várias perspectivas teóricas. O presente artigo abordará a resolução de problemas como uma estratégia que faz parte de um processo maior, ou seja, de um planejamento curricular e metodológico organizado pensando em alunos ativos e capazes de construir conhecimento.

A Resolução de Problemas

A experiência em sala de aula mostra que mesmo promovendo explicações minuciosas sobre o conteúdo estudado, o professor percebe pouca compreensão e utilização de tais conhecimentos pelos alunos. Ainda que o aluno consiga resultados satisfatórios nas avaliações propostas, apresenta dificuldades quando da utilização de conceitos abordados em outras situações que não sejam aquelas em que ele estudou anteriormente. Conforme Crahay (1996), numerosos estudos sobre didática da matemática e física nos mostram que os estudantes podem responder corretamente as perguntas que solicitam explicitamente o saber acadêmico que lhes foi ensinado, e que fracassam quando têm que resolver os problemas que implicam a utilização deste saber. Diante disso, poderíamos questionar para que servem os conteúdos transmitidos na escola? Quando e onde este saber será utilizado?

Acredita-se que a transmissão de conhecimento seja uma das prováveis causas de tal realidade. A metodologia tradicional baseada na transmissão de conceitos, que deverão ser memorizados pelos estudantes e devolvidos nas avaliações, não permite aos sujeitos pensar, mas apenas um fazer sem significado. Ao se referir aos conhecimentos escolares, Delval (1997, p.157), indica que

é possível que o indivíduo se limite a aprender enunciados de maneira mecânica (o que representa apenas uma atividade motora de nível muito elementar), sem uma construção pessoal e sem que os conceitos a que esses enunciados se referem tenham ligação com outras idéias espontâneas do sujeito.

Da mesma forma que pesquisas importantes são utilizadas para apontar a ineficiência da educação tradicional que ainda é praticada (Chassot, 2001; Del Pino et al, 2007; Maldaner, 2000; Santos, 1997) há a necessidade de desenvolver propostas que possam indicar alternativas para ajudar os educadores na mudança e melhoramento de suas práticas. Ao olhar para a escola pública, tão criticada e defasada de recursos, e para o ensino de ciências, ineficiente em muitos de seus objetivos, procura-se, na resolução de problemas, uma estratégia que substitua a transmissão pela construção de conhecimentos, para que o indivíduo possa aprender a partir de sua própria ação. Para tanto, a resolução de problemas precisa fazer parte de um planejamento maior, que é a elaboração de um currículo que atenda às necessidades dos estudantes que frequentam a escola. Os problemas precisam ter significado para os estudantes, motivando-os a participar na busca de soluções. Além disso, a ação dos sujeitos envolvidos, tanto alunos quanto o professor, possibilita o desenvolvimento de habilidades que os tornarão cidadãos capazes de interferir na sua própria realidade e transformá-la para melhor.

Ao justificar a resolução de problemas como estratégia possível para a escola, pensa-se em uma mudança no planejamento e nas ações dos educadores, pois estes ao organizarem suas práticas, não optarão por seguir a seqüência de conteúdos e as atividades propostas pelo livro didático, mas tornarão o ambiente escolar um lugar para crescer por meio da pesquisa e da reflexão sobre a sua realidade e a de seus alunos, construindo situações de ensino que resultem em aprendizagem.

Para Pozo (1994, p.9),

ensinar os alunos a resolver problemas supõem dota-los da capacidade de aprender a aprender, no sentido de habituá-los a encontrar por si mesmos respostas às perguntas que os inquietam ou que necessitam responder, em vez de esperar uma resposta já elaborada por outros e transmitida pelo livro texto ou pelo professor.

A possibilidade de que os alunos desenvolvam habilidades e competências, tornando-se capazes de utilizar os seus conhecimentos para a construção de novos conhecimentos, indica a resolução de problemas como uma estratégia que vai além da memorização de conceitos, mas que permite a participação da escola na construção de cidadãos mais capazes de expor suas idéias e respeitar as idéias dos demais com quem convivem, participando, assim, de discussões onde o respeito para com o outro está presente. Planejar ações, ser responsável com os compromissos assumidos com os colegas e com o professor, elaborar respostas utilizando a escrita, são algumas das habilidades que podem ser desenvolvidas durante o processo proposto.

De acordo com Vasconcelos et al (2007, p.236), “optar por um ensino no qual a resolução de problemas ocupa um lugar de destaque, poderá ser uma necessidade inerente ao desenvolvimento de um aluno futuro cidadão, capaz de contribuir de forma refletida para o desenvolvimento social”. Garret (1995, p.7), ao salientar a importância da resolução de problemas na formação dos sujeitos indica “resolver problemas é considerado como um dos processos principais que devem se incluídos no currículo escolar por que é reconhecido como uma habilidade relevante e importante para os alunos em sua vida diária”.

No entanto, percebe-se a necessidade de, ao se propor a resolução de problemas como estratégia metodológica para o ensino básico, se deixar claro qual a distinção que se faz desta proposta em relação às tarefas frequentemente utilizadas como atividade no ensino tradicional. Lester apud Pozo (1994, p.17), indica como definição clássica de problema “uma situação na qual um indivíduo ou um grupo quer ou necessita resolver e para qual não dispõe de um caminho rápido

e direto que lhe leve à solução”. Conforme Delval (1997, p.112),

existe um problema quando não podemos atingir diretamente nossa meta com os comportamentos de que dispomos. Estamos diante de uma situação de desequilíbrio, pois temos uma necessidade e queremos alcançar um objetivo que é diretamente inacessível por meio de nossos comportamentos anteriores. Tentamo-lo, então, modificando as estratégias tradicionais e adaptando-as às especificidades do problema.

Assim, dependendo do desenvolvimento cognitivo dos alunos com que o professor trabalha, uma mesma situação proposta pode ser recebida como um problema para alguns e como exercício a outros. É papel do professor conhecer seus alunos, tanto no aspecto de temas de interesse para contextualizar as práticas pedagógicas que irá propor, quanto no reconhecimento do estágio de desenvolvimento cognitivo em que estes se encontram.

Dessa forma, entende-se que para que o problema seja eficiente em seus propósitos precisa causar um “desequilíbrio ideal”, ou seja, não pode ser tão simples que permita ao aluno responder de uma forma direta, como um exercício de repetição, sem realizar novas construções, tampouco pode ser tão complexo a ponto de fazer com que o aluno não consiga interpretar ou dar significado ao objeto de estudo. Conforme Pozo (1994, p.205) “Uma tarefa que se pode resolver de modo reprodutivo ou como um exercício não apresentará normalmente um problema ao aluno”.

O professor precisa, então, tornar-se um pesquisador que procura conhecer a realidade e os interesses dos alunos e, além disso, precisa conhecer o nível de desenvolvimento cognitivo dos mesmos, suas dificuldades e possibilidades. E é nessa dinâmica do pesquisador, que busca na teoria elementos para interpretar sua realidade, e que reconhece na prática suas necessidades, que a estratégia metodológica vai sendo construída, com propostas que resultarão em práticas de construção também para os alunos.

A Resolução de Problemas como Estratégia Metodológica de Ensino

Ao pensar sobre a sala de aula e a ação docente, Collares (2003, p.55), ressalta “a cada situação há o desafio de não supervalorizar nem menosprezar os acontecimentos. O professor, nessa dinâmica, realiza uma observação atenta para intervir, auxiliar, coordenar, propor, analisar, orientar e desafiar o grupo na construção do conhecimento e da autonomia”. Ao assumir esse posicionamento, o professor entende que não existem receitas ou passos a serem seguidos e percebe que o processo do qual faz parte é, ao mesmo tempo, muito complexo e fascinante, que deve ser construído por ele mesmo, na sua prática diária e na pesquisa constante.

A resolução de problemas permite ao professor ao mesmo tempo trabalhar com o grande grupo e acompanhar os alunos em suas individualidades, na simultaneidade dos acontecimentos. Isso é possível porque o professor não passa a aula inteira na frente de seus alunos explicando, ditando ou escrevendo no quadro. Na medida em que o aluno está envolvido com a atividade que ele próprio, ou seu grupo, deverá desenvolver, o professor pode orientar, questionar, auxiliar e acompanhar o processo, de forma a buscar elementos que sirvam para as reflexões ou discussões posteriores, reconhecendo as dificuldades e avanços individuais e do grupo como um todo.

Assim, planejar uma proposta metodológica buscando melhorar a qualidade do ensino envolve mais do que a aplicação de uma estratégia organizada apenas de acordo com as necessidades do que o professor considera interessante. Os interesses dos alunos precisam ser considerados e atendidos com o objetivo de envolvê-los. Dessa forma as atividades terão significado e tornarão a sala de aula um ambiente mais atraente.

Para tanto, a resolução de problemas precisa estar em sintonia com um projeto mais amplo, que é a utilização de um currículo que atenda aos interesses dos alunos e que é resultado de um

contínuo planejamento das ações do professor. “Estas ações devem compor um repertório do qual é possível dispor-se de acordo com o desenrolar dos acontecimentos de sala de aula, sem que o mesmo seja atrelado a uma obrigatoriedade de uso, mas que exista como possibilidade” (Collares, 2003, p.106).

Ao iniciar o ano letivo, cada turma representará uma nova situação e terá seu perfil, portanto seus temas de interesse. Um bom começo é questionar os alunos sobre o que eles querem aprender no decorrer daquele ano, porém isso não deve ser a única informação para definir o planejamento de um ano inteiro. Isso pode proporcionar um indicativo inicial para que o professor saiba por onde começar. No entanto, o docente deve também estar atento ao que acontece durante as aulas, pois o comportamento do grupo, nas diferentes atividades, permitirá ao professor formular e reformular seu planejamento e, com isso, aumentar o envolvimento dos alunos.

Loguercio et al. (1999), apontam como um dos problemas da organização do ensino a sistematização para facilitar o entendimento dos conteúdos, sendo ignorado o interesse dos estudantes, por consequência, resultando em uma aprendizagem que carece de significado, que só tem lugar dentro do lócus escolar, nada significando fora deste. Assim, o professor precisa compreender a sistematização como um obstáculo tanto para o seu crescimento, quanto para o crescimento de seus alunos, e preocupar-se com a construção de um currículo mais aberto e vinculado às necessidades de cada turma. Nessa perspectiva a resolução de problemas se reveste de significado, propondo situações que ajudam os alunos na resolução de situações reais, dentro de uma realidade da qual eles fazem parte.

Ao mesmo tempo, é preciso buscar o equilíbrio entre os temas de interesse dos alunos e os conceitos que o professor, pela sua vivência e competência profissional, considera importantes na sua área de conhecimento, para aquela determinada série. Um professor que se preocupa em conhecer os níveis de desenvolvimento cognitivo de seus alunos, que respeita os conhecimentos por eles trazidos de suas vivências e sua cultura, também precisa interferir no que está posto, para que seus alunos avancem. Assim, supõe-se que ele seja um professor-pesquisador, e que tenha condições de determinar quais serão os conceitos que farão parte da sua proposta pedagógica.

Portanto, cabe ao professor dar-se conta de que ele não terá bons resultados se buscar receitas prontas, desenvolvidas por outros profissionais, com problemas definidos a priori para cada série com que trabalha e aplicá-las tal qual estão descritas. É ele quem precisa construir situações que permitam problematizações que atendam às curiosidades do grupo e aos objetivos do próprio professor.

De forma alguma está se afirmando que o professor não deva utilizar os resultados de outras pesquisas, muito pelo contrário, esta é uma necessidade, pois o estudo e análise de trabalhos desenvolvidos anteriormente por outros profissionais, ou por ele mesmo, são importantes, mas como fonte de reflexão para novos planejamentos. Estar atento ao que está sendo produzido na área da educação deve ser, sem dúvidas, um imperativo, pois permite acolher novas idéias o que lhe possibilitará melhorar seu trabalho e crescer profissionalmente.

Trabalhar conceitos fundamentais para o conhecimento nas ciências, escolhidos pelo professor, de forma contextualizada, a partir do interesse e da realidade dos alunos, permite pensar uma série de estratégias possíveis, entre elas a resolução de problemas, como uma proposta que tem significado para o aluno, mas que busca ir mais longe, ou seja, construir conhecimento.

Ao contextualizar um determinado problema, é preciso preocupar-se também com a importância de posteriormente reconstruir os saberes envolvidos na atividade, para chegar-se a uma ressignificação do conceito que poderá ser utilizado em outras situações, inclusive fora da escola. Para Astolfi et al. (1998, p.241), “se temos facilidade em considerar a necessidade de contextualizar um saber para o introduzir como objeto de estudo, temos tendência para esquecer que no final será

necessário descontextualizá-lo”. Esse cuidado torna-se fundamental na medida em que o aluno não deve ficar dependente da situação problematizada em que o conceito foi estudado para poder utilizá-lo.

O que se está querendo dizer com isso? Contextualizar e depois descontextualizar? A resolução de problemas não deve ser a única situação em que se aborda determinado conceito, mas fará parte de uma série de atividades que podem ser desencadeadas pela problematização ou que irão precedê-la. Enfim, a contextualização do problema servirá como motivação para que os alunos se interessem pela situação, porém é praticamente impossível que um grupo inteiro de alunos consiga alcançar a conceitualização em um único momento. O que se procura evitar é que o aluno fique vinculado a um exemplo ou condição para utilizar os conceitos, mas que possa transpô-los para as mais diversas situações e contextos.

Astolfi et al. (1998, p.250), ainda completam

se os saberes são, antes de mais, construídos em situação de posição-resolução de problemas, a verdade é que não adquirem o seu caráter de previsão e o seu poder explicativo senão quando são extraídos das situações nas quais foram introduzidos. Esse processo de distanciamento é essencial para que alguns alunos não fiquem presos ao exemplo, quando outros já conseguiram extrair dele uma relação invariável.

Para Crahay (1996, p.81),

Ainda que se trate de garantir, na medida do possível, que os alunos alcancem aprendizagens significativas, convém reconhecer que estes não conseguirão criar uma organização de conhecimentos capazes de transcender as situações e, por conseguinte, o professor sempre se verá inevitavelmente confrontado com o problema de descontextualizar as competências.

Quando o aluno participa de atividades e/ou situações diferentes, porém com o mesmo conceito sendo abordado, ele vai armazenando competências e procedimentos variados de acordo com a necessidade que é imposta, assim, consegue refletir sobre suas estratégias, soluções, e aos poucos, toma consciência do que há de estável, ou melhor, de regular nas diferentes propostas vivenciadas. Por isso o professor não deve desanimar quando seus objetivos não são alcançados na primeira ou segunda situação desenvolvida, mas precisa olhar com cuidado para as respostas de seus alunos, pois é aí que ele irá encontrar material de análise para pensar o que deve ser recuperado e novamente abordado nas novas situações que irá planejar.

Criar diferentes situações para que o aluno participe ativamente das atividades propostas e alcance novos níveis de conhecimento pressupõem considerar um aluno em pleno desenvolvimento psico-social, com conhecimentos anteriores e que precisam ser considerados.

No entanto, percebe-se na prática, uma grande dificuldade dos alunos em exporem seus conhecimentos e fazer uso deles para proporem estratégias ou soluções para as problematizações propostas. Acostumados a memorizar os conceitos que são ensinados pelo professor, sem relacioná-los com seus conhecimentos anteriores, os alunos vivenciam na escola um mundo de conhecimentos sem significado fora do contexto escolar, mas que devem ser devolvidos nas avaliações como condição para avançar para a próxima série. Para Crahay (1996, p.65), “a partir dos saberes pessoais arraigados na ação, o aluno armazenaria conhecimentos escolares inertes e inúteis no momento de resolver problemas”.

Ao estimular a mobilização dos conhecimentos que os alunos trazem consigo, o professor está possibilitando que eles encontrem significado no saber escolar. Na medida em que estes conhecimentos não sejam suficientes para resolver de forma imediata o problema proposto, as novas situações proporcionarão buscar estratégias que ampliem esses saberes. Assim, objetivar uma conceitualização por parte do aluno, não significa, de forma alguma, passar por cima de seus conhecimentos anteriores, mas ir um pouco mais além, proporcionando novas relações.

Conforme cita Saada-Robert e Brun (1996, p.33) “a aquisição de todo o conhecimento novo passa inevitavelmente pela utilização de conhecimentos anteriores em situações específicas através das quais se transformam, se diferenciam, inclusive se comparam com os dados da nova situação e conduzem a novos saberes”. Quando o professor planeja uma estratégia metodológica de ensino, precisa organizá-la de tal maneira que esta resulte em um processo de construção, ou seja, que possibilite aprendizagem.

Considerando-se que os alunos trazem consigo uma bagagem de saberes que precisam ser considerados, pergunta-se: Como adquiriram tais conhecimentos? De que forma o professor poderá influenciar para a construção de novos conhecimentos? Por que alguns alunos necessitam de mais tempo que outros para compreender os conceitos em estudo? Todos os alunos estão no mesmo nível de desenvolvimento cognitivo?

Procurar respostas para essas perguntas ajudará o professor no planejamento de suas ações. A presente proposta, elaborada enquanto se objetivava a construção por parte dos alunos, tem a Epistemologia Genética como fundamentação teórica.

A Resolução de Problemas como Estratégia Metodológica de Aprendizagem

Garcia em seus estudos indica que

com base na perspectiva piagetiana, o professor deve ser criador, se quiser ser professor. Não criador da grande teoria, não criador das infundáveis e vazias verbalizações que enchem os manuais pedagógicos. Deve ser criador daquilo que eu chamaria de “as oportunidades de descobrir”. Porque toda verdadeira aprendizagem (não a simples aquisição de informação) é um descobrimento, e todo descobrimento é uma recriação de uma realidade interpretada (1997, p.54).

A utilização de uma estratégia construtivista traz consigo a necessidade de organizar as aulas de maneira que cada aluno possa utilizar seus esquemas para interagir com seu objeto de estudo, e assim participar ativamente da construção do seu conhecimento. “ O objeto existe, mas não pode ser conhecido senão por aproximações sucessivas através das atividades do sujeito”(Piaget apud Inhelder, 1977, p.17). Isso significa dizer que o aluno deixará de ser mero receptor e que diante de uma situação nova, que o desafie, precisará agir, buscando resolver as situações propostas. .

Ainda conforme Inhelder (1977, p.36),

uma situação de aprendizagem é tanto mais produtiva, quanto o sujeito é ativo” considerando que, o “ser ativo cognitivamente não se reduz, bem entendido, a uma manipulação qualquer; pode haver atividade mental sem manipulação, assim como haver passividade com manipulação.

Para agir o sujeito utilizará os esquemas que se formaram a partir das experiências por ele vivenciadas ao longo da sua existência. Delval (1997, p.110), define esquema como “uma sucessão de ações, exteriores ou mentais, dotadas de uma estrutura e transponível a situações semelhantes”, explicando que “nosso repertório de esquemas está em constante mudança, e as novas experiências com as quais aprendemos algo dão lugar ao surgimento de outros esquemas novos, por modificação ou combinação dos anteriores”. São esses esquemas, então, que orientam o comportamento do sujeito e possibilitam que seus objetivos sejam alcançados.

Conforme Piaget (1977, p.207), “ a ação em si mesma constitui um saber autônomo e de uma eficácia já considerável, porque embora se trate apenas de um *savoir faire* e não de um conhecimento consciente, no sentido de uma compreensão conceituada, ele constitui, no entanto, a fonte desta última”. Assim, justifica-se a necessidade da ação do aluno, para que ele consiga, a partir desta, iniciar um processo que o levará a tomadas de consciência, posteriores à ação, e que,

por sua vez, o levarão a atingir as coordenações internas da ação. Porém, entende-se que o simples fato de agir não será suficiente para a conceituação, um processo que envolve “a passagem de uma assimilação prática para uma assimilação de conceitos” (Piaget, 1977, p.207). Sendo assim, além de permitir a interação com o objeto de estudo ao aluno, o professor deve proporcionar momentos de reflexão e discussão sobre as escolhas que o levaram a determinado resultado, independente de erro ou acerto. O fazer somente porque o professor determinou que fosse feito, sem tomar consciência da razão das escolhas ou diferenças em relação às escolhas dos colegas, não ajudará o aluno a chegar ao propósito da atividade, ou seja, a conceituação.

A tomada de consciência, parte da periferia (objetivos e resultados), orienta-se para as regiões centrais da ação quando procura alcançar o mecanismo interno desta: reconhecimento dos meios empregados, motivos de sua escolha ou de sua modificação durante a experiência, etc.” (Piaget, 1977, p.198).

Ao deparar-se com um problema para resolver, na escola ou mesmo no dia-a-dia, o sujeito está em face ao objeto de estudo, e é na interação entre ação do sujeito e o objeto que as tomadas de consciência vão proporcionar a passagem da prática ao pensamento.

Em seu livro “Fazer e Compreender” Piaget (1978, p.10) apresentou como principal objetivo “determinar as analogias e diferenças entre conseguir, que é o resultado do “savoir faire”, e compreender, que é próprio da conceituação, quer esta suceda à ação ou, ao contrário, a preceda e oriente”. Seus estudos demonstram que durante o desenvolvimento, o sujeito passa por fases em que ação e conceituação se relacionam diferentemente. Primeiramente a ação precede a conceituação, para depois, em uma segunda fase a ação e sua conceituação estarem aproximadamente no mesmo nível, efetuando trocas entre si para, finalmente, na terceira fase, ocorrer a inversão total da situação inicial, pois a conceituação fornece a ação uma programação, ou seja, permite que a prática se apoie na teoria.

Ainda segundo Piaget (1978, p.174),

mesmo nas situações em que os problemas são diferentes e em que se trata de compreender e não de conseguir, o indivíduo, capacitado graças a suas ações a estruturar operacionalmente o real, permanece muito tempo inconsciente de suas estruturas cognitivas: mesmo se as aplica para seu uso individual e mesmo se as atribui aos objetos e aos acontecimentos para explicá-las causalmente, ele não faz dessas estruturas um tema de reflexão antes de ter atingido um nível bem mais elevado da abstração.

Então, por volta dos 14-15 anos, o sujeito pode chegar ao nível em que é capaz de deduzir e não somente constatar, ou, ainda, programar suas ações a partir da conceituação. Para que isso aconteça, a escola precisa criar situações que permitam aos alunos atingir o nível da abstração por reflexão, tornando-os sujeitos capazes de compreender o seu próprio fazer. “Compreender consiste em isolar a razão das coisas, enquanto fazer é somente utilizá-las com sucesso, o que é, certamente, uma condição preliminar da compreensão, mas que esta ultrapassa, visto que atinge um saber que precede a ação e pode abster-se dela”. (Piaget, 1978, p.179).

A resolução de problemas, como estratégia metodológica de ensino, propõe ao aluno uma situação que ele deve buscar resolver, ou seja, na qual tenha um objetivo a alcançar. Ele precisará escolher um caminho para chegar ao que ele acredita ser a solução adequada para tal situação. Segundo Piaget (1978, p.182) é importante relembrar que “no comportamento, um objetivo corresponde a uma necessidade e que a necessidade é a expressão de uma lacuna, ou, em outras palavras, de um desequilíbrio, enquanto que a satisfação da necessidade consiste em uma reequilibração”. Nesse processo de desequilíbrio e reequilíbrio é que o desenvolvimento cognitivo se efetua, alcançando níveis cada vez mais avançados, e ampliando as possibilidades de soluções que levarão a novos problemas e a novas soluções.

Piaget (1976, p.11) entende o desenvolvimento como “uma equilibrção progressiva, uma passagem contínua de um estado de menor equilíbrio para um estado de equilíbrio superior”.

Acredita-se que a escola pode e deve ajudar os sujeitos a avançar no seu desenvolvimento cognitivo, porém é preciso respeitar o estágio de desenvolvimento em que se encontram estes sujeitos e, assim, planejar ações para que haja progresso. Herron (1975) em suas observações, enquanto professor, indica que qualquer conceito que envolva razão é extremamente difícil para muitos estudantes, como, por exemplo, densidade e velocidade, e que, mesmo alunos muito dedicados apresentam grandes dificuldades de entender idéias abstratas, pois não atingiram o nível de desenvolvimento (formal) para alcançarem êxito. No entanto, este mesmo autor acredita que é papel do professor possibilitar aos alunos situações de aprendizagem que envolvam tais conceitos, pois se estes não forem desafiados terão dificuldade em avançar. “Podemos contornar o problema se pudermos tornar aquilo que tentamos ensinar acessível para aqueles estudantes que não pensam de modo formal e podemos superá-lo se pudermos encorajar os estudantes a se tornarem formais” (Herron, 1975, p.10)

Na medida em que o aluno depara-se com situações que apresentam novidades, ele precisará buscar meios para assimilar esses novos elementos e acomodar suas ações e seus pensamentos a estes, adaptando-se a esta nova realidade. Então, se os esquemas que dispõe não dão conta de todos os aspectos presentes no problema proposto pelo professor, o aluno buscará novas formas de atuação, que possibilitarão a modificação dos esquemas que possui, ou a criação de novos esquemas, que então permitirão avançar na forma de interpretar tais situações que anteriormente resistiam à aplicação dos esquemas que o aluno já possuía.

Para Delval (1997, p.112),

Aprendemos mais em situações moderadamente nova, que possamos resolver modificando nossos esquemas anteriores. Se a situação for idêntica a outra anterior, basta-nos aplicar os esquemas que já possuímos. Se for totalmente nova, ser-nos-á difícil agir eficazmente para atingir a meta. Se, contudo, tiver aspectos em comum com situações precedentes, mas também apresentar algumas diferenças, então, seremos capazes de formular novos esquemas e de aprender.

Proposta Metodológica

O presente estudo se constitui na análise da utilização da resolução de problemas como estratégia para a reconstrução dos conceitos de densidade e velocidade, na disciplina de ciências da 8º série do ensino fundamental, em uma turma de 30 alunos, com idades entre 13 e 16 anos, do turno da manhã. A proposta caracteriza-se como um estudo de caso (Bogdan e Biklen, 1994; Lüdke e André, 1986) desenvolvido ao longo de um ano letivo em uma escola da rede pública estadual de Porto Alegre, que recebe alunos oriundos de diversos bairros da capital gaúcha, na qual a professora titular, professora de Ciências e também mestranda, realizou sua pesquisa.

Um dos objetivos da proposta foi efetuar a pesquisa nas condições reais em que funciona uma escola pública no Estado do Rio Grande do Sul, com três horas/aula semanais, envolvendo todos os alunos da turma em análise, na busca da efetivação da pesquisa no fazer em sala de aula.

O processo que envolveu uma série de atividades, entre as quais estão as resoluções de problemas, também foi planejado com o objetivo de proporcionar diferentes situações com discussões no grande grupo, em grupos menores ou ainda, momentos de produção individual. Como estratégia para organizar os pequenos grupos nas diferentes atividades alternou-se entre o sorteio dos integrantes e a escolha por afinidade entre colegas, efetuada pelo próprio grupo de alunos. Assim, não houve grupos ou equipes fixas, possibilitando a interação entre alunos que geralmente não trabalhavam juntos, e, em outras situações, respeitando a vontade dos alunos, permitindo-se que

estes formassem equipes com os colegas mais próximos e que pertenciam ao grupo de amizades. É importante ressaltar também que, o número de integrantes nos grupos variava de acordo com os objetivos de cada atividade proposta.

Para o registro das atividades realizadas em aula, optou-se pela coleta de material escrito resultante dos trabalhos dos alunos, gravação em áudio e vídeo. A transcrição dos dados coletados, em áudio e vídeo, e as produções dos alunos foram agrupadas de acordo com as diversas etapas desenvolvidas, gerando dados de diferentes fontes para posterior análise de cada situação em estudo, entre as quais estão as duas apresentadas neste trabalho.

Com o intuito de preservar a identidade dos alunos envolvidos na pesquisa, na descrição das atividades, serão utilizadas três letras que correspondem ao início de nomes fictícios escolhidos pela professora. No caso das descrições referentes às falas da professora, será utilizada a representação “Prof”. Para as situações em que aparecem descrições dos grupos, serão indicados trechos dos relatórios escritos por estes, durante as atividades desenvolvidas. Esses grupos estão identificados por letras, em ordem alfabética.

As resoluções de problemas foram organizadas como proposta metodológica dentro de um currículo aberto e contextualizado, de acordo com temas de interesse escolhidos e indicados pelos estudantes, e considerados pela professora de forma a satisfazer também a abordagem de conceitos considerados fundamentais para a série em estudo.

Os dois conceitos abordados neste trabalho foram escolhidos como conceitos fundamentais pela professora, vinculados aos temas de interesse indicados pelos alunos no início do ano letivo. O conceito de velocidade, relacionado aos esportes, com outros conceitos como movimento, repouso, trajetória, além das unidades de medidas de tempo e distância. Já o conceito de densidade surgiu enquanto eram estudados os lipídios e a solubilidade dos óleos e gorduras em água. Os alunos utilizavam o termo, porém quando eram questionados a respeito do conceito, apenas o relacionavam com a massa, ou seja, diziam que o óleo era mais leve que a água. A partir da curiosidade deles em estudar o assunto, este passou a fazer parte do planejamento.

O processo que envolveu o estudo destes dois conceitos aconteceu em épocas diferentes do mesmo ano letivo. O conceito de densidade foi abordado durante o mês de agosto, e o conceito de velocidade no final do mês de outubro e início de novembro. As duas propostas serão analisadas separadamente, mas fazem parte deste trabalho por similaridades que serão indicadas a seguir.

Colocando as propostas em prática e analisando seus resultados

O trabalho foi desenvolvido em diferentes etapas, que não estavam pré-definidas no início do mesmo, mas que foram formuladas de acordo com os resultados obtidos no desenvolvimento do processo. Assim o planejamento foi construído de acordo com as respostas dos alunos e observações da professora. Pretendeu-se, no entanto, desde o início, trabalhar o mesmo conceito em situações diferentes, para que o aluno não vinculasse o conceito a um único exemplo.

1º Caso – Estudo da Densidade

O processo que desencadeou o estudo da densidade constituiu-se de uma série de atividades (etapas) que foram planejadas e se sucederam conforme está representado na tabela abaixo, totalizando 18 horas/aula.

Tabela 1 - Etapas que constituíram o processo de estudo da densidade e o que foi proposto aos alunos em cada uma dessas etapas.

Experiências em Ensino de Ciências – V5(1), pp. 31-56, 2010

Etapas	O que foi proposto aos alunos
1-Primeiro contato - em grupos - 2h/a	-Formular explicações sobre massa, volume e densidade. -Ouvir as explicações dos colegas do grupo e chegar a uma explicação que fosse de acordo de todos.
2-Prática em grupos e resolução de problema- 3 h/a	-Realizar medidas de volume e massa, utilizando balança e proveta.

Quando questionados sobre a relação entre massa e volume, como na pergunta: “Sempre que um objeto apresentar maior volume ele terá maior massa? Expliquem.”, as respostas variaram de acordo com a comparação estabelecida pelo grupo:

Grupo F (comparando materiais iguais):

“Sim, por exemplo, um balão cheio de ar tem mais volume e mais massa que o vazio.”

Grupo E (comparando materiais diferentes):

“Não, por que 1 Kg de folhas secas tem mais volume do que 1 Kg de ferro e apresenta a mesma quantidade de massa”.

Em outra pergunta, os alunos apresentaram dificuldades em propor uma resposta relacionando massa e volume para explicar um termo utilizado por eles mesmos (leve) quando se referiam à densidade, indicando como característica do material, sem conseguir explicar tal afirmação ou utilizando para noção de volume comparações confusas. “Supondo que vocês tenham dois objetos de tamanhos distintos e feitos com materiais diferentes, como poderiam determinar qual dos dois materiais é mais leve?”

Grupo A: *“Nós iríamos pegar uma balança para medir o peso para ver o mais leve”.*

Grupo C: *“Depende do material que será usado na matéria”.*

Grupo F: *“Comparando uma borracha e uma caneta. Comparação de massa, a borracha pesa mais, mas a caneta tem mais volume”.*

Os estudos de Piaget e Inhelder (1983) a respeito do desenvolvimento das quantidades físicas na criança indicam o atraso das composições de volume, comparadas com as do peso, entendendo o peso como uma noção unidimensional, já o volume, resulta de um feixe de relações. “O peso aparece, pois, de saída, como uma qualidade concreta característica da matéria, enquanto que o volume é uma abstração, desde que ele não é mais solidário da quantidade aparente da substância” (Piaget e Inhelder , 1983, p.338). Cabe ressaltar que estes autores utilizam o termo “peso” para a noção de massa abordada neste artigo, e que, portanto, serão tratadas como equivalentes para a análise dos resultados.

Estes autores entendem que a construção destas noções resultará da interação entre dois fatores importantes e indissociáveis, a construção operatória e as constatações experimentais.

É a experiência que indicará quais as relações que devem ser dissociadas ou compostas entre si, como é preciso compô-las e quais são as variantes reais ou as constantes físicas. Mas não é menos claro que nenhum desses conteúdos experimentais pode ser registrado, ou seja, não pode ocasionar uma “leitura” por simples observação ou experimentação e não pode mesmo ser concebido sem uma composição de ordem formal (Piaget e Inhelder, 1983, p.341).

Considerando os resultados do primeiro contato percebeu-se a necessidade de uma atividade prática, na qual medidas de massa e volume de objetos fossem realizadas pelos próprios alunos para que estes conceitos fossem, posteriormente, problematizados e discutidos no grande grupo. Foram utilizadas balança e proveta e cada grupo trabalhou com três objetos diferentes. Dois objetos de PVC de volumes diferentes e um terceiro de metal, com volume igual a um dos objetos de plástico.

O grupo, como um todo, apresentou dificuldades para realizar medidas e registrar os dados que encontravam. Não sabiam como organizá-los ou utilizá-los na resolução do problema proposto: “Teria alguma forma de caracterizar ou diferenciar os distintos materiais como mais, ou menos leves? Explique.”

Grupo A: *“Sim, um dos jeitos é medir na balança ou você poderia segurar um em cada mão”.*

Grupo D: “*Pelo material*”

Embora as expectativas da professora fossem grandes em relação à atividade prática, pois esperava dos grupos relações entre objetos de mesmo volume e que apresentavam massas diferentes, por serem compostos por materiais diferentes, ou, ainda, mais além, que observassem os dois objetos de volumes e massas diferentes, mas de mesmo material para compararem a razão de suas massas e seus volumes. Os resultados mostraram as dificuldades dos alunos para elaborarem comparações entre as noções envolvidas e a confusão que estes fazem entre as noções de massa e densidade. Dessa forma, durante a elaboração dos relatórios de cada grupo, a professora interferiu propondo tais comparações e orientou os alunos para que organizassem seus dados em tabelas, identificando as unidades de medidas (g para massa e mL para volume).

No entanto, mesmo com as intervenções da professora, os alunos demonstraram dificuldades em compreender o que estavam fazendo, evidenciando estarem preocupados em saber o que a professora queria como resposta.

Essa dificuldade poderia ser vinculada ao fato de que, talvez, os alunos não tivessem o hábito de realizar atividades práticas e de refletir sobre suas ações. No entanto, torna-se relevante destacar, além do objetivo problematizador da proposta, o fato de que as questões em jogo impunham a necessidade de se trabalhar com variáveis que envolviam noções que, conforme já foi referido, ainda estavam em construção, o que pode ter gerado confusões nas explicações. Além disso, o fato de se estar trabalhando em grupo promovia negociações e o gerenciamento simultâneo de pontos de vista distintos o que, aliado às variáveis presentes no experimento, aumentava a complexidade da tarefa, exigindo dos alunos uma busca de referência, neste caso, o ponto de vista da professora.

Para Delval (1997, p.163), a escola deve estimular o aluno a pensar e buscar soluções, e acrescenta, “as respostas certas são o que menos importa, pois podem ser o resultado de simples decoreba. As respostas incorretas, por sua vez, são muito mais interessantes, ao revelar as deficiências de compreensão e os problemas que o aluno está enfrentando”. Nesse sentido, podemos afirmar que o professor precisa estar atento a esses fatos para, aproveitando as dificuldades indicadas pelos alunos, planejar novas situações que os ajudem a refletir sobre o que estão fazendo, a retomar suas decisões, construindo explicações para elas e confrontando suas idéias com as dos demais, deixando-se envolver pelos desafios e buscando alternativas possíveis para a resolução de problemas.

Em função disso, na aula seguinte, cada grupo elaborou hipóteses para explicar a resposta por eles indicada como solução do seguinte problema: “Na opinião do grupo, densidade depende do tamanho do objeto escolhido ou ao contrário, é uma propriedade que tem um valor determinado para cada material, independente do tamanho? Expliquem”.

As confusões anteriormente detectadas pela professora se confirmaram durante a apresentação de cada grupo aos colegas, por exemplo:

Grupo B: “*A densidade depende do tamanho do objeto escolhido, por que nós utilizamos uma bola de gude e uma de ferro do mesmo tamanho e a densidade deu a mesma de 4 mL. Isso quer dizer que o peso não influencia na densidade do objeto, pois a bola de ferro é muito mais pesada do que a bola de gude*”.

Um único grupo promoveu explicações identificando a densidade como uma característica do material que compõe os objetos exemplificados:

Grupo E: “*Densidade tem um valor determinado para cada material, independente do seu tamanho. Por que o tamanho não interfere, ele pode ser até igual, dependendo do seu material a densidade pode ser bem diferente. Ex: dois prendedores de roupa, sendo um de madeira e outro de plástico, tendo tamanho igual, a densidade é diferente*”.

Após as apresentações das hipóteses, durante a discussão dos resultados apresentados por cada grupo, um aluno do grupo B, que havia afirmado que a densidade correspondia ao volume do objeto, afirma: *“A nossa hipótese estava errada, a densidade depende do material! Mas pelo menos a gente fez, né, Sora!”*

Aproveitando a fala do aluno, a professora utilizou outros exemplos objetivando, posteriormente, chegar à explicação da fórmula ($d = m/v$) utilizada para calcular a densidade dos diferentes materiais. Entre os exemplos, a comparação de diferentes volumes de água (1L e 1000L). Ao mesmo tempo, comparando massas correspondentes a esses volumes (1Kg e 1000 Kg), possibilitou chegar ao valor de densidade de 1 Kg/L para a água nos dois exemplos, indicando a densidade como uma propriedade do material.

Na continuidade do trabalho, para refletir sobre o que foi discutido, os alunos organizaram um texto, individualmente, indicando dificuldades, comparações, conclusões e a avaliação da atividade proposta. A produção textual permitiu que muitos alunos expressassem a maneira como estavam pensando as atividades propostas, refletindo sobre a participação dos demais colegas:

Car: *“O nosso grupo foi contestado na questão 1, tinha que falar como se media a massa, o peso e o volume. Nós nos confundimos como se media o volume por que nós pensamos que volume era igual a massa”.*

Mai: *“Nós conversamos, tínhamos idéias diferentes, discutimos, mas depois de muitas conversas entramos em conclusão”.*

Rad: *“A apresentação dos outros grupos hoje foi muito eficiente porque teve diversas explicações que contribuíram muito no entendimento do conceito”.*

Rom: *“Teve várias hipóteses que foram contestadas como as de hoje que vários grupos falaram que não depende só da massa do objeto, mas também do volume”.*

Tim: *“Em relação aos outros grupos, percebi que alguns deixaram pra fazer o trabalho na última hora”.*

Como se pode observar, a maioria dos alunos relatou suas dificuldades como sendo iniciais e, em seguida, indicou que tudo o que foi trabalhado ficou bem entendido, como se as noções até aqui abordadas não precisassem ser retomadas. Isso nos permite verificar que, na fase de construção, os alunos, não reconhecem as dificuldades como significativas, depois de aparentemente resolvidas. Porém, na aula seguinte, quando quatro problemas foram propostos para serem resolvidos individualmente, problematizando, novamente a densidade como propriedade dos materiais, com abordagens diferentes das anteriores, um grande número de alunos, continuou fazendo relação apenas com a massa. O exemplo abaixo indica a manutenção dessa relação:

“Ao afirmar que a densidade do ferro é $7,86 \text{ g/cm}^3$, também posso afirmar que qualquer material de qualquer volume ou massa, desde que seja ferro, terá essa densidade?”

Car: *“ Não, pois depende do tamanho do material utilizado”*

Bri: *“Não. Porque se pegarmos um objeto bem pequeno e outro grande, mesmo que seja de ferro, a massa e o volume deles vão ser diferentes, assim, a densidade também”.*

Ao identificar que as confusões inicialmente percebidas continuam presentes nos relatórios de muitos alunos, mesmo depois de terem sido desenvolvidas uma série de atividades, é importante considerar o fato de que a proposta foi realizada em uma turma com 30 alunos e que cada um destes é um indivíduo único. Por isso, muitas vezes a retomada de certas situações, que já pareciam entendidas, se faz necessária. Em um grande grupo, mesmo que alguns já consigam propor estratégias e resoluções com sucesso, outros precisarão de mais tempo para compreender o seu próprio fazer. Isso nos leva a afirmar, também, que o professor não pode iludir-se, diante das respostas adequadas, de que todos os alunos construíram o conceito trabalhado.

Além disso, as análises das respostas dos alunos permitem afirmar, ainda, com apoio nos estudos desenvolvidos pelo grupo de Piaget, que as crianças e os adolescentes elaboram noções por eles mesmos, de acordo com seu desenvolvimento intelectual resultante das vivências relacionadas ao meio social e escolar, nos quais estes sujeitos estão inseridos. Por isso, muitas dessas “teorias” resistem ao que é trabalhado na escola e, em alguns casos, o aluno trata as situações como sendo independentes, ou seja, uma explicação fica fazendo parte do ambiente escolar, enquanto suas explicações já construídas anteriormente, continuam valendo para as situações do dia-a-dia. Para Delval (1997, p.136), na escola “age-se como se as explicações científicas devessem ser imediatamente reconhecidas pela criança como melhores, substituindo sem dificuldade as que ela elaborou por meio de sua experiência”.

Acredita-se que, com a abordagem continuada e não fragmentada dos conceitos, que vão sendo trabalhados na sala de aula e retomados durante todo o ano letivo, o professor ajudará o aluno a reconstruir suas explicações e chegar à conceituação científica, que fará sentido também fora do ambiente escolar. No entanto, é necessário respeitar o tempo de cada aluno, estimulando-o para que consiga avançar juntamente com os demais colegas..

Então, pela análise dos resultados precedentes, houve a necessidade de uma nova discussão sobre as respostas por eles formuladas na resolução de problemas. Em um dado momento, a professora utiliza exemplos, realizando cálculos de densidade e questiona os alunos sobre as explicações por eles formuladas anteriormente:

Prof: *“Eu estou pensando em dois objetos constituídos por ferro, um grande e um pequeno, a densidade deles vai ser diferente?”*

Mai: *“Não, por que o maior vai ter maior massa, mas o volume também é maior e o no pequeno os dois vão ser menores. Então se tu dividir massa por volume o resultado vai ser o mesmo”.*

Prof: *“Ótimo Mai! Todos entenderam o raciocínio da colega?”*

Grupo de alunos - Sinalizam que sim com a cabeça.

A professora continua trazendo outros exemplos de relação entre massa e volume.

Para interagir mais diretamente com os alunos, possibilitando orientações mais direcionadas, de acordo com os resultados por eles apresentados nas etapas precedentes, a resolução de exercícios foi planejada como próxima atividade. Nessa ocasião, os alunos trabalharam em sala de aula, ajudando uns aos outros, com exercícios que envolviam situações similares às desenvolvidas anteriormente. Esse momento foi percebido como necessário para motivação da turma como um todo, na medida em que trabalhando a cada aula com situações novas, a professora corre o risco de desestimular os alunos que não conseguem participar das discussões. Ao permitir que eles trabalhem com situações já conhecidas, eles sentem-se seguros e conseguem resolver o que foi proposto e a professora, estando atenta ao que está acontecendo, consegue verificar onde houve melhora no entendimento dos conceitos abordados e o que deve ser retomado na próxima etapa.

Pensando em retomar discussões anteriores, principalmente a densidade como uma propriedade dos materiais, a utilização da tabela periódica foi um recurso muito interessante, pois permitiu problematizar a distribuição dos elementos que a compõe e a relação com as suas densidades específicas. Além disso, utilizando-a como fonte de pesquisa, os alunos encontraram as densidades dos elementos expressas em unidades diferentes, de acordo com o estado físico em que estão representados, fato que permitiu problematizar as transformações de unidade do volume.

Em duplas, os alunos não apresentaram dificuldades para perceber onde estão localizados os elementos mais densos da tabela periódica, conseguindo indicar como a densidade cresce nos

períodos e nas famílias. A resolução de problemas gerou maior dificuldades no que diz respeito à compreensão do processo de conversão de unidades, como exemplificado na situação abaixo:

“Explique o que significa dizer que a densidade do alumínio é de $2,7 \text{ g/cm}^3$?”.

“Qual será o valor da densidade do alumínio se este for indicado em g/L?”

Uma dupla chama a professora e indica essas duas questões:

Prof: “*Pensa comigo. O que quer dizer $d=2,7\text{g/cm}^3$?*”

Tad: “*Sei lá!*” (*demonstra estar perdido*).

Tim: “*Que a cada cm^3 tem massa de 2,7 gramas!*”.

Prof: “*Ótimo...se eu quisesse representar em gramas por litro, como eu faria isso? Que unidade está variando?*”.

Tim: “*O volume!*”.

Prof: “*Agora, ao invés de tu representares por cm^3 , vais representar por litro e aí como faz essa mudança?*”

Fau: (aluno de outro grupo que está observando a discussão) – “*Então cada litro tem 2,7g*”.

Prof: “*Não é a cada cm^3 . Quantos cm tem em um litro?*”

Tim: “*1000!*”

Prof: “*Então o que tu tens que fazer? Como tu vai saber quantas gramas tem em 1000 cm^3 se cada um tem 2,7g?*”

Tim: “*É só multiplicar por 1000!*”

Prof: “*OK!*”

Na aula seguinte, durante a discussão sobre a atividade desenvolvida, a professora, ao comparar a densidade do Xenônio e do Iodo, propõe o processo inverso ao resolvido na aula anterior:

Prof: “*Como eu faço para transformar g/L em g/cm^3 ? Na atividade anterior vocês fizeram a transformação de g/cm^3 para g/L. Quantos cm^3 eu tenho em 1L?*”

Gre: “ *1000cm^3* ”.

Prof: “*1000 muito bem, eu tenho 5,9 g a cada 1L, ou seja a cada 1000 cm^3 . Agora eu quero saber para cada 1 cm^3 . O que eu faço?*”

Gre: “*Divide 5,9 por 1000!*”

Prof: “*Então se eu pegar o 5,9 e dividir por 1000 eu vou ter a densidade em g/cm^3 . Qual a resposta?*”

Ind: “ *$0,0059 \text{ g/cm}^3$* ”.

Prof: “*Ok Ind! Acho que podemos fazer uns exercícios*”.

Com a resolução de uma série de exercícios envolvendo situações similares às várias etapas do processo, desde o primeiro contato até a utilização da tabela periódica, a professora pôde perceber que muitas dificuldades e confusões que se apresentavam inicialmente já não faziam mais parte das indagações dos alunos e que estes conseguiam ajudar uns aos outros, promovendo explicações com sucesso.

Para Delval (1997), até os 9 anos a criança não admitirá constância no peso e, somente por volta dos 11 anos é que compreenderá que o volume não se modifica ao modificar-se a forma e que este é independente do peso. Além dessas, são muitas as noções que a criança tem que adquirir e construir durante o seu desenvolvimento, porque tais noções não são diretamente extraídas da experiência, nem ensinadas na escola, mas construídas na medida em que a criança vai lidando com os objetos, através da coordenação de suas ações.

Ainda, segundo este autor, os erros persistem durante muito tempo, mais até do que o verificado por psicólogos em experimentos de laboratório, indicando que estudos realizados com alunos entre a sexta e oitava série, sobre a explicação de fenômenos físicos cotidianos, revelam uma grande quantidade de crenças errôneas sustentadas pelos alunos. “Por isso, é essencial que o professor conheça e se interesse por essas idéias científicas espontâneas que, do ponto de vista do adulto, são errôneas, mas que determinarão como o aluno entende as explicações que lhe são fornecidas” (Delval, 1997, p.62).

2º Caso – Estudo da Velocidade

O processo que desencadeou o estudo da velocidade, da mesma forma que no primeiro caso, constituiu-se de uma série de atividades (etapas) que foram planejadas e se sucedeu conforme está representado na tabela abaixo, totalizando 14 horas/aula, desconsiderando as atividades extra-classe.

Tabela 2 – Etapas que constituíram o processo de estudo da velocidade e o que foi proposto aos alunos em cada uma dessas etapas.

Etapa	O que foi proposto aos alunos
1- Primeiro contato – individualmente – 1h/a	-Resolver problemas envolvendo os conceitos: movimento, repouso, tempo, distância, trajetória e velocidade.
2-Atividade prática e resolução de problemas em grupos de 3 alunos – 3h/a	-Traçar trajetórias. - Efetuar medidas de tempo e distância na prática. - Resolver problema envolvendo o cálculo de velocidade.
3-Discussão no grande grupo – 1h/a	- Apresentar os resultados da atividade anterior aos outros grupos. - Comparar estratégias utilizadas com as dos demais grupos. - Indicar dificuldades na realização da atividade anterior. - Identificar a fórmula que é utilizada para cálculo da velocidade média, relacionando distância e tempo.
4-Resolução de problemas individualmente – 2h/a	- Interpretar as situações e delas extrair as medidas de distância e tempo. - Efetuar o cálculo de velocidade em situação problematizada. - Transformar as unidades das medidas de distância e tempo de acordo com o que era proposto no enunciado do problema.
5-Discussão no grande grupo – 1h/a	-Indicar dificuldades apresentadas durante a execução da atividade anterior. -Identificar a razão do êxito e/ou fracasso nas estratégias escolhidas para a resolução dos problemas anteriores. -Reconhecer as diferentes unidades referentes às medidas de distância e tempo.
6- Atividade extra –classe, individual, com resolução de problemas	- Efetuar medidas de distância e tempo individualmente. - Realizar transformações das unidades de medida envolvidas. - Propor estratégias para resolver problemas relacionados com a transformação de unidades de medidas.
7-Discussão no grande grupo – 1h/a	-Analisar as diferentes estratégias utilizadas pelos colegas para resolver os mesmos problemas. -Identificar dificuldades na realização da atividade anterior e compartilhar com o grupo e com a professora.
8-Resolução de exercícios – 2h/a	-Rever as estratégias utilizadas anteriormente em que houve sucesso. -Identificar as razões dos fracassos e/ou sucessos atingidos anteriormente.
9-Resolução de problema em grupo – 2h/a	-Propor uma estratégia de resolução do problema proposto, trabalhando com transformações de unidades de tempo e distância na mesma situação.

10-Discussão no grande grupo – 1h/a	<ul style="list-style-type: none"> -Apresentar aos colegas as explicações sobre suas estratégias para resolver o problema proposto. -Comparar as estratégias utilizadas pelo seu grupo com as dos outros grupos. -Questionar os demais grupos. -Identificar possíveis falhas na estratégia escolhida .
11-Resolução de exercícios extra-classe	<ul style="list-style-type: none"> -Utilizar os conhecimentos adquiridos durante todo o processo desenvolvido para resolver exercícios. -Verificar as dificuldades que ainda estão presentes e procurar o auxílio da professora ou colegas para superá-las.

O primeiro contato serviu para a professora verificar as noções que os alunos apresentavam sobre conceitos importantes para o estudo, como movimento, repouso, tempo, distância, trajetória, além do conceito de velocidade.

Os resultados do primeiro contato podem ser divididos em três categorias, que foram assim organizadas:

1 - Conhecem o conceito de velocidade, mas não sabem explicá-lo.

Exemplos:

Lun: “*Não sei como calcular.*”

Bru: “*Não sei como calcular a velocidade*”.

Nor: “*Não sei como mostrar*”.

2 - Calculam a velocidade dividindo a distância pelo tempo, mas não consideram as unidades, considerando a velocidade uma relação de Km/h apenas.

Exemplos:

Mat: “*10 Km/h é só dividir 100 metros por 10 segundos.*”

Bra: “*Eu dividi 100 metros que ele percorreu por 10 segundos. Então podemos obter a seguinte resposta: ele teve uma velocidade de 0,1 segundos por Km/h*”.

Ale: “*10 km/h pois $100/10 = 10$* “

3 - Atribuem valores de acordo com o que consideram conhecer sobre situações que envolvem velocidade.

Exemplos:

Fel: “*Em torno de 25 ou 30 Km/h, pois levando uma velocidade menor ele leva mais tempo para chegar na chegada*”.

Tim: “*Não sei calcular, mas pelo que sei um atleta corre 30 a 40 Km/h*”.

Outro exemplo de aluno que, enquanto respondia, o primeiro contato chama a professora:

Nad: “*Eu coloquei que se correr a 10Km/h a gente consegue fazer 100 metros em 10 segundos*”.

Prof: “*Por quê?*”

Nad: “*Por que eu pensei se um carro vai mais ou menos uns 100 por hora ele faz 1Km em um minuto*”.

Prof: “*Então escreve essa sua explicação para que depois possamos discutir juntos essa questão*”.

Piaget (1946, p.293), em seus estudos, afirma que

enquanto a idéia de velocidade não se acha integrada sob uma forma operatória, isto é, como uma relação entre o espaço percorrido (ou trabalho produzido, etc) e esta dimensão comum às diferentes velocidades, que é precisamente o tempo, a ordem temporal se confunde com a ordem espacial e a duração com o caminho percorrido.

No ambiente escolar, é comum ouvir professores comentando sobre as dificuldades demonstradas pelos alunos para interpretar os enunciados dos exercícios que envolvem conceitos fundamentais como os abordados neste artigo. Percebe-se, no entanto, a partir das confusões explicitadas pelos alunos, nesse primeiro contato, que as dificuldades estão vinculadas às concepções que os alunos apresentam no que diz respeito às noções de tempo, distância e velocidade.

Na continuidade do trabalho, na aula seguinte, a turma foi dividida em grupos de 3 alunos, tendo sido proposta uma atividade prática, na qual cada grupo deveria traçar 2 trajetórias diferentes para que cada integrante do grupo as percorresse, efetuando-se as medidas de tempo e distância, por aluno, na execução da tarefa para cada trajetória. No intuito de proporcionar aos alunos o planejamento de suas ações, cada grupo teve liberdade para escolher suas trajetórias e a forma de realizar as medidas de tempo e espaço. Ao final da atividade, o grupo deveria calcular a velocidade de cada integrante para cada uma das trajetórias.

Durante as medições das distâncias das trajetórias por eles escolhidas e do tempo gasto para percorrê-las, as dificuldades identificadas no primeiro contato se confirmaram e a professora, durante as discussões, passou a interagir com os alunos, e a perceber a dificuldade de compreensão na identificação de outras formas de medida que não Km para distância e h para tempo:

Prof: (chega onde está o grupo) *E vocês estão conseguindo fazer?*

Cre: “*Aqui (indica o cálculo da velocidade) vai dividir o tempo pelos metros?*”

Prof: “*Quando eu digo a velocidade de um carro foi de 80 Km/h o que está relacionado com o quê?*”

Cre: “*Hummm...*”

Prof: “*Primeiro a unidade de distância (Km) que será dividida pela medida de tempo(horas). Vocês estão calculando a velocidade fazendo a divisão do tempo pela distância. Então, como poderiam fazer?*”

A professora sai deixando o grupo chegar a uma solução.

Logo depois, um outro grupo procura a professora:

Fau: “*E aqui como calcula a velocidade?*”

Prof: “*Vamos utilizar um exemplo, se eu falo um carro tem velocidade média de 30Km/h, Km é tempo ou distância?*”

Rom: “*É a distância*”.

Prof: “*Ok, então distância (km) por hora(tempo). Então estou fazendo uma divisão da distância percorrida pelo tempo gasto. É isso que tem que fazer, vocês deverão utilizar os dados de distância e irão trabalhar com tempo gasto para cada aluno para percorrer cada trajetória. Vocês terão 6 valores, por que são 2 trajetórias e três alunos*”.

Fau: “*Mas, Sora, o que tem que fazer, a gente vai somar ou dividir?*”

Prof: “*O que eu acabei de falar que tem que fazer?*”

Devido à dificuldade apresentada no que diz respeito à utilização e conversão de unidades de medidas, na etapa seguinte do processo, os alunos fizeram, como atividade extra-classe, a medição de uma parte da casa onde viviam. Eles realizaram as medidas na unidade que julgaram mais adequada. Fazia parte da atividade apresentar o resultado em metros, centímetros e quilômetros, para que as conversões fossem realizadas. Além disso, com o mesmo objetivo, eles precisaram medir o tempo gasto na trajetória por eles percorrida, diariamente, entre a casa e a escola, indicando os resultados nas três unidades que estavam sendo abordadas em aula, horas, minutos e segundos. Outros quatro problemas, relacionando as unidades de medida de tempo e distância, faziam parte do trabalho. Esses problemas, depois de resolvidos foram entregues a professora e discutidos no grande grupo na aula seguinte.

Com os resultados analisados, a professora iniciou a discussão no grande grupo, colocando no quadro exemplos de estratégias que não alcançaram sucesso, sem, no entanto, indicar os alunos que haviam proposto tais estratégias e questionando a turma sobre os possíveis erros presentes na resolução.

1) Mat: *Da minha casa até a escola demoro 5,56 minutos, ou seja:*

$$5,56 \text{ min} = 556 \text{ s} = 0,056 \text{ h}$$

2) Lun: $2,30 \text{ m} = 230 \text{ cm} = 0,023 \text{ Km}$

Observa-se que, no primeiro caso, foi considerado que 1 minuto corresponde a 100 segundos e que 1 hora corresponde a 100 minutos e, no segundo exemplo, foi considerado corretamente: 1 metro = 100 centímetros, porém considerou-se que 1 quilômetro corresponde a 100 metros.

Após, uma lista de exercícios foi proposta aos alunos, envolvendo situações similares com as que já havia sido trabalhadas durante todas as atividades anteriores. Os exercícios foram necessários, no entendimento da professora, para que os alunos revisassem suas estratégias anteriores e conseguissem perceber onde fracassaram e onde tiveram sucesso, conforme já foi justificado no caso do estudo da densidade.

Para a etapa seguinte, foi proposto um problema para ser resolvido em grupo, no qual havia a necessidade de realizar a transformação das unidades tanto do valor da distância, quanto do valor do tempo. Esse tipo de situação ainda não havia sido proposta, pois até o momento, os alunos apenas trabalhavam com transformação de uma única unidade de medida por problema.

A problematização em grupos trouxe resultados muito positivos, pois todos os grupos conseguiram propor estratégias, na maioria, por caminhos diferentes, e alcançar a resolução do que foi proposto. Eles precisavam comparar móveis com velocidades diferentes, expressos em unidades diferentes, e definir qual era mais rápido ou mais lento. Exemplos:

1) Grupo formado pelos alunos Bri, Lun e Rad, utilizou a conversão de unidades da velocidade média do móvel A, para compará-la à velocidade média do móvel B, com as mesmas unidades :

$$\text{Móvel A } V_m: 50 \text{ Km/h} = 50000 \text{ metros} / 3600 \text{ segundos} = \mathbf{13,8 \text{ m/s}}$$

$$\text{Móvel B } V_m: \mathbf{20 \text{ m/s}}$$

O móvel A percorreu a trajetória com menor velocidade média.

2) Grupo formado pelos alunos Ind, Sol e Mig, utilizou a fórmula da velocidade e o tempo gasto no percurso como referência para indicar o móvel de maior velocidade:

No que se refere a este estudo de caso apresentado, a professora precisou acolher e trabalhar situações como a falta de respeito entre colegas durante as discussões; o egocentrismo na hora de dialogar com o grupo, a vergonha que dificultava a exposição de idéias; o entusiasmo de alguns e a falta de interesse de outros; as faltas freqüentes nas aulas; os acontecimentos ocorridos fora do âmbito escolar e que envolviam alunos, como a violência da cidade ou a gravidez na adolescência, e que precisam ser discutidas com o grupo, entre outros acontecimentos presentes no dia-a-dia da sala de aula e que não deixaram de existir pelo fato da mudança metodológica. Esse movimento constituidor do grupo influenciou, inclusive, no tempo para o desenvolvimento das atividades, que, muitas vezes, estava programado para uma hora de aula e para o qual, em alguns casos, foi necessário duas ou mais, exigindo a reorganização das atividades que já estavam planejadas.

No entanto, a proposta metodológica tornou-se um meio para, gradativamente, ajudar a melhorar o convívio em sala de aula. Coube à professora aproveitar as diferentes situações, como trabalhos em grupo, atividades práticas, discussões e as atividades realizadas individualmente, para buscar estas mudanças. Com ações como reconhecer o esforço dos alunos em propor resoluções para os problemas propostos, instigando-os a perseverarem na busca de novas tentativas, ou elogiar a participação dos alunos nas discussões, inicialmente tímidas, para que estas se tornassem mais freqüentes e consistentes, foi possível perceber uma considerável melhora no comportamento dos alunos.

No início do ano, quando se começou a trabalhar com a resolução de problemas, os alunos perguntavam o que era para fazer e como tinham que fazer. Havia uma grande preocupação em responder o que a professora queria como resposta e, muitas vezes, optava-se por deixar em branco para não se correr o risco de responder incorretamente. Percebeu-se, assim, a necessidade de conversar com a turma, explicando a importância das tentativas de propor resoluções para os problemas apresentados, mesmo que estas não alcançassem êxito inicialmente. Neste momento, os alunos explicitaram suas dúvidas, questionando sobre como seriam avaliados. Eles pensavam que somente teriam boas notas se acertassem tudo na primeira tentativa. Não acreditavam que a professora consideraria o que estava errado, indicando que preferiam a matéria para estudar por que, então, saberiam o que responder nas avaliações. No entanto, quando perceberam, através de suas notas, que a participação e o empenho nas atividades eram mais importantes do que o resultado, em si, passaram a se envolver com as tarefas, sem a preocupação de responder o que a professora queria, mas de propor soluções nas quais acreditavam, para depois compará-las com as dos colegas durante as discussões.

O espaço que foi aberto para o diálogo promoveu a aproximação entre os alunos e a professora, que passaram a discutir, também, as situações consideradas polêmicas ou de injustiça, apontadas por ambos durante o ano letivo.

A discussão no grande grupo e posterior resolução de exercícios se tornaram estratégias muito importantes no decorrer do processo, pois, além de promover a reflexão sobre o que foi feito, permitiu a retomada de pontos que já haviam sido discutidos anteriormente e que ainda se apresentavam confusos para alguns alunos.

Outro aspecto interessante é o aumento considerável da motivação da turma quando eram propostas atividades práticas. Mesmo que, inicialmente, não se entendesse o que se estavam fazendo, o simples fato de sair da rotina e manusear materiais diferentes, fazia com que o comprometimento com a tarefa aumentasse. Esse é um dos motivos que levou a professora a escolher, no planejamento do processo, a atividade prática como tarefa inicial, buscando o envolvimento e interesse dos alunos em aprender o que estava sendo proposto. Além disso, acredita-se que a possibilidade de trabalhar com material concreto, independente do nível de desenvolvimento cognitivo em que esteja o sujeito, permite que todos os alunos efetuem medidas relacionadas com noções importantes como massa, volume, distância e tempo, noções estas que se

apresentam como representações diferentes para cada aluno, de acordo com as situações pessoais que cada um vivenciou anteriormente.

O processo que envolveu o estudo da densidade exigiu um maior número de retomadas das noções trabalhadas do que no caso da velocidade média. Como os dois processos envolviam conceitos de complexidade semelhante, onde outros conceitos precisavam ser relacionados e abstraídos em um nível de desenvolvimento cognitivo que consideramos operatório formal, entende-se que, possivelmente, a maior familiaridade com a metodologia de trabalho da professora, e as aprendizagens anteriores tenham facilitado o desenvolvimento da proposta no caso dois.

É importante considerar que nos dois casos as reconstruções das noções por meio da ação dos sujeitos são processos constituídos por etapas e que exigem tempos diferentes para cada sujeito envolvido, por isso a necessidade de retomadas efetuadas pelo professor, mesmo quando este tem a impressão de que os conceitos em estudo foram compreendidos por todos, retomadas estas que devem ser constantes durante o ano letivo e as séries seguintes.

De acordo com os estudos de Piaget sobre as quantidades físicas na criança (1983) no que diz respeito às explicações de diferença de densidade, há um desenvolvimento em etapas nas quais, inicialmente, a criança não dissocia o peso do volume promovendo explicações por simples posição de qualidades intuitivas. Posteriormente o peso e a quantidade aparente de matéria são dissociados, mas as diferenças de densidade se explicam ainda de forma intuitiva, sem composição do peso nem do volume. No decorrer de uma nova etapa, as diferenças de peso em igual volume ou nas relações de peso inversas das relações de volume são reduzidas à quantidade e ao peso dos elementos que compõem os corpos, para por fim, numa quarta etapa as diferenças de densidade são então relacionadas a modo de composições espaciais.

O peso, a substância e o volume são portanto, inicialmente confundidos num todo perceptivo; depois, após uma série de dissociações, reencontam-se unidos num sistema de relações diretamente proporcionais, mas no plano corpuscular e sob a forma de uma solidariedade entre o peso, a massa e a compressão, com a noção de densidade aparecendo assim como uma relação entre a massa interna e o volume aparente (Piaget, 1983, p. 209).

No que diz respeito às noções de tempo e velocidade, segundo Piaget (1946, p.293) “enquanto a ordem temporal não se acha, ela própria, constituída, a velocidade se reduz a uma intuição insuficiente e às vezes enganadora”. E ainda “egocentrismo e irreversibilidade são os dois aspectos complementares de uma mesma descoordenação, que explica o caráter próprio do tempo primitivo, isto é, a indiferenciação entre ordem temporal e ordem espacial, achando-se ambas submetidas às limitações da perspectiva imediata”(299). Percebe-se assim, a necessidade de o professor estar atento aos aspectos apresentados pelos seus alunos no que diz respeito às noções em estudo, e então propor atividades que permitam construções que levem os sujeitos a descentração e reversibilidade do pensamento e a reconstrução destas noções.

Acredita-se que se a proposta for levada para outras turmas, tal qual está apresentada aqui, não alcançará resultados similares, pois cada turma apresenta necessidades diferentes, devendo o professor ter autonomia para planejar suas ações de acordo com a sua realidade. Enfatiza-se, assim, a importância de o professor se colocar como um pesquisador, que constrói suas próprias aulas, de acordo com o que percebe ser necessário àquela turma específica.

Não foi objetivo deste trabalho caracterizar o nível de desenvolvimento cognitivo de cada um dos alunos que integravam a turma em estudo. No entanto, as pesquisas realizadas pelos autores citados neste artigo, possibilitaram à professora, a partir da análise dos resultados das diferentes atividades desenvolvidas e do comportamento dos alunos em sala de aula, buscar perceber como seus alunos entendiam as noções em estudo e, então, planejar ações para que estes pudessem aprender e, assim, alcançar níveis superiores de conhecimento.

Os processos analisados neste trabalho apresentaram-se como uma possibilidade de reconstrução de conhecimentos tanto para o aluno quanto para o professor. Segundo Collares (2003, p.98), “pensar sobre as ações dos alunos e pensar sobre a própria ação docente constituem, na realidade, movimentos indissociáveis, apesar de distintos entre si e que se implicam mutuamente”. O planejamento e a aplicação da resolução em sala de aula como uma estratégia metodológica possibilita a interlocução entre ensino e aprendizagem, proporcionando ao professor reconstruir o seu fazer a partir da compreensão das ações de seus alunos, e aos alunos o aprender como resultado da busca de solução para as inquietações presentes nas problematizações propostas.

Referências

- ASTOLFI, J-P. PETERFALVI, B. & VÉRIN, A. *Como as crianças aprendem ciências*. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.
- BOGDAN, R, BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.
- CHASSOT, A. *Alfabetização Científica. Questões e desafios para a educação*. Ijuí: Unijuí, 2001.
- COLLARES, D. *Epistemologia Genética e Pesquisa Docente: estudo das ações no contexto escolar*. Lisboa: Instituto Piaget, 2003.
- CRAHAY, M. ? *Uma cabeza bien hecha o uma cabeza repleta? Replanteamiento Constructivista de um antiguo dilema*. Perspectivas: revista trimestral de educación comparada, 1996. N° 97, (vol. XXVI) p. 59-91.
- DEL PINO, J.C. SAMRSLA, V.E.E. FERREIRA, M.R.H. LOGUERCIO, R.Q. *Reinventando a Ciências na Oitava Série*. Porto Alegre: UFRGS, 2007.
- DELVAL, J. *Aprender a aprender*. Campinas: Papirus, 1997.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia. Saberes necessários à prática educativa*. Rio de Janeiro: Paz e Terra S/A, 2000.
- GARCIA, R. *Criar para compreender: A concepção piagetiana do conhecimento*. Substratum: Temas Fundamentales em Psicología y Educación, 1997. N°01. (vol. 1). P. 47-55.
- GARRET, R.M. *Resolver problemas em la enseñanza de las Ciências*. Alambique: Didáctica de las ciências experimentales, 1995. N°5 . P.6-15.
- HERRON, J.D. *Piaget for chemistes-explaining what “good” students cannot understand*. Journal of chemical Education, 1975. N°03 (vol. 52). P.146-150. (tradução: prof. Antonio Sergio K Milagre).
- INHELDER, B. *Aprendizagem e Estruturas do Conhecimento*. São Paulo: Saraiva, 1977.
- LOGUERCIO, R.Q. LOPES, C. HERVERT, R. DEL PINO, J.C. *Saberes e Interesses na Construção Curricular de Ciências na oitava série*. Espaço da Escola, 1999. N° 33 (jul/set.99). p. 47-68.
- LÜDKE, M, ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.
- MALDANER, O.A. *A formação Inicial e Continuada de professores de química: professores/pesquisadores*. Ijuí: Unijuí, 2000.
- PIAGET, J. INHELDER, B. *O desenvolvimento das quantidades físicas na criança*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1983.
- PIAGET, J. *A noção de tempo na criança*. Rio de Janeiro: Record Cultural, 1946.
- _____. *Seis Estudos de Psicologia*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1976.

_____. *A Tomada de Consciência*. São Paulo: Melhoramentos, 1977.

_____. *Fazer e Compreender*. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

POZO MUNICIO, J. I. PÉREZ ECHEVERRIA, M.P. *La Solución de Problemas*. Madrid: Santillana, 1994.

SAADA-ROBERT, M. BRUN, J. *Las transformaciones de los saeres escolares: aportaciones y prolongaciones de la psicología genética*. *Perspectivas: revista trimestral de educación comparada*, 1996. N° 97 (vol. XXVI) p. 25-38.

SANTOS, W.L.P. SCHNETZLER, RP. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Unijuí, 1997.

VASCONCELOS, C. LOPES, B. COSTA, N. MARQUES, L. CARRASQUINHO, S. *Estado de arte na resolução de problemas em Educação em Ciências*. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2007. N°2 (Vol.6). p. 235-245.

Recebido em: 21.02.10

Aceito em: 18.03.10