

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE LÁPIS E PAPEL NUMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA

Paper and Pencil Problem Solving in an Investigative Approach

Luiz Clement [lclement@joinville.udesc.br]

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Centro de Ciências Tecnológicas, Campus Universitário Prof. Avelino Marcante, Zona Industrial Norte, Joinville/SC – Brasil

Eduardo A. Terrazzan [eduterra@pq.cnpq.br]

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Campus Universitário, Camobi, Santa Maria/RS - Brasil

Resumo

A resolução de problemas é considerada, no âmbito do ensino de Física, uma atividade didática fundamental para a construção de conhecimentos dos alunos nesta área. No entanto, em sua maioria, estas atividades não passam de tarefas repetitivas de resolução de exercícios que envolvem apenas a memorização conceitual e/ou a aplicação direta de equações. Tendo isso em vista, neste artigo apresentamos e discutimos alguns dos resultados alcançados por meio de um estudo sobre práticas didáticas de Resolução de Problemas baseadas em situações-problema, cujos desenvolvimentos, em sala de aula, procuram seguir uma abordagem investigativa. Dessa forma, conseguimos criar um ambiente escolar em que a resolução de problemas de lápis e papel ativou a participação, reflexão e criatividade dos alunos, superando assim sua tradicional característica repetitiva e reprodutiva.

Palavras-chave: Resolução de Problemas; Abordagem Investigativa; Ensino de Física.

Abstract

Problem solving is considered, in the context of Physics teaching, an essential didactic activity for the construction of students' knowledge in this area. However, in his majority, these activities don't pass of repetitive tasks of exercises resolution that just involves conceptual memorization and/or the direct equations application. Having this in sight, in this paper we present and discuss some of the results achieved through a study about didactic practices of Problem Solving based on problem-situations, whose developments, in classroom, sought follow an investigative approach. With this, we create a school environment where paper and pencil problem solving activated the participation, reflection and creativity of students, surpassing its traditional repetitive and reproductive characteristics.

Key Words: Solving Problem; Investigative Approach, Physics Teaching.

Introdução

Na sociedade contemporânea, os conhecimentos relacionados à área de Ciências da Natureza se tornam cada dia mais importantes, para uma compreensão adequada tanto dos fenômenos naturais que permeiam o nosso cotidiano, quanto dos artefatos tecnológicos que estão a nossa volta, permitindo, assim, conquistar uma melhor qualidade de vida, buscar uma inserção efetiva no mundo do trabalho e vivenciar uma participação social ativa. Em suma, para possibilitar o exercício de uma cidadania plena (Brasil, 2002; Brasil, 2006).

Apesar disso, o Ensino de Física na Educação Básica ainda se caracteriza por abordagens centradas no excesso de atenção dada a exercícios repetitivos, privilegiando o uso de algoritmos matemáticos em detrimento da discussão de situações que permitam a compreensão de aspectos relacionados a conceitos, teorias, modelos, fenômenos ou processos físicos nelas envolvidos.

Configura-se, assim, um claro distanciamento entre os conteúdos trabalhados e a realidade cotidiana. Com o objetivo de buscar a superação das dificuldades e deficiências encontradas no ensino das Ciências Naturais, têm surgido novas propostas de ensino-aprendizagem. Paralelamente a isso, precisamos superar a tendência a propor alternativas e/ou mudanças nas práticas educativas baseadas unicamente em orientações externas ao ambiente escolar, seja nos conteúdos normalmente trabalhados, seja nas abordagens metodológicas adotadas em sala de aula. Além disso, podemos dizer que quaisquer modificações só se viabilizam na medida em que elas ocorram por meio de uma reflexão conjunta com os professores em exercício.

Parte de nossa pesquisa, que deu origem a este artigo, foi realizada nesse âmbito de discussão com professores, uma vez que tínhamos como uma de nossas metas contribuir para a melhoria do ensino de Física, particularmente, das atividades de Resolução de Problemas. Nesse sentido, visávamos superar o caráter diretivo do ensino de física, centrado no professor e fortemente baseado em dinâmicas de transmissão e recepção de conhecimentos. Buscávamos um ensino em que os alunos assumissem um papel mais ativo. Dessa forma, elaboramos uma proposta metodológica na qual, estabelecemos alguns parâmetros que orientaram o desenvolvimento das atividades de Resolução de Problemas de Lápis e Papel em sala de aula.

Diante desse quadro configuramos o objetivo desta pesquisa, qual seja: apresentar e discutir alguns aspectos relativos ao processo de ensino-aprendizagem, como o envolvimento e o desempenho dos alunos, durante o desenvolvimento de Atividades Didáticas baseadas em Situações-Problema (ADSP). Para atender ao objetivo, foi necessária a realização de uma intervenção didática, descrita e analisada com maior detalhamento ao longo do artigo.

Resolução de Problemas no Ensino de Ciências

No ensino de Ciências e Matemática as atividades didáticas de resolução de problemas são consideradas atividades fundamentais para a promoção da aprendizagem dos alunos. Fato que leva alguns pesquisadores a atribuírem à resolução de problemas uma função de *motor do ato de pensar* (Vasconcelos et al, 2007). Sendo assim, no Ensino de Física, e em geral, no Ensino de Ciências e de Matemática, uma parte significativa da carga horária das aulas costuma ser dedicada para sessões de Resolução de Problemas. Isto é facilmente constatável nos sistemas educacionais de diversos países, sendo inclusive uma característica básica da realidade educacional brasileira. Embora seja reservado todo esse tempo das aulas para sessões de Resolução de Problemas é constatado também um baixo desempenho dos alunos, quando estas atividades são realizadas de forma tradicional (Gil Pérez, Martínez Torregrosa & Senent, 1988; Pozo & Crespo, 1998; Peduzzi, 1997; Escudero, 1995; Clement & Terrazzan, 2011; entre outros).

Há várias possibilidades para explicar este baixo desempenho dos alunos: Gil Pérez, Martínez Torregrosa & Senent, (1988) realizaram um levantamento delas junto a professores espanhóis e representaram suas justificativas. A grande maioria dos professores atrela este fracasso à falta de conhecimentos teóricos, por parte dos alunos, sobre os temas, conceitos e leis que os problemas abordam e ao escasso domínio que eles têm sobre o aparato matemático necessário para resolvê-los. Além disso, outras pesquisas como a de Sousa e Fávero (2003), buscaram evidenciar as concepções dos professores de Física sobre a atividade de resolução de problemas e o que chama atenção, nos resultados desta pesquisa, é que a maioria dos professores enxerga a resolução de problemas como a aplicação da teoria. Um professor que acredita que a resolução de problemas é a

mera aplicação da teoria, supostamente já aprendida pelo aluno, dificilmente perceberá que a resolução de problemas possui um papel importante no processo de aprendizagem dos conceitos da Física. Outra justificativa possível para o fracasso na Resolução de Problemas, em aulas de Física, Matemática e Ciências em geral, refere-se às falhas praticadas pelos professores em seus planejamentos escolares. Isso também pode ser observado, se analisarmos os planos de aula dos professores de Física que atuam em escolas de nosso país, embora muitas vezes eles não o reconheçam.

Procurando reverter tal situação, alguns trabalhos iniciaram explicitando as possíveis diferenças entre *um bom* e *um mau* solucionador de problemas. Extraíram daí algumas recomendações de como *resolver bem* os problemas o que levou à elaboração de Modelos de Resolução. Alguns destes modelos procuravam seguir uma abordagem de caráter investigativo; outros, por vezes, se configuravam em algoritmos mais ou menos precisos. No caso da elaboração de algoritmos mais precisos, permaneceu-se diante de um paradigma de ensino-aprendizagem baseado na transmissão/recepção de conhecimentos já elaborados e cuja ineficácia tem sido observada e bastante discutida na área de Ensino de Ciências (Gil Pérez, Martinez Torregrosa & Senent, 1988; Costa & Moreira, 1996).

Ao que parece, freqüentemente, os alunos não aprendem como resolver problemas; meramente memorizam soluções para situações que são apresentadas pelos professores como exercícios de aplicação. Durante a prática tradicional de Resolução de Problemas esta situação fica bem evidenciada, pois é bastante comum os alunos conseguirem resolver problemas similares aos anteriores, mas fracassarem ou desistirem frente a novas situações. Isto é consequência do tipo de Ensino de Ciências ainda predominante em nossas escolas, qual seja, um ensino fundado na crença de que o conhecimento pode ser “transmitido verbalmente” e assim ser “assimilado” pelos alunos.

Cabe ressaltar que, apesar de muitos professores afirmarem que trabalham com problemas em suas aulas, o que realmente fazem é a resolução de “simples exercícios”. Esses exercícios, normalmente trabalhados em sala de aula, ficam muito aquém dos problemas reais enfrentados na vida diária, dificultando o apontamento das contribuições que a solução solicitada possa trazer para os alunos em suas tarefas cotidianas.

Neste sentido, sinalizaremos possíveis distinções entre o que se pode considerar um problema propriamente dito e o que se apresenta como um simples exercício. Estas diferenças são apontadas por vários autores que pesquisam sobre a temática de Resolução de Problemas no Ensino de Ciências (Gil Pérez & Torregrosa, 1987; Cudmani, 1998; Garret, 1995; Peduzzi, 1997; Pozo, 1998; entre outros).

De maneira bastante genérica, pode-se afirmar que uma dada situação caracteriza-se como um problema para um indivíduo quando, ao procurar resolvê-la, ele não chega a uma solução de forma imediata ou automática. Neste caso, necessariamente, o solucionador envolve-se num processo de reflexão e de tomada de decisões culminando, usualmente, no estabelecimento de uma determinada seqüência de passos ou etapas a serem seguidas. Numa atividade envolvendo apenas exercícios, por sua vez, o que se observa é o uso de rotinas/passos automatizados, quer dizer, as situações com as quais o indivíduo se depara já são por ele conhecidas, podendo ser resolvidas por meios ou caminhos habituais.

A distinção entre problema e exercício, porém, é bastante sutil, não devendo ser especificada em termos absolutos (Peduzzi, 1997). Para uma determinada pessoa uma situação proposta pode se constituir em um problema, enquanto que para outra ou até para esta própria pessoa em um momento posterior, a mesma situação pode ser vista como um mero exercício. Por isso, esta distinção, em última instância, dependerá de cada indivíduo (de seus conhecimentos e de sua experiência), da tarefa proposta e de sua atitude diante dela.

No que se refere às atitudes, o aluno deverá ser seduzido e/ou convencido de que valerá a pena se deter, envolvendo-se na atividade e percebendo que ali há realmente um problema a ser resolvido, ou seja, “que há uma distância entre o que sabemos e o que queremos saber, e que essa distância merece o esforço de ser percorrida” (Pozo, 1998, p. 159). Assim, reiteramos que o reconhecimento ou não de uma tarefa como problema não depende unicamente do aluno; são decisivas também as formas e o tipo de atividades apresentadas a ele. Deve-se, então, primar por tarefas escolares que representam um maior sentido para os alunos.

Como afirma Pozo (1998),

para que se configurem verdadeiros problemas que obriguem o aluno a tomar decisões, planejar e recorrer à sua bagagem de conceitos e procedimentos adquiridos, é preciso que as tarefas sejam abertas, diferentes umas das outras, ou seja, imprevisíveis. Um problema é sempre uma situação de alguma forma surpreendente (p. 160).

Assim, exige-se tanto a mobilização de conhecimentos já construídos como, ao mesmo tempo, a aprendizagem de outros novos; ambos necessários para o encaminhamento do processo de construção da resolução esperada. A dinâmica de Resolução de Problemas pode desenvolver-se tanto mediante uma Atividade Didática de Problemas de Lápis e Papel, quanto de uma atividade com uso de experimento, ou ainda, de uma atividade com uso de texto. É sempre importante que se envolva situações vivenciais e que estas sejam apresentadas o mais abertas possíveis, de modo que estimulem os alunos a levantarem as “variáveis” envolvidas, os parâmetros relevantes e as possibilidades de resolução.

A partir destas indicações, defendemos que nos planejamentos escolares haja um espaço cada vez maior para atividades de Resolução de Problemas que se baseiam no tratamento de situações-problema abertas. Em outras palavras, “... uma situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. E essa aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da [resolução da] situação-problema, se dá ao vencer o obstáculo na realização da tarefa” (Meirieu, 1997, p. 192). Isso, pois, partimos do pressuposto de que essas atividades didáticas devem ajudar no aprimoramento do desempenho necessário frente às exigências impostas pela sociedade atual, auxiliando no desenvolvimento da capacidade e da autonomia dos alunos para enfrentarem situações-problema do dia-a-dia (Brasil, 1998).

Neste sentido, as situações-problema podem ser elaboradas tanto na perspectiva de abarcar aspectos internos da estrutura conceitual da área disciplinar, quanto para abordar fenômenos cotidianos e/ou situações históricas. E, além de propiciar uma forma de contextualização dos conteúdos escolares, auxilia a desenvolver a capacidade de se disponibilizar para o enfrentamento de situações novas. A compreensão de situações novas exige uma ponte entre a teoria e a prática. Portanto, para realizar esta ponte são aproveitadas situações da vivência pessoal que contribuem para o processo de construção dos conhecimentos escolares e estes, por sua vez, auxiliarão os alunos a solucionar e/ou compreender fenômenos cotidianos e experiências pessoais.

A atividade de solucionar problemas, com maior abertura, envolve um alto grau de criatividade, pois cada solucionador utiliza suas experiências, conhecimentos e interpretações para resolver uma mesma situação-problema. Isto exige a elaboração de hipóteses, estratégias ou planos a serem seguidos de forma consciente, culminando, por vezes, em resultados, muitas vezes numéricos, que necessitam de análises mais cuidadosas.

Lembramos ainda que as Atividades Didáticas baseadas em Situações-Problema no Ensino de Ciências devem ser incorporadas nos planejamentos escolares de forma criteriosa e de modo articulado com as demais atividades didáticas, para que possam contribuir efetivamente para uma aprendizagem mais significativa dos alunos.

Ensinando Física numa Perspectiva Investigativa por meio da Resolução de Problemas

A argumentação em torno do ensino por investigação é bastante favorável a ele, sinalizando que esta forma de ensino estimula os alunos a refletir, debater, formular questionamentos, elaborar e confirmar ou refutar hipóteses, justificar idéias e aplicar conhecimentos em situações novas (Segura, Molina & Pedreros, 1997; Azevedo, 2004; Gil Pérez et al, 1992; Rodrigues & Borges, 2008; Munford & Lima, 2007; Zompero & Laburú, 2010). Além disso, o ensino por investigação procura trazer aspectos da investigação científica para o contexto escolar, principalmente resgatando o valor dos problemas para a construção de conhecimentos. Neste sentido, Azevedo (2004, p. 19) afirma “se tivermos como objetivo um planejamento e uma proposta de ensino por investigação, não podemos utilizar o título problema inadequadamente”. Com isso, vemos reforçado aqui a distinção entre exercício e problema que apresentamos na introdução deste artigo.

O ensino por investigação se fundamenta em uma visão construtivista, visando assim uma participação ativa do aluno no processo de ensino-aprendizagem. Uma das maiores influências do movimento construtivista para o contexto educacional foi a de deslocar o centro de atenção dos métodos de ensino (técnicas) para os processos de aprendizagem (Aguilar Jr, 1998).

Atividades didáticas com caráter investigativo podem ser desenvolvidas por diferentes formas, ou seja, mediante uma atividade de lápis e papel - resolução de problemas (Gil Pérez, & Martínez Torregrosa, 1983; Gil Pérez & Matínez Torregrosa, 1987; Gil Pérez et al 1992; Clement, 2004); uma atividade com uso de experimento (Borges, 2002); ou ainda uma atividade com uso de texto de divulgação científica (Menegat et al, 2007). Além disso, outros tipos de atividades investigativas são possíveis, tais como: atividades teóricas, em que os alunos se envolvem em estudos de caso e deverão se posicionar frente a assuntos controversos; atividades com banco de dados, tendo como desafio a elaboração de uma argumentação baseada em evidências; atividades de simulação, explorando um fenômeno a partir de simulações em computador (Sá et al, 2007).

Nosso foco de trabalho estava voltado para atividades de resolução de problemas, sendo assim, consultamos artigos publicados sobre a temática em revistas científicas da área de Educação em Ciências e encontramos vários modelos de Resolução (Wallas em 1926; Polya em 1995; Peduzzi, 1997; Gil Pérez & Martinez Torregrosa, 1987; Gil Pérez et al, 1992; e outros)¹. Uma característica presente em todos os modelos estudados é a sua estruturação em etapas. Embora estejam baseados em perspectivas diferentes e direcionados a áreas de conhecimento distintas, algumas de suas etapas são semelhantes. Por exemplo: (1) análise e compreensão da situação-problema a ser resolvida; (2) elaboração de planos ou estratégias de resolução; (3) execução das estratégias de resolução; (4) a análise do(s) resultado(s). Isto demonstra certo consenso entre os diversos autores quanto à importância destas etapas para o processo de resolução como um todo.

A partir de uma análise dos vários modelos de resolução encontrados na literatura da área, escolhemos um deles para orientar a preparação de nossas atividades didáticas. Dentre todos, o modelo proposto por Gil Pérez et al (1992) nos pareceu o mais adequado no momento. Este é um modelo de Resolução de Problemas como investigação, o qual procura favorecer uma dinâmica de sala de aula em que aspectos da investigação científica estejam presentes. A partir de pequenas modificações feitas nesse modelo, propomos uma seqüência de etapas de resolução, discriminada abaixo:

¹ Costa & Moreira (1996; 1997a; 1997b; 1997c), numa série de quatro artigos, faz uma revisão de literatura na área de Resolução de Problemas. No quarto artigo dessa série (1997c), os autores dedicaram-se a uma revisão das pesquisas feitas sobre modelos/estratégias de resolução de problemas. Pode-se encontrar, então, neste trabalho de Costa & Moreira (1997c), uma descrição mais detalhada.

Análise qualitativa do problema: realizar uma análise qualitativa antes de qualquer planejamento quantitativo é fundamental para a compreensão da situação-problema que se apresenta, bem como, para evitar um "operativismo cego". Neste sentido, procura-se, nesta etapa, definir ou redefinir de maneira precisa a situação-problema a ser estudada.

Emissão de hipóteses e estabelecimento de estimativas das grandezas físicas: a partir de considerações de ordem qualitativa sobre a situação-problema em estudo, é possível passar para a formulação de hipóteses sobre ela. São as hipóteses e, conseqüentemente, as estimativas das grandezas físicas envolvidas que determinam o que deve ser considerado como "dados" necessários para sua solução, ao contrário do que acontece num estilo empirista de solução (favorecido pelo tipo habitual de enunciados) em que a tomada de dados é tida como ponto de partida.

Elaboração de estratégia(s) de resolução: a elaboração de estratégias de resolução supõe a explicitação de uma visão global do problema, ou seja, a sua elaboração não derivará unicamente dos princípios teóricos, mas também, da análise qualitativa e das hipóteses emitidas, bem como, da experiência e dos conhecimentos particulares. Espera-se que os alunos elaborem diferentes formas de resolução que possibilitem um contraste entre os processos de resolução a serem praticados e assim, explicitem a coerência do conjunto de conhecimentos que eles dispõem. Isso é possibilitado pelo tipo de enunciado proposto, uma vez que este não permite um simples manejo operativo de dados e incógnitas, graças a ausência explícita dos primeiros. Neste sentido, ao solicitar aos alunos a elaboração prévia de estratégias de resolução, aposta-se na necessidade de realizar o equivalente do que se faz num trabalho científico de caráter experimental, a elaboração do plano de execução do experimento, ou seja, se insiste na necessidade de ter uma visão clara do que se tenta resolver e de como fazê-lo, sem cair em mimetismos sem reflexão ou em práticas de puro "ensaio e erro".

Aplicação da(s) estratégia(s) de resolução: esta é a etapa em que se efetua a resolução propriamente dita da situação-problema. A solução é buscada de acordo com a estratégia estabelecida na etapa anterior, chegando-se assim a um "resultado", ou seja, a uma das respostas possíveis para a situação-problema em questão.

Análise do(s) resultado(s): a etapa de análise do(s) resultado(s) tem por objetivo contrastar e verificar as hipóteses emitidas, permitindo averiguar até que ponto a avaliação qualitativa da situação (origem de todo o desenvolvimento) estava correta e/ou a estratégia seguida era adequada.

Elaboração de síntese explicativa do processo de resolução praticado e sinalização de novas situações-problema: nesta última etapa do processo, espera-se que os alunos elaborem uma síntese da resolução do problema, ou seja, façam uma recapitulação dos aspectos mais importantes da resolução praticada. Também se espera que sinalizem novas situações-problema que possam surgir a partir do estudo investigativo realizado ou que sejam de seu interesse.

Na proposta original, a primeira etapa de resolução é a seguinte: "*Considerar qual pode ser o interesse da situação problemática abordada*". Nesta etapa, previa-se a formulação da situação-problema de forma conjunta com os alunos, procurando contemplar os seus interesses em relação à mesma. Na seqüência acima descrita, esta etapa não está explicitamente presente, uma vez que consideramos que ela se configura mais como uma recomendação para o professor, quando da preparação da atividade, do que propriamente uma etapa de resolução a ser seguida pelos alunos.

O interesse e a curiosidade dos alunos sempre devem ser considerados no processo de elaboração das atividades didáticas a serem propostas. No entanto, o interesse dos alunos não pode ser o único foco de atenção para a elaboração das atividades didáticas, pois sempre haverá assuntos que possam, num primeiro momento, parecer pouco atraentes para os alunos, embora sejam importantes e essenciais para a sua formação. Tais atividades exigirão um maior esforço por parte dos alunos e nem por isso devem deixar de ser apresentadas a eles. Assim sendo, cedo ou tarde, determinados assuntos e determinadas aprendizagens devem ser propostos e enfrentados pelos

alunos, aproximando-os da realidade da vida cotidiana, uma vez que esta não se constitui unicamente por situações e tarefas de interesse ou prazerosas (Dewey, 1980). Acreditamos, então, que é necessário trabalhar permanentemente na articulação entre interesse e esforço.

Por isso, para a definição dos assuntos/situações a serem tratados é necessário que haja um equilíbrio por intermédio do qual se leve em conta tanto as necessidades e os interesses mais imediatos dos alunos, estabelecidos por um processo claro e organizado, quanto a necessidade de se compreender um conjunto mínimo de tópicos básicos da própria Física. Para se estabelecer este conjunto de tópicos, é necessário avaliar, simultaneamente, a importância relativa deles no âmbito da estrutura conceitual da Física e a sua relação com a vivência no mundo contemporâneo. Em outras palavras, o que se busca é garantir uma compreensão geral da estrutura conceitual da Física, seu papel na formação da cultura e suas implicações na sociedade.

No caso das ADSP praticadas de acordo com a seqüência que descrevemos, o interesse dos alunos é contemplado tanto na primeira etapa (análise qualitativa da situação-problema), em que cada aluno pode redefinir o problema, como na sexta etapa, na qual eles podem sugerir novas situações-problema que tenham interesse em discutir e resolver.

Inicialmente, propúnhamos o desenvolvimento da primeira e da segunda etapa da seqüência acima descrita, como sendo um único passo de resolução. No entanto, de acordo com nossas investigações e análises sobre a implementação das primeiras ADSP em sala de aula, constatamos que os registros dos alunos, a respeito dessa etapa de resolução, restringiam-se, majoritariamente, às hipóteses lançadas, omitindo os registros relativos à análise qualitativa da situação-problema. Assim sendo, resolvemos separá-las em duas etapas de resolução, conforme apresentado no modelo alternativo de Gil Pérez et al (1992) e também como aparece descrito na seqüência acima. Com isso, os alunos passaram a realizar a análise qualitativa dos problemas com mais cuidado e a registrar suas análises e interpretações.

Outra modificação que fizemos em relação ao modelo original foi a junção das últimas duas etapas deste modelo em uma só (elaboração de síntese explicativa do processo de resolução praticado e sinalização de novas situações-problema). A justificativa para esta modificação também decorre de nossas investigações, uma vez que, nem sempre há sugestões explícitas de novos problemas a serem resolvidos (o que foi constatado em nossas primeiras implementações das ADSP em sala de aula). Assim, quando estas sugestões ocorrerem, poderão ser apresentadas imediatamente ao final da síntese da resolução.

ADSP numa Perspectiva Investigativa: da Elaboração ao Desenvolvimento

A elaboração de ADSP numa perspectiva investigativa precisa estar baseada em situações-problema preferencialmente abertas. Assim, conforme Gil et al (1992), não há a necessidade estrita de se formular "novos problemas" ou "problemas mais complexos" além daqueles já presentes nos planejamentos elaborados e/ou nos livros didáticos adotados pelos professores. Por isso, o que eles propõem, como encaminhamento inicial, é a transformação das situações apresentadas nos exercícios usualmente trabalhados em sala de aula em "autênticos problemas", a partir da transformação de seus enunciados.

Enunciado tradicional:

Joga-se uma pedra verticalmente para cima, com velocidade inicial de 10 m/s, em um local em que a aceleração da gravidade é igual a $9,8 \text{ m/s}^2$. Calcule a altura máxima atingida pela pedra.

Enunciado transformado:

Qual a altura máxima atingida por uma bola chutada para cima?

Neste caso mantém-se o assunto base e os conhecimentos conceituais a serem trabalhados/utilizados; porém, vários outros conhecimentos são envolvidos no processo de resolução, tais como, a capacidade de hipotetizar e de avaliar resultados obtidos. Vale ressaltar que nem todos os enunciados tradicionais são possíveis de serem transformados, pois, para isso é necessário que o enunciado contenha uma situação/contexto que possa ser problematizado.

Avançando mais no processo de proposição destas atividades, problemas novos podem ser elaborados a partir de enunciados que permitam resoluções de caráter investigativo. Como exemplo, temos o presente problema:

Um turista estava olhando para o mar, da beira da praia, e percebeu que um jet ski conseguia passar de uma extremidade da praia para a outra, no intervalo entre as ondas. Qual a velocidade de propagação das ondas?

De todo modo, a meta principal sempre é oferecer aos alunos uma formulação, o mais aberta possível, da situação que se quer estudar. Ao se realizar uma ADSP nesta perspectiva, pretende-se que os alunos relacionem ideias de forma significativa, aproximando-os do processo de construção de conhecimentos da própria Ciência, ou seja, espera-se que ao mesmo tempo em que aprendam os conteúdos conceituais relacionados à situação-problema em questão, possam perceber, ainda que simplificada, como é produzido o conhecimento nesta área.

No entanto, é importante observar que não estamos aqui considerando os alunos como “mini-cientistas”. Apenas buscamos desenvolver estas Atividades Didáticas de modo a favorecer um maior envolvimento e uma maior participação dos alunos no seu próprio processo de construção de conhecimentos e, conseqüentemente, auxiliando-os no desenvolvimento de um maior grau de autonomia neste tipo de tarefa. A expectativa é que toda a aprendizagem prevista seja propiciada tanto pela forma como são apresentadas as situações-problema como pela maneira que se praticam suas resoluções.

Orientações para os Professores

Para o desenvolvimento, em sala de aula, de uma ADSP numa perspectiva investigativa, o professor precisa assumir algumas posturas em sua prática pedagógica. Inicialmente, deve abster-se de fornecer explicações detalhadas de uma só vez sobre os problemas apresentados. Estas devem ser reservadas apenas para a análise final de todo o processo de resolução. De modo geral, ele deverá atuar como uma espécie de “diretor de investigação” durante o processo de resolução (Gil Pérez & Martínez Torregrosa, 1987). À primeira vista, pode parecer que o professor tenha diminuída a sua importância. Mas, ao contrário, nesta abordagem ele exerce uma função essencial, mediando e coordenando todo o processo de resolução.

Assim, o trabalho do professor inicia com a elaboração de situações-problema abertas ou com a transformação de enunciados dos exercícios/problemas tradicionais, normalmente fechados, em reais situações-problema, com enunciados abertos. Em seguida, já com os problemas elaborados de forma mais aberta, planeja suas ADSP utilizando a seqüência de passos descrita acima.

Quanto à dinâmica de sala de aula, o professor deverá, preferencialmente, organizar a turma em pequenos grupos que passarão a resolver os problemas orientando-se nas etapas de resolução propostas. No caso de turmas com muitos alunos, sugere-se que o professor faça uma parada após cada etapa de resolução para uma discussão coletiva a fim de auxiliar os alunos em

eventuais dúvidas, dando seqüência ao processo de resolução até concluí-lo. Caso a turma não seja tão numerosa, o professor poderá auxiliar cada um dos grupos em particular durante o processo de resolução e fazer uma discussão geral apenas ao final. Nos auxílios a cada grupo e, da mesma forma, nas sucessivas paradas após cada etapa, o professor exercerá seu papel de "diretor de investigação" ao ajudar a avaliar e validar as diferentes propostas, adaptando-as e tomando decisões junto com os alunos.

Organizar as ADSP dessa forma não constitui uma tarefa fácil, pois, no processo de resolução estarão em jogo conteúdos de naturezas diferentes (conceituais, procedimentais e atitudinais) e, além disso, surgirão várias ideias e pensamentos divergentes fundados em conhecimentos com perfis epistemológicos diferentes, como o conhecimento cotidiano, o conhecimento escolar e o conhecimento científico. Não obstante, certamente, tudo isso contribuirá para a realização de uma Atividade Didática muito mais rica e criativa, tanto para o aluno como para o professor.

Caracterização do Espaço e Metodologia de Desenvolvimento da Pesquisa

As reflexões que apresentamos neste artigo referem-se à análise de um conjunto de implementações de ADSP, em sala de aula, em 05 turmas do Ensino Médio, envolvendo 04 professores (para auxiliar na leitura e entendimento, apresentamos em anexo um quadro de caracterização dos professores participantes da pesquisa)². As ADSP utilizadas nas intervenções didáticas realizadas foram elaboradas, segundo critérios já discutidos, a partir de um trabalho conjunto com professores participantes do Grupo de Trabalho de Professores de Física (GTPF) do Núcleo de Educação em Ciências (NEC) do Centro de Educação da UFSM. Esses 04 professores também participavam desse grupo na época em que a pesquisa foi desenvolvida.

O GTPF realizava encontros semanais de cerca de quatro horas de duração para o desenvolvimento de suas atividades. As atividades do GTPF se constituem basicamente em: (1) produção de atividades didáticas, de diversas naturezas, organizadas em conjuntos chamados Módulos Didáticos (MD); (2) uso destes MD em sala de aula; (3) acompanhamento e avaliação, desenvolvida em coletivo, de todas as ações realizadas. As atividades didáticas, constituintes dos MD, baseavam-se em diferentes recursos didáticos: experimentos, analogias, textos, vídeos e atividades de resolução de situações-problema.

Dessa forma, dentre as diversas atividades desenvolvidas pelo GTPF nos interessou, em particular, acompanhar as implementações, em sala de aula, das ADSP incorporadas nos MD elaborados. Para tanto, primeiramente elaboramos Atividades Didáticas baseadas em situações-problema cujo processo de resolução procura seguir uma abordagem investigativa. As ADSP foram elaboradas previamente e apresentadas para discussão com os professores do GTPF. As discussões foram feitas em reuniões específicas para o estudo desta temática. A participação de alguns professores do GTPF na discussão e na implementação das ADSP, em sala de aula, se justifica pelo fato do grupo possuir como um de seus objetivos e desafios a discussão sobre situações o mais próximas possíveis da vivência cotidiana dos alunos, para serem trabalhadas numa perspectiva de Resolução de Problemas e, ainda, pelo interesse particular de alguns professores em aprofundar estudos sobre essa temática.

Estas implementações foram acompanhadas diretamente e videogravadas sempre que possível. Portanto, a coleta de dados se deu mediante análise de documentos (produção dos alunos e diários de campo) e os espaços de sala de aula. - produção dos alunos e diários de campo;

² As implementações analisadas neste artigo ocorreram durante os anos 2002 e 2003, período de desenvolvimento do trabalho de mestrado de Clement (2004).

videografações – videografação das implementações das ADSP e entrevistas – realizadas com os professores ao término das implementações. Sendo assim, obtivemos várias informações que foram analisadas e, neste artigo, em específico, apresentamos nossas análises sobre aspectos relativos ao processo de ensino-aprendizagem, durante o desenvolvimento dessas ADSP.

Para a análise do envolvimento e do desempenho dos alunos durante o desenvolvimento das ADSP, buscamos identificar em que medida cada aluno ou cada grupo de alunos passou pelas tarefas previstas no modelo de resolução proposto.

1. Realizou uma análise preliminar da situação-problema proposta;
 - a. registrou esta análise;
 - b. elaborou esquemas/desenhos para representar a situação-problema.
2. Formulou hipóteses;
 - a. estabeleceu as variáveis relevantes, necessárias e suficientes para buscar soluções do problema proposto;
 - b. estabeleceu relações entre as variáveis propostas;
 - c. estimou valores para as grandezas envolvidas, de modo a caracterizar uma situação em particular, ou seja, “definindo” a própria situação-problema que será estudada.
3. Elaborou estratégias de resolução;
 - a. propôs uma forma ou formas alternativas de resolução, preferencialmente enumerando passos/procedimentos a serem seguidos.
4. Executou a(s) estratégia(s) elaborada(s);
6. Realizou análise do(s) resultado(s) obtido(s);
 - a. justificou e argumentou a favor de sua resolução e de seu(s) resultado(s);
 - b. retomou e re-avaliou as hipóteses.
7. Realizou uma síntese da resolução praticada.

Além desses procedimentos específicos, relacionados a cada uma das etapas do modelo de resolução, procuramos avaliar alguns aspectos gerais. Para isso procuramos identificar se cada aluno ou grupo de alunos:

- expressou-se claramente/adequadamente;
- cometeu erros conceituais;
- realizou uma apresentação coerente da resolução propriamente dita;
- apresentou perguntas durante o processo de resolução;
- demonstrou interesse na atividade;
- aceitou e/ou argumentou sobre as colocações/propostas dos colegas;
- indicou novas situações-problema a serem estudadas.

Com base nestes aspectos e na análise das diversas informações coletadas, apontamos e comentamos alguns resultados relativos à avaliação das implementações das ADSP em sala de aula.

Constatações, Resultados e Comentários

Tendo em vista a produção dos alunos, a observação e a videogravação das aulas, constatamos que nas primeiras ADSP implementadas em sala de aula nem todos os grupos de alunos passaram efetivamente por todas as etapas de resolução previstas no modelo (fato que já era esperado). Nas resoluções analisadas, em que não houve nenhum registro a respeito da análise da situação-problema, em geral, puderam ser constatados processos de resolução e resultados bastante equivocados. Alguns grupos deixaram de realizar ainda a análise do resultado e/ou deixaram de fazer a síntese do processo de resolução praticada. No entanto, após a participação dos alunos em algumas ADSP, esta situação foi se alterando e praticamente deixou de acontecer nas últimas implementações realizadas. Para exemplificar os avanços neste sentido, pode-se observar os extratos de duas análises qualitativas que apresentamos abaixo. Estes extratos se referem a dois problemas trabalhados em momentos diferentes numa mesma turma.

Como já dissemos, nas primeiras implementações, de forma geral, os registros sobre a análise qualitativa foram muito sucintos ou não foram realizados (constatado na análise da produção dos alunos). Os registros daqueles que fizeram esta tarefa, praticamente se resumiram a diagramas/desenhos sem nenhuma descrição complementar. Por exemplo, o desenho abaixo representa a análise qualitativa de uma situação-problema na qual procurava-se saber qual deveria ser a altura mínima, em relação ao braço de um paciente, que o frasco de soro poderia ser colocado.

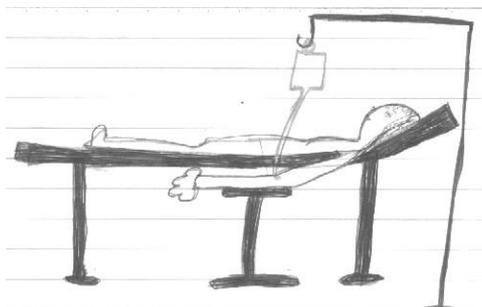


Figura 1: Extrato da produção de alunos (I).

Além disso, alguns grupos passaram diretamente para a formulação de hipóteses, realizando a análise qualitativa apenas de forma oral durante as discussões internas do grupo (constatado por meio da videogravação e observação da aula).

Em geral, em relação à análise qualitativa dos problemas, percebemos avanços significativos nas turmas em que houve um maior número de implementações de ADRP, uma vez que passaram a contextualizar e, por vezes, a redefinir a situação-problema proposta. Como exemplo, apresentamos abaixo um extrato de uma produção escrita da análise qualitativa realizada por um grupo de alunos ao resolverem um problema em que era questionado o limite de carga que uma canoa poderia transportar ao atravessar um rio.

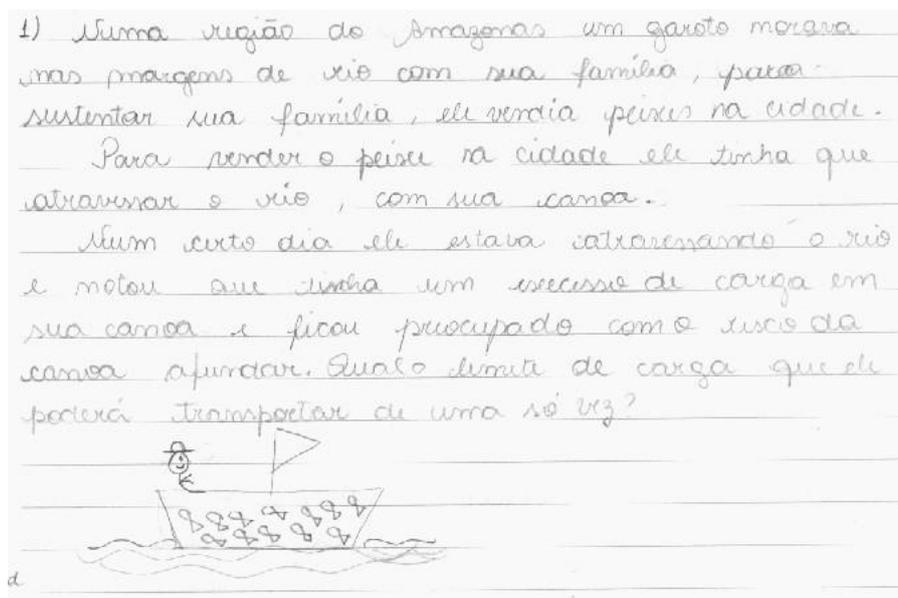


Figura 2: Extrato da produção de alunos (II).

O extrato da figura 2 apresenta claramente que o grupo buscou relacionar o problema a um contexto de real. Este aspecto era percebido em vários grupos e fazia com que os alunos se motivavam e empenhavam na construção de uma resolução. A viabilidade de uma relação das situações-problema a um contexto de realidade e/ou cotidianidade mexeu com a curiosidade dos alunos e permitiu que eles atribuíssem um sentido e significado aos problemas. Sendo assim, com a contextualização das situações-problema, constatamos que os alunos estavam percebendo que havia de fato um problema a ser resolvido e este era um problema que eles conseguiam identificar e, conseqüentemente, aumentava a sua disposição para chegar a uma solução.

As hipóteses lançadas para a resolução das situações-problema foram as mais variadas possíveis (constatado na análise da produção dos alunos). A partir da observação e da análise da videogravação das aulas constatamos que em alguns casos estas foram pensadas e bastante discutidas internamente nos grupos, o que fez com que estes estabelecessem as variáveis relevantes e necessárias para resolver o problema em questão, o que pôde ser percebido, por exemplo, no problema acima mencionado, no qual se procurava saber qual seria o limite de carga que uma canoa poderia transportar ao atravessar um rio.

Nesta situação-problema, alguns grupos realizaram estimativas e apontaram hipóteses: “densidade da água= $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$; $g=10 \text{ m/s}^2$; dimensões médias da canoa= 3 m comprimento $\times 1 \text{ m}$ de largura e $0,5 \text{ m}$ de altura; volume máximo de água a ser deslocado pela canoa= $??$ (este volume foi calculado a partir das dimensões da canoa); massa do garoto que guiava a canoa= 60 kg ”. Em outros casos, as hipóteses foram estabelecidas de modo menos aprofundado, levando os grupos de alunos a seguirem processos de resolução equivocados, nos quais percebia-se claramente a falta de uma análise qualitativa e cuidadosa do problema. Isso foi percebido em algumas das resoluções, em particular, na já referida situação-problema em que se questionava sobre qual deveria ser a altura mínima em relação ao braço de um paciente que o frasco de soro poderia ser colocado. Hipóteses relacionadas a este caso: “densidade do sangue= 2 g/cm^3 ; altura da maca= 1 m do chão; pressão sanguínea= $120 \text{ tor}=1,58 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ ”.

Durante a análise da produção dos alunos, ao atentarmos para a elaboração das estratégias de resolução registradas pelos grupos, percebemos que estas foram bastante semelhantes em várias resoluções praticadas. O apontamento de mais de uma estratégia a ser utilizada para a resolução das situações-problema praticamente não aconteceu. Acreditamos que isso se deva, em parte, pela característica das situações-problema apresentadas, que ainda se constituíam de situações

razoavelmente simples (sem uma grande abrangência conceitual) e que, por vezes, até mesmo, não permitiam mais de uma forma de resolução. Porém, mesmo nas situações-problema em que havia a possibilidade de mais de uma forma de resolução, apenas uma foi apontada, ainda que entre os diferentes grupos, puderam ser observadas variações em algumas estratégias elaboradas.

A resolução da seguinte situação-problema exemplifica a constatação acima descrita: *Um turista estava olhando para o mar, da beira da praia, e percebeu que um jet ski conseguia passar de uma extremidade da praia para a outra, no intervalo entre as ondas. Qual a velocidade de propagação das ondas?*

Várias estratégias elaboradas por diferentes grupos mantinham grandes similaridades com a seguinte estratégia extraída da resolução praticada por um deles:

Para calcular a velocidade das ondas do mar vamos utilizar: $v = \lambda f$. Como não temos f , podemos calculá-la por $f = \frac{1}{T}$, onde T é igual ao tempo que o jet ski leva para passar de um lado da praia para o outro. Este tempo vamos calcular da seguinte forma: $\Delta t = \frac{\Delta S}{\Delta V}$, ΔS é a distância de um ponto à outro da praia e ΔV a velocidade do Jet ski. (Extrato do registro de uma resolução).

A velocidade do jet ski, a largura da praia e o comprimento de onda foram estipulados nas hipóteses.

Outras estratégias utilizadas por alguns grupos, para resolver o mesmo problema, eram semelhantes a seguinte:

Primeiro, usando um relógio vamos marcar o tempo que o jet ski leva para ir de um lado para o outro da praia. Esse é o mesmo tempo que uma onda leva para percorrer a distância entre elas. Então, podemos calcular a velocidade de propagação das ondas utilizando a seguinte equação: $v = \frac{S}{t}$, onde S é a distância entre as ondas e t o tempo que o jet ski leva. (Extrato do registro de uma resolução).

Os alunos estipularam nas hipóteses a distância entre uma onda e outra e estimaram o tempo a partir de uma suposta marcação, com o uso de um relógio.

Numa outra situação-problema em que se perguntava qual era a altura máxima atingida por uma bola chutada verticalmente para cima, também foram elaboradas diferentes estratégias de resolução. Para exemplificar, apresentamos o encaminhamento da resolução praticada por um grupo de alunos:

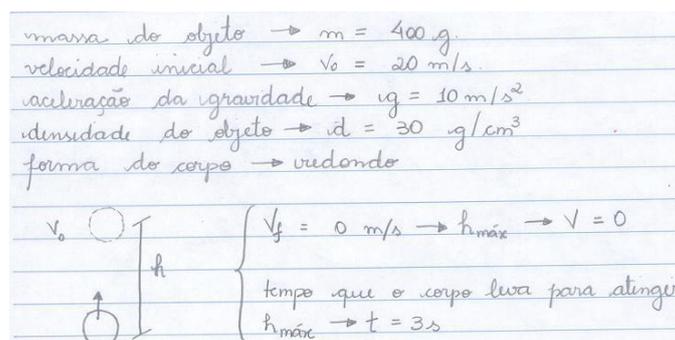


Figura 3: Extrato da produção de alunos (III).

A figura 3 mostra o conjunto de hipóteses e estimativas feitas pelo grupo de alunos para resolver um problema. Algumas das hipóteses feitas pelo grupo não foram utilizadas na resolução, fato que gerou uma discussão entre os alunos no grupo e também com a professora. Criava-se assim, um contexto propício para a ampliação da compreensão conceitual da Física envolvida nos problemas. Este mesmo grupo de alunos resolveu o problema utilizando duas estratégias distintas: estratégia I - utilizando o princípio da conservação da energia mecânica; estratégia II - utilizando os conhecimentos da cinemática (Movimento Retilíneo Uniformemente Variado).

Resolução seguindo a estratégia I:

$$E_{mi} = E_{mf}$$

$$E_{ci} + E_{pi} = E_{cf} + E_{pf}$$

$$\frac{mV_o^2}{2} + mgh_i = \frac{mV_f^2}{2} + mgh_f$$

$$\frac{mV_o^2}{2} = mgh_{\max}$$

$$\frac{(20)^2}{2} = 10 \cdot h_{\max}$$

$$\frac{400}{2} = 10h_{\max}$$

$$200 = 10h_{\max}$$

$$h_{\max} = \frac{200}{10} = 20m$$

Figura 4: Extrato da produção de alunos (IV).

Resolução seguindo a estratégia II:

$$y = y_0 + V_0t - \frac{gt^2}{2} \rightarrow h_{\max} = V_0t - \frac{gt^2}{2}$$

$$V = V_0 + at$$

$$0 = 20 - 10t$$

$$-20 = -10t \quad (x-1)$$

$$t = 2s$$

$$h_{\max} = 20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 2^2}{2}$$

$$h_{\max} = 40 - 20$$

$$h_{\max} = 20m$$

Figura 5: Extrato da produção de alunos (V).

A possibilidade e a utilização de diferentes estratégias de resolução é uma das características importantes deste tipo da resolução de problemas seguindo uma perspectiva investigativa.

Na resolução propriamente dita (4ª etapa do modelo adotado), os grupos procuraram seguir as estratégias por eles elaboradas, chegando a resultados que decorriam destas e das hipóteses anteriormente estabelecidas por eles. A grande maioria dos grupos realizou uma análise do resultado encontrado e a registraram (Análise da produção dos alunos). Até mesmo nos casos em que no transcorrer do processo de resolução foram cometidos erros de natureza conceitual, de forma geral, a argumentação e justificação do resultado foi favorável a sua reafirmação (ex: atribuição de um valor de 300 m/s para a velocidade de propagação das ondas de rádio FM). Alguns grupos perceberam que nem todas as hipóteses levantadas na segunda etapa foram utilizadas no processo de resolução, outros tiveram que estabelecer novas hipóteses o que despertou neles a necessidade da justificação do resultado encontrado.

Podemos destacar ainda, que neste tipo de atividades houve um envolvimento considerável por parte dos alunos, estimulado pela atitude de questionamento em sala de aula entre o professor e os alunos, e também entre os próprios alunos, trabalhando em pequenos grupos.

Olhar dos Professores Colaboradores sobre as ADSP

Ao término das implementações das ADSP realizamos uma entrevista semi-estruturada com cada um dos quatro professores colaboradores. Em um dos questionamentos feitos aos professores procurou identificar as maiores dificuldades que eles enfrentaram para o desenvolvimento das ADSP em sala de aula. Sob este ponto, foi comum a manifestação relativa ao estranhamento inicial dos alunos com a forma de enunciação dos problemas, tendo em vista que estavam acostumados apenas com a resolução de problemas tradicionais (fechados). A professora SSFW destacou também que a autonomia e segurança dos alunos em relação às resoluções praticadas se configuraram em um processo lento e gradual e, por isso, visto por ela como uma dificuldade que foi sendo superada ao longo do ano. O professor TBN e a professora AMB consideraram que o tempo que as ADSP demandavam se configurou, no início do ano letivo, em uma preocupação e dificuldade. Para eles esta preocupação foi diminuindo com o decorrer do ano, tendo em vista os resultados e discussões frutíferas que mantinham com os alunos ao longo dos processos de resolução. Para a professora MS uma dificuldade que demandou esforço para ser superada foi a de conscientizar os alunos da importância de modelizar as situações-problema.

É perceptível que as dificuldades iniciais dos professores estão estritamente relacionadas com o fator de novidade em trabalhar com ADSP na perspectiva investigativa. Neste aspecto, é importante ressaltar que as reuniões que mantínhamos regularmente, para a preparação e discussão das ADSP, foram determinantes para dar segurança e credibilidade aos professores.

A partir da elaboração das ADSP e das discussões mantidas com os professores durante esse processo, foram explicitadas também as intenções de ensino de conteúdos procedimentais e atitudinais por meio destas atividades. Os professores quando questionados sobre o ensino de procedimentos mediante as ADSP afirmaram categoricamente que seus alunos aprenderam procedimentos e atitudes, ou, pelo menos, apresentaram uma evolução na compreensão e na capacidade de uso de vários destes conteúdos em situações novas. Esta afirmação feita pelos professores foi constatada e confirmada por meio da análise das ADSP acompanhadas.

Dentre os procedimentos apontados pelos professores destacamos a: busca de informações, utilização/aplicação das informações recolhidas, representação gráfica ou de desenhos, identificação dos problemas a situações reais, utilização de linguagem matemática (numérica, algébrica e geométrica), análise das situações-problema, elaboração de hipóteses, elaboração de estratégias de resolução, execução das estratégias elaboradas, análise dos resultados, elaboração da síntese da resolução, elaboração de questionamentos, registro escrito da resolução praticada.

Já dentre as atitudes, os professores destacaram: participação ativa e crítica na troca de ideias; enfrentamento equilibrado de confrontos de pontos de vista diferentes mediante discussão/diálogo; dedicação e empenho no trabalho conjunto; busca de acordos; autonomia frente às solicitações e às tarefas propostas e; novo olhar sobre a resolução de problemas em aulas de física (compreensão de que problemas de física não precisam, necessariamente, ser resolvidos da mesma forma nem ter o mesmo resultado).

Ao questionarmos os professores sobre quais as evidências que os levam a afirmar que os seus alunos de fato aprenderam estes procedimentos e atitudes mediante o trabalho com ADSP, eles nos descreveram alguns indicadores, quais sejam: 1) evolução significativa nas resoluções praticadas pelos alunos; 2) maior autonomia para resolver as situações-problema e 3) utilização destes conteúdos em outras atividades didáticas (Atividades com uso de Experimentos, Leitura e Discussão de Textos e na Resolução de Exercícios/Problemas tradicionais - enunciados fechados).

A avaliação global dos professores sobre o trabalho desenvolvido é bastante positiva e favorável às ADSP desenvolvidas numa perspectiva investigativa. No entanto, acreditamos que o empenho e dedicação por parte deles em participar das reuniões periódicas para a preparação e

discussão das atividades foram determinantes para o bom andamento do trabalho, pois lhes proporcionou a preparação e segurança necessária para a implementação e condução das ADSP em sala de aula. Este aspecto elucida a importância da formação dos professores, seja ela inicial ou suprida por iniciativas de formação continuada.

Algumas Considerações

Apesar da aparente complexidade inicial de se trabalhar as atividades de Resolução de Problemas na perspectiva de investigação, estas se mostraram atividades didáticas adequadas para o tratamento de vários conteúdos conceituais da Física (conceitos, princípios e modelos), bem como para o tratamento de conteúdos procedimentais (técnicas e estratégias de resolução adotadas; argumentação oral e escrita) e atitudinais (juízos, normas e valores). Além disso, o ensino mediante uma abordagem investigativa, baseada na resolução de situações-problema, proporcionou aos alunos uma visão coerente, ainda que simplificada, das metodologias empregadas nas atividades científicas.

Podemos sinalizar, ainda, que para o desenvolvimento das ADSP em sala de aula, uma forma de trabalho coesa com nossos resultados consiste no professor estimular a troca de ideias e a manifestação de dúvidas entre os alunos, por meio da mediação e orientação dos pequenos grupos. Dessa forma, poderá levar perguntas que surgem num determinado grupo para os outros, provocando um debate e favorecendo uma sucessiva socialização de resultados. É por meio deste esforço do professor, em conjunto com os alunos, que estes últimos estarão se preparando para o desenvolvimento de sua autonomia, resultando numa maior participação em sua própria aprendizagem.

A superação das dificuldades enfrentadas no desenvolvimento das ADSP em sala de aula demandou tempo uma vez que haviam vários conhecimentos envolvidos e a aprendizagem destes ocorreu de forma gradual. No entanto, por meio de vivências contínuas com atividades didáticas desta natureza, foi possível observar evoluções significativas nas resoluções praticadas pelos alunos. Nas reuniões mantidas com os professores, estes também afirmaram ter percebido ao longo do tempo avanços nestas atividades.

O desenvolvimento de ADSP numa perspectiva investigativa tem permitido a geração de um ambiente escolar em que a resolução de problemas de lápis e papel deixa de ser uma atividade repetitiva e com caráter de reprodução, configurando-se em situações-problema desafiadoras, ativando o pensamento e a criatividade dos alunos. Nesses espaços escolares propiciamos aos alunos a mobilização de procedimentos tais como: recolha e seleção de informações; previsibilidade; formulação de hipóteses; elaboração de estratégias e/ou planos de ação; análise de informações e resultados; argumentação e comunicação; entre outros. Esses procedimentos são utilizáveis em outros contextos, inclusive de sua vida cotidiana. Dessa forma, além de propiciar um melhor entendimento conceitual da Física, as ADSP têm contribuído consideravelmente para a formação de uma postura autônoma de contínua busca de conhecimentos. Podemos afirmar então que as ADSP, trabalhadas nesta perspectiva, abarcando conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, proporcionam um ambiente mais adequado para uma aprendizagem significativa para os alunos.

Por fim, ressaltamos a importância de novas pesquisas sobre o ensino por investigação, procurando avaliar o desenvolvimento de outras atividades didáticas preparadas de acordo com esta perspectiva de ensino-aprendizagem. Para tal, julgamos fundamental que estes estudos sejam de natureza empírica, ou seja, que envolvam o contexto escolar, visando assim uma melhor delimitação e avaliação sobre a possibilidade de se estender a perspectiva investigativa para atividades didáticas de outra natureza.

Referências Bibliográficas

- Aguiar Jr, O. (1998). O papel do construtivismo na pesquisa em ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 3(2). Acesso em 01 de dez., 2010. http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID40/v3_n2_a1998.pdf.
- Azevedo, M. C. P. S. (2004). Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de Aula. In: A. M. P. CARVALHO (org.). *Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática* (pp. 19-33). São Paulo: Thomson.
- Brasil, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica (2006). *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação. (Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2).
- Brasil, Secretaria de Educação Média e Tecnológica (2002). *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, SEMTEC.
- Brasil, (1998). *Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica*. Resolução nº 3, Brasília: MEC/CNE/CEB. (CD-Rom Diretrizes Curriculares da Educação Básica).
- Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis: UFSC, 19(3), 291-313.
- Clement, L. (2004). *Resolução de Problemas e o Ensino de Procedimentos e Atitudes em Aulas de Física*. Santa Maria/RS: UFSM, 2004. (Dissertação de Mestrado).
- Clement, L. & Terrazan, E. A. (2011). Atividades Didáticas de Resolução de Problemas e o Ensino de Conteúdos Procedimentais. *Revista Electronica de Investigacion en Educacion en Ciencias*, 6(1). Acesso em 01 de ago., de 2011. <http://reiec.sites.exa.unicen.edu.ar/>.
- Costa, S. S. C. & Moreira, M. A (1996). Resolução de problemas I: diferenças entre novatos e especialistas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(2). Acesso em 15 de fev., 2011. http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID17/v1_n2_a1996.pdf.
- Costa, S. S. C. & Moreira, M. A (1997a). Resolução de problemas II: propostas de metodologias didáticas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2(1). Acesso em 15 fev., 2011. http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID26/v2_n1_a1997.pdf.
- Costa, S. S. C. & Moreira, M. A (1997b). Resolução de problemas III: fatores que influenciam na resolução de problemas em sala de aula. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2(2). Acesso em 15 fev., 2011. http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID29/v2_n2_a1997.pdf.
- Costa, S. S. C. & Moreira, M. A (1997c). Resolução de problemas IV: estratégias para resolução de problemas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2(3). Acesso em 15 fev., 2011. http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID32/v2_n3_a1997.pdf.
- Cudmani, L. C. (1998). La resolución de problemas en el aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. SBF: São Paulo, 20(1), 75-85.
- Dewey, J. (1980). *Experiência e natureza: Lógica – a teoria da investigação: A arte como experiência: Vida e Educação: Teoria da vida moral*. Tradução de Murilo O. R. P. Leme; Anísio S. Teixeira; Leônidas G. de Carvalho. São Paulo: Abril Cultura. (Coleção Os Pensadores).

- Escudero, C. (1995). Resolución de problemas en Física: herramienta para reorganizar significados. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis: UFSC, 12(02), 95-106.
- Garret, R. M (1995). Resolver problemas en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, Barcelona: Graó, 5, 6-15.
- Gil Pérez, D.; et al (1992). Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis: UFSC, 9(1), 07-19.
- Gil Pérez, D. & Martínez Torregrosa, J. (1983). A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. *International Journal of Science Education*, Londres: Taylor & Francis, 5(4), 447-455.
- Gil Pérez, D. & Martínez Torregrosa, J. (1987). *La Resolución de Problemas de Física: Una Didáctica Alternativa*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia: ed. Vicens-vives.
- Gil Pérez, D.; Martínez Torregrosa, J. & Senent P. F. (1988). El fracaso em la resolucion de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona: UAB/UV, 6(2), 131-146.
- Meirieu, P. (1997). *Aprender... Sim, mas como?* Porto Alegre: Artes Médicas.
- Menegat, T. M. C.; et al (2007). *Textos de divulgação científica em aulas de física: uma abordagem investigativa*. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Florianópolis. Anais do VI ENPEC, Florianópolis: ABRAPEC.
- Munford, D. & LIMA, M. E. C. de C. (2007). Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte: UFMG, 9(1).
- Peduzzi, L. O. Q. (1997). Sobre a resolução de problemas no ensino da física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis: UFSC, 14(3), 229-253.
- Pozo, J. I. (org.) (1998). *A solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Pozo, J. I. & Crespo, M. A. G. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencia*. Madrid: Editora Morata.
- Rodrigues, B. A. & Borges, A. T. (2008). *O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica*. In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Curitiba. Atas do XI EPEF, Curitiba: SBF.
- Sá, E. F. de, et al. (2007). *As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso especialização em ensino de ciências*. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Florianópolis. Anais do VI ENPEC, Florianópolis: ABRAPEC.
- Segura, D. de J.; Molina, A. & Pedreros, R. I. (1997). *Actividades de investigación en la clase de ciencias*. Sevilla: Díada, n.14. (Coleção Investigación y Enseñanza).
- Sousa, C. M. S. G. & Fávero, M. H. (2003). Concepções de professores de física sobre resolução de problemas e o ensino da física. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1). Acesso em 05 de dez. de 2009. <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revista/index.html>.
- Vasconcelos, C., et al (2007). Estado da arte na resolução de problemas em Educação em Ciência. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2). Acesso em 05 de dez., de 2010. http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART1_Vol6_N2.pdf.

Zompero, A. de F.; Laburú, C. E. (2010). As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa. *Revista Electronica de Investigacion en Educacion en Ciencias*, 5(2). Acesso em 20 de mar., de 2011. <http://reiec.sites.exa.unicen.edu.ar/volumen-5-numero-2>.

Anexo

Tabela 1: Caracterização dos sujeitos envolvidos na pesquisa.

Turma	Escola	Número médio de alunos	Professor(a) Responsável	Formação Inicial	Situação Profissional	Tempo total de magistério
2 ^a	Colégio Estadual Manuel Ribas	35	AMB	Licenciatura em Matemática, com Habilitação em Física	Professora efetiva de Física, em Serviço	10 Anos
2 ^a	Colégio Estadual Manuel Ribas	40	SSFW	Licenciatura em Matemática, com Habilitação em Física	Professora efetiva de Física, em Serviço	6 anos
2 ^a	Escola Estadual Rômulo Zanchi	25	TBN	Licenciatura em Física incompleta	Estagiário do Curso de Licenciatura em Física, em Formação Inicial	2 anos
3 ^a	Escola Estadual de Educação Básica Tiradentes	30	MS	Licenciatura em Matemática, com Habilitação em Física	Professora de Física contratada, em Serviço	6 Anos
1 ^a		35				