

Influência do domínio afetivo em atividades de resolução de problemas de física no ensino médio



Gabriela Kaiana Ferreira¹, José Francisco Custódio²

¹Colégio de Aplicação, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, Trindade, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

²Departamento de Física, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, Trindade, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

E-mail: gabikaiana@gmail.com

(Received 13 May 2013, accepted 29 August 2013)

Resumo

Nos últimos anos a temática da resolução de problemas tem sido amplamente investigada na área de ensino ciências e matemática em todos os níveis de instrução, todavia, pouca investigação tem sido direcionada à compreensão da influência do domínio afetivo. Nesta pesquisa pretendemos explorar duas questões principais: (1) Quais elementos do domínio afetivo influenciam diretamente o desempenho e envolvimento dos estudantes nas atividades didáticas de resolução de problemas? (2) Qual a relação entre as crenças, interesse e emoções de estudantes de física quando envolvidos nas atividades didáticas de resolução de problemas? Foram investigados um total de 27 estudantes de Física do Ensino Médio, por meio de questionários, sessões de resolução de problemas e construção de gráficos emocionais. Aprofundamos nossa investigação com 05 desses alunos, com os quais realizamos entrevistas semi-estruturadas e construímos perfis afetivos. Concluímos, principalmente, que as crenças de autoeficácia e o interesse definem em grande parte o grau de envolvimento e as emoções experimentadas pelo aluno durante a resolução de problemas, e que as experiências dos estudantes com simbolismos e representações matemáticas influenciam diretamente nas crenças que se constroem sobre sua capacidade em determinada tarefa e nas emoções desencadeadas em seu enfrentamento.

Keywords: Resolução de problemas, Domínio afetivo, Ensino de Física.

Abstract

In the recent years the issue of problem solving have been widely investigated in the science and mathematics education at all levels of teaching; however, little research has been directed at understanding the influence of the affective domain. In this work, we pretend to explore two main issues: (1) What elements of affective domain influence the engagement and performance of students in teaching activities of problem solving? (2) What the relation between students beliefs, interests and emotions in physics when engaged in teaching activities of problem solving? We investigated a total of 27 physics students from high school, through questionnaires, solving problem activities and emotional graphs. We deepen our investigation with five of those students, with whom we conducted semi-structured interviews and traced affective profile. We concluded that the self-efficacy beliefs and interest largely define the degree of engagement and the emotions experienced by the student during the solving problem. Furthermore, the experiences of students with mathematical symbolisms and representations directly influence the beliefs that they build on their ability in a given task and the emotions triggered in its resolution.

Keywords: Problem solving, Affective domain, Physics education.

PACS: 01.40.-d, 01.40.Fk.

ISSN 1870-9095

I. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a temática da resolução de problemas tem sido amplamente investigada na área de ensino ciências e matemática em todos os níveis de instrução [1, 2, 3]. Como boa parte das aulas de ciências e matemática é dedicada às sessões de resolução de problemas, sua importância como campo de pesquisa se justifica e representa um elemento significativo na compreensão do desenvolvimento cognitivo dos alunos [4].

Embora bastante tempo das aulas seja reservado para sessões de resolução de problemas, o que se constata é um baixo desempenho dos alunos nesse tipo de atividades, pois frequentemente não aprendem como resolver problemas, mas meramente memorizam soluções para situações que são apresentadas pelos professores como exercícios de aplicação [5, 6, 7, 8]. Nesse sentido, diversas pesquisas sinalizam que os erros dos estudantes ao resolverem problemas estão diretamente vinculados à compreensão a qual são conduzidos

a construírem de que resolver problemas é apenas uma forma de aplicação do conhecimento [9].

Procurando reverter tal situação, a literatura da área mostra extensa preocupação com a construção de heurísticas para melhorar o desempenho dos alunos em atividades didáticas de resolução de problemas. Dos trabalhos que investigaram as possíveis diferenças entre um bom e um mau solucionador de problemas, foi possível extrair recomendações de como *resolver bem* variados tipos de problemas, levando à elaboração de modelos de resolução [4, 10, 11, 12, 13, 14].

Embora estes modelos estejam baseados em perspectivas epistemológicas e pedagógicas distintas e direcionados a diferentes áreas de conhecimento, parece haver certo consenso entre os diversos autores quanto à importância de algumas etapas para o processo de resolução. Orientações sobre como proceder na resolução de uma situação problema, conforme as apresentadas nestes modelos e em outros, são, sem dúvida, fundamentais para efetuar uma boa resolução.

Ainda dentro das preocupações com a temática da resolução de problemas, algumas pesquisas se dedicaram em mostrar o papel das crenças dos professores sobre resolução de problemas [5, 15]. Por exemplo, Lopes [3] evidenciou que as justificativas para o baixo desempenho dos alunos na resolução de problemas se fundamentam, em geral, nas crenças dos professores relativamente ao que é um exercício/problema, à resolução de exercícios/problemas e ao papel do professor durante a resolução de exercícios/problemas. Custódio, Clement e Ferreira [16], constataram que os professores geralmente atribuem o fracasso das atividades de resolução de problemas à falta de habilidades de interpretação textual e matemática dos alunos. Dessas crenças, evidencia-se que a responsabilidade no êxito da resolução de problemas é toda do aluno. Ou seja, os professores não admitem que o baixo desempenho dos estudantes neste tipo de atividades, em aulas de matemática e ciências em geral, pode estar relacionado às falhas praticadas por eles próprios em seus planejamentos escolares.

Todavia, pouca investigação tem sido direcionada à compreensão da influência do domínio afetivo em atividades didáticas de resolução de problemas, em particular, na pesquisa em ensino de física. A influência do domínio afetivo na educação científica tem chamado a atenção de professores e pesquisadores, que se dedicam a explorar essa temática buscando evidenciar as implicações de elementos desse domínio na aprendizagem [17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30]. Alsop & Watts [20] assumem a premissa que a aprendizagem é influenciada por sentimentos e emoções e, reciprocamente, sentimentos e emoções podem ser por ela influenciados. Eles desenvolvem a idéia que dependendo do *status* da relevância de um tópico, um estudante pode ter a aprendizagem estimulada ou inibida. Alsop [27] reforça a afirmativa de que as emoções têm influência significativa sobre o que acontece em sala de aula, discute a dicotomização entre razão e emoção, e caracteriza o papel geralmente negativo atribuído às emoções no processo de conhecer.

Nesse perspectiva, as poucas investigações que surgem focam a interação entre os domínios cognitivo e afetivo, *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 7, No. 3, Sept., 2013*

abordando a influência das crenças, das atitudes, das emoções e do interesse dos indivíduos sobre a aprendizagem, no envolvimento em atividades e no desenvolvimento ou execução de alguma tarefa.

Na resolução de problemas, Mcleod [31] e Gómez-Chacón [26] mostram que um aluno pode experimentar emoções negativas como a frustração e a tristeza ao não conseguir executar seu plano de ação frente ao problema proposto. Esses afetos negativos podem bloquear o indivíduo e levá-lo ao abandono da tarefa pelo descontrole de suas emoções. No mapeamento das emoções dos alunos resolvendo problemas de física, Ferreira e Custódio [32] e Ferreira [33] evidenciaram a estreita relação entre os afetos positivos e negativos, com o desempenho e as atitudes dos estudantes frente à resolução de um problema, implicando no sucesso ou fracasso da solução praticada.

Nesse trabalho temos como objetivo contribuir para o aprofundamento da discussão sobre a interação entre os domínios cognitivo e afetivo, bem como a implicação dessa relação para o ensino e aprendizagem de física, especialmente nas atividades de resolução de problemas. Esse artigo é parte de uma investigação mais ampla na qual exploramos a seguinte questão: Como as variáveis afetivas influenciam o envolvimento e desempenho dos estudantes nas atividades de resolução de problemas de física em sala de aula?

Concordamos com Gómez-Chacón [34] ao afirmar que os afetos formam um sistema regulador da estrutura de conhecimento do aluno, portanto, “não basta conhecer de maneira apropriada os fatos, os algoritmos e os procedimentos para garantir o sucesso nesse sujeito” (p. 24), há outros elementos envolvidos nesse processo que merecem ser explorados. Assim, a investigação da influência dos aspectos afetivos nas ADRP desenvolvidas pelos estudantes constitui um elemento vital nesse trabalho. Nesse sentido, nossa pesquisa foi orientada pelas seguintes questões:

(1) Quais elementos do domínio afetivo influenciam diretamente o desempenho e envolvimento dos estudantes nas atividades didáticas de resolução de problemas em sala de aula?

(2) Qual a relação entre as crenças, interesse e emoções de estudantes de física quando envolvidos nas atividades didáticas de resolução de problemas em sala de aula?

II. DESCRITORES BÁSICOS DO DOMÍNIO AFETIVO

Abordando a relação entre os domínios afetivo e cognitivo, Gómez-Chacón [26] explora os significados dos afetos nas atividades desenvolvidas na disciplina de matemática, apresentando elementos-chave na configuração de um marco teórico para se trabalhar a dimensão afetiva em sala de aula. De acordo com esse quadro teórico, o domínio afetivo é constituído por descritores específicos tais como as crenças, as atitudes e as emoções [26, 35, 36]. Esses elementos podem surgir a qualquer momento e em qualquer atividade realizada em sala de aula, em especial na resolução de

problemas. As **crenças** se caracterizam como o conhecimento subjetivo implícito do indivíduo baseadas na experiência que influenciam as atitudes e constituem o componente avaliativo da emoção [26]. Podem ser classificadas em termos de objetos de crenças: do aluno sobre si mesmo, sobre o professor, sobre a disciplina, entre outros [37]. Entre esses objetos de crença, se destacam as crenças do indivíduo sobre si mesmo, que se referem à visão construída pelo aluno sobre sua competência na disciplina denominadas de **autoconceito** [37] ou sua capacidade relativa a uma atividade específica denominada **autoeficácia** [38, 39].

As **atitudes** são um dos componentes referentes ao apreço, a valorização e ao interesse do indivíduo em relação ao conhecimento e à sua aprendizagem, comportando três componentes: afetivo, cognitivo e comportamental [26, 37].

As **emoções** são entendidas como respostas afetivas a um acontecimento que envolvem os sistemas psicológico, fisiológicos, cognitivo, motivacional e experiencial [26]. As emoções se manifestam após o sujeito experimentar alguma percepção ou discrepância cognitiva em relação às suas expectativas. Expectativas que são expressões das crenças dos alunos sobre si mesmo, seu papel como estudantes, entre outras crenças cruciais na estruturação da realidade social da sala de aula e que dão significado às emoções. As experiências emocionais relatadas pelos alunos estão associadas às discrepâncias cognitivas experimentadas em sala de aula, especialmente nas avaliações.

Esses três descritores básicos estão estritamente relacionados. Por serem estruturadas com base nas experiências dos indivíduos, as crenças influenciam atitudes tomadas diante das situações com as quais se depara, possuindo um conteúdo avaliativo e determinando a natureza da emoção. Experiências frequentes e relevantes com emoções negativas durante a aprendizagem de ciências podem ser fomentadoras de atitudes negativas com relação à disciplina em questão. Nessa direção, afetos positivos na sala de aula podem afetar a aprendizagem, mas nesse caso, favorecendo-a, seja aumentando o interesse do aluno com relação àquela disciplina ou promovendo o estabelecimento de vínculos afetivos com o conhecimento. O controle e o gerenciamento desses afetos determinarão, em grande parte, suas influências sobre a aprendizagem [26, 31].

O domínio afetivo é bastante complexo, apresentando uma infinidade de relações que podem ser estabelecidas entre os elementos que o compõem. Entre as variações sobre a perspectiva de domínio afetivo, DeBellis e Goldin [40] apresentam um modelo bastante interessante para o afeto tratando-o como um sistema de representações internas que trocam informações com a cognição. O modelo proposto pelos autores e todas as relações possíveis entre os elementos afetivos estão representados na figura a seguir (figura 1). Nesse modelo os autores incluem aos subdomínios das crenças, atitudes, emoções e o subdomínio dos valores, criando um modelo tetraédrico para o domínio afetivo. Os subdomínios das crenças, das atitudes e emoções, assumem as mesmas definições exploradas anteriormente, entretanto, o novo subdomínio referente aos valores inclui a moral e a ética, e “referem-se no fundo às ‘verdades pessoais’ ou compromissos cultivados pelos indivíduos” [40]. Os valores

ajudam a motivar as escolhas a longo prazo e as prioridades a curto prazo, podendo ser altamente estruturados formando um sistema de valores.

No tetraedro da figura, cada vértice representante de um subdomínio afetivo pode interagir dinamicamente com os outros vértices, representantes dos outros subdomínios. Dessa forma, atitudes, emoções, crenças e valores influenciam e são influenciados uns pelos outros. Além de interagirem em um indivíduo particular, esses subdomínios interagem com os subdomínios correspondentes de outros indivíduos. Assim, as emoções de um indivíduo interagem com as emoções de outros indivíduos, as crenças de um indivíduo interagem com as crenças de outros indivíduos, as atitudes de um indivíduo interagem com as atitudes de outros indivíduos e os valores de um indivíduo interagem com os valores de outros indivíduos. Por fim, todas essas interações são influenciadas pelas condições sociais e culturais em que a pessoa se encontra e pelos fatores contextuais externos. Atitudes, emoções, crenças e valores do indivíduo, interagem diretamente não apenas com os colegas e professores, mas também com os subdomínios correspondentes compartilhados pela cultura e sociedade.

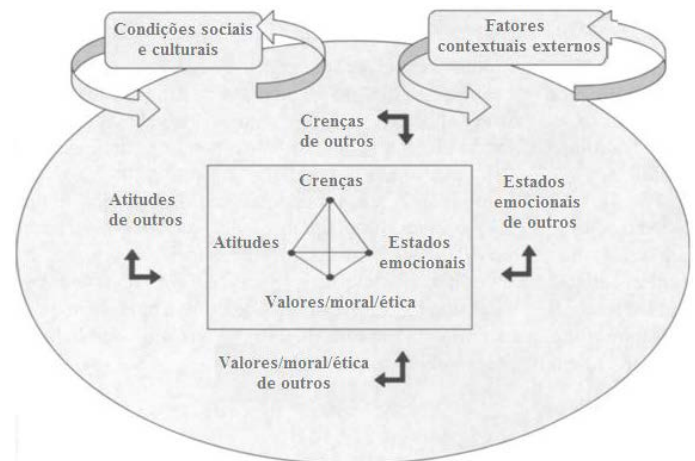


FIGURA 1. Modelo tetraédrico que descreve o domínio afetivo [39].

A literatura tem tratado o tema da resolução de problemas a partir de diversos modelos que podem ser derivados do modelo integrado de DeBellis e Goldin [40], ora evidenciando mais um conjunto de relações, ora outros. Na seção seguinte apresentamos alguns trabalhos que tratam a temática da resolução de problemas levando em conta as influências da dimensão afetiva.

II. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E DOMÍNIO AFETIVO

Apesar do domínio afetivo ser um tema pouco abordado no ensino de física, na educação matemática tem ganhado seu merecido destaque. Na literatura, é possível encontrar um número razoável de resultados de pesquisas relevantes que

envolvem aspectos afetivos na resolução de problemas matemáticos em contexto de sala de aula, especialmente em situações de aprendizagem. Por exemplo, o estudo desenvolvido por Cobb, Yackel e Wood [41] nos mostra a importância de uma condução afetiva das sessões de resolução de problemas pelo professor trabalhando na contextualização social das emoções. Os autores indicam que em uma condução de aula em que o professor explicita sua crença de que interrupções e bloqueios durante a resolução de problemas são esperados e fazem parte do processo de conhecer, favorecem um aumento no nível de controle emocional e da consciência dos atos emocionais gerados nesse tipo de atividades.

Thompson e Thompson [42] investigaram como os professores utilizam as recomendações que são dadas sobre os aspectos afetivos, e como lidam com as reações dos alunos durante atividades de resolução de problemas. Os autores apontam o potencial da resolução de problemas de criar conflitos e divergências que são susceptíveis de desencadear reações afetivas em estudantes e professores. As crenças compartilhadas de que é necessário obter respostas 'corretas' na resolução de problemas e que há pouco valor em uma tentativa que não conduza a tal devem ser modificadas para que os alunos possam se conscientizar das reações afetivas desencadeadas pelos bloqueios e interrupções nos planos e, assim, possam gerenciar suas emoções. Assinalam ainda que a ausência total de emoções negativas entre os estudantes, como frustração e ansiedade, não precisam ser encaradas como uma indicação de um estado afetivo desejável. A questão importante consiste em saber como os alunos lidam com elas quando ocorrem e o que os leva a perseverarem em sua missão, mesmo quando isso implica algum grau de conflito.

Lester, Garfalo e Kroll [43] postulam que as falhas e o êxito na resolução de problemas em que os estudantes possuem conhecimento necessário originam-se apenas pela presença de fatores afetivos e metacognitivos que inibem a utilização apropriada desse conhecimento. Apontam ainda que o conhecimento sobre os problemas pode afetar o interesse e a autoconfiança dos alunos, e que os fatores contextuais podem afetar as crenças sobre a resolução de problemas. Assinalam que as crenças de um indivíduo sobre si mesmo, a matemática e a resolução de problemas desempenham um papel poderoso e dominante no seu comportamento na resolução de problemas.

A partir de uma perspectiva sócio-construtivista da aprendizagem e das emoções, percebida como construída pela interação dinâmica de processos cognitivos, psicológicos e motivacionais em um contexto específico, Op't Eynde, De Corte e Verschafeel [44] buscam entender a natureza desses processos e a forma como se relacionam com o comportamento dos estudantes na resolução de problemas. Nessa perspectiva, as emoções e outros processos afetivos dos estudantes são concebidos como parte integral da resolução de problemas e da aprendizagem, na qual se enfatizam duas características principais: o papel central que o processo avaliativo tem na geração da emoção e a natureza social das emoções situadas em um contexto sócio-histórico específico.

Op't Eynde, De Corte e Verschafeel [44] constatarem que muitas das emoções são frequentemente observadas em uma ordem particular. No geral, as emoções negativas estão relacionadas aos momentos em que os estudantes não conseguem resolver o problema tão fluentemente quanto esperavam, por conta da inadequação das estratégias cognitivas adotadas. A experiência emocional, em especial a negativa, pode desencadear nos estudantes um redirecionamento de seu comportamento em busca de estratégias cognitivas alternativas a fim de encontrar uma saída para o problema. Segundo os autores, somente ao experimentarem esses tipos de emoções, é que terão oportunidade de aprender a como lidar com elas.

Os autores argumentam ainda que a ocorrência de emoções negativas pode indicar que os estudantes se importam com a resolução de problemas e estão motivados a participar da atividade, e que apenas os estudantes que valorizam a busca pela resposta de um problema, estariam predispostos a se tornarem frustrados. Entretanto isso não parece garantir que o objetivo dos alunos é aprender, poderiam estar buscando atingir um bom desempenho na disciplina de matemática. Por fim, para os autores, reconhecer as emoções como pertencentes à pessoa em um contexto implica no estudo das emoções no contexto específico da sala de aula usando métodos adequados que permitam o acompanhamento dos processos de interpretação e avaliação dos estudantes momento a momento. Esse monitoramento, além de permitir aos pesquisadores acompanharem a sucessão de emoções durante um pequeno período de tempo, também evidencia a natureza altamente específica dos processos que ocorrem quando a pessoa está inserida na situação que se investiga.

DeBellis e Goldin [40] investigaram o desenvolvimento do domínio afetivo, composto pelas crenças, atitudes, emoções e valores em estudantes. Os autores concebem o afeto como um sistema de representação interna que troca informações com o sistema cognitivo, contemplando conceitos como o meta-afeto, estruturas afetivas e os constructos de integridade e intimidade matemática. Os autores evidenciam que a ocorrência das reações emocionais locais nos indivíduos tem implicações no desenvolvimento de atitudes e crenças globais com relação à matemática, assim como as atitudes e crenças exercem influência sobre as reações emocionais. Segundo os autores, o afeto tem carga de significado para o indivíduo, e uma maneira de explorar e compreender esse significado consiste em trabalhar com o meta-afeto.

Neves e Carvalho [45] afirmam que a relação afetiva estabelecida entre os estudantes e a matemática é fortemente influenciada pela relação afetiva com o professor da disciplina, e a relação de confiança estabelecida entre esses sujeitos é refletida na aprendizagem dos conhecimentos matemáticos, e conseqüentemente, no desempenho dos alunos. As pesquisadoras apontam também que a relação afetiva dos alunos com a matemática é assentada essencialmente em dois pilares: as experiências anteriores dos alunos, tanto no contexto familiar, quanto com colegas de classe; e as vivências de sala de aula, incluindo as relações com os professores. As atitudes dos estudantes nas aulas de matemática, com relação às suas aprendizagens,

variam de acordo com o contexto das tarefas propostas, a orientação dessas tarefas pelo professor, o incentivo aos debates, e os desempenhos obtidos.

Neves e Carvalho [45] ressaltam que a postura participativa e atenta dos estudantes favorece a aprendizagem e estabelece uma ligação forte com a disciplina. Já os alunos passivos apenas reconhecem a importância da matemática quando ela faz falta nas situações do cotidiano.

Furinghetti e Morselli [46] buscam esclarecer a interação cognição-afeto na resolução de problemas matemáticos enfocando as emoções e as crenças dos alunos sobre si mesmo e sobre a matemática. Segundo as autoras, emoções e crenças estão relacionadas na medida em que as crenças indicam a origem de algumas das emoções experimentadas pelos estudantes. Além do mais, as crenças também podem influenciar a escolha da estratégia de resolução do problema; a expectativa com relação à estratégia escolhida, e as reações frente às dificuldades e impasses.

As autoras indicam que algumas reações afetivas, como pânico e desmotivação, não são desencadeadas apenas em alunos que tem dificuldades cognitivas na resolução de problemas matemáticos. Aspectos afetivos, como a baixa autoconfiança de um aluno na resolução de problemas, também podem ocasionar uma leitura superficial e ineficiente do enunciado do problema. Outro ponto evidenciado é que a visão de que a atividade matemática é algo centrado em um produto acabado, e não um processo de construção influenciam e modelam as reações às dificuldades e às falhas no desenvolvimento de uma tarefa. Por fim, as autoras sinalizam que, devido à complexidade do fenômeno de interação entre cognição e afeto, situações muito similares na resolução de problemas são encaradas pelos alunos de maneira muito diferente, resultando na experiência de comportamentos e afetos distintos. Entretanto, o que geralmente acontece nas salas de aulas é a classificação dessas reações simplesmente como fracasso, sem uma diferenciação e exploração adequada das sutilezas entre diferentes tipos de causas de fracassos.

Apesar da crescente preocupação de professores e pesquisadores em compreender a influência de elementos do domínio afetivo na aprendizagem da física, ainda encontramos poucos estudos sobre essa temática na literatura, em especial em contexto de sala de aula. Essa interação entre os elementos do domínio afetivo e os processos cognitivos desenvolvidos pelos estudantes no estudo de física, em particular na resolução de problemas, tem seu destaque tendo em vista a imensa carga horária das aulas de física destinada à esse tipo de atividades. Nesse sentido, desenvolvemos nosso estudo inspirados no modelo proposto por Debellis e Goldin [40] do domínio afetivo como um sistema de representações internas em interação direta com a cognição.

III. METODOLOGIA

Neste trabalho, desenvolvemos um estudo com 27 estudantes de física da terceira série do ensino médio, com idades entre

16 e 18 anos, ao longo de 52 aulas de física durante um semestre, que foram áudio e videogravadas. Nessa investigação, os estudantes responderam a um questionário motivacional, participaram de atividades de resolução de problemas com marcadores emocionais (marcadores utilizados nas redes sociais, desenhados pelos alunos junto à resolução do problema para indicar como se sentem durante a atividade) e construíram gráficos emocionais. Os problemas propostos nas sessões de resolução versavam sobre os conteúdos de eletrostática e eletrodinâmica que estavam sendo tratados nas aulas acompanhadas.

O questionário motivacional (Apêndice A), elaborado a partir de ampla revisão de literatura [26, 40, 47, 48, 49] era constituído de questões em torno dos descritores do domínio afetivo: crenças dos estudantes sobre a importância da disciplina de física e das atividades de resolução de problemas, sobre o papel do professor e sobre si mesmos; atitudes desses alunos nas resoluções de problemas; e ainda, emoções desencadeadas nos alunos enquanto envolvidos nesse tipo de atividade. O questionário, aplicado no início do ano letivo, foi importante para construirmos perfis afetivos dos estudantes. A fase de validação do questionário está descrita em Ferreira [33].

Nas atividades de resoluções de problemas tínhamos a intenção de caracterizar as variáveis afetivas quanto ao tipo, localização e intensidade com que ocorriam. Para tanto, enquanto resolviam os exercícios e problemas propostos, solicitamos aos alunos que comentassem por escrito no próprio formulário de resolução, o que sentiam, pensavam e faziam durante a resolução utilizando suas próprias palavras e os marcadores emocionais. Ainda com a finalidade de caracterizar as emoções dos estudantes e diagnosticar a interação cognição-afeto, solicitamos aos alunos que construíssem gráficos emocionais [26] (Apêndice B) traçando a variação de suas emoções no decorrer do tempo da resolução de problemas. A partir desse gráfico era possível explicitar a origem, magnitude, extensão, direção, nível de consciência e de controle das emoções. Os exercícios e problemas foram selecionados junto ao professor da disciplina e versavam sobre eletrostática e eletrodinâmica, conteúdos que consistia o plano de ensino da disciplina de física das 3ª séries investigadas.

Por fim, cinco estudantes foram selecionados para as entrevistas de acordo com sua participação e produção nas atividades de resolução de problemas. Nas entrevistas tínhamos como objetivo evidenciar os episódios afetivos que ocorriam em sala de aula, além de aprofundarmos as questões em torno dos descritores afetivos, explorando as consistências e inconsistências nas falas dos alunos. Inconsistências essas ocasionadas pelas mudanças nas crenças, objetivos ou atitudes dos alunos ao longo das aulas de física.

Nesse artigo, apresentaremos alguns resultados das reações emocionais, envolvimento e desempenho nas atividades de resolução de problemas de dois desses estudantes: Daniel e Raquel. Apresentaremos brevemente os perfis afetivos construídos com base nos questionários, nas sessões de resolução de problemas e nas entrevistas e alguns episódios afetivos de sala de aula envolvendo esses alunos. Em seguida discutiremos as relações que podem ser

estabelecidas entre os elementos do domínio afetivo desses estudantes com a aprendizagem de física, tais como a relação entre as crenças, o interesse e as emoções, e a utilização de representações simbólicas e as emoções.

IV. APRESENTAÇÃO DOS CASOS

Nesta seção apresentaremos os perfis afetivos de Raquel e Daniel e episódios afetivos durante as sessões de resolução de problemas em que é possível identificar a interação entre as variáveis afetivas e os processos cognitivos desenvolvidos pelos estudantes.

Raquel

Perfil afetivo

Raquel se considera boa solucionadora de problemas, possuindo um julgamento de autoeficácia elevado nesse tipo de atividade. Acredita que o raciocínio lógico e interpretação de texto são habilidades necessárias e fundamentais para conseguir resolver um problema de física, atribuindo à resolução de problemas a função de possibilitar o desenvolvimento de habilidades cognitivas, bem como de exercitar o reconhecimento de heurísticas de resolução. Sente-se segura resolvendo exercícios cuja solução pode ser facilmente encontrada utilizando raciocínio lógico e relaciona seus erros e falhas nas resoluções apenas às habilidades cognitivas, não atribuindo em nenhum momento suas dificuldades a fatores afetivos.

A aluna revela que seu interesse pela física varia conforme o conteúdo em estudo, o professor e seus objetivos profissionais, afirmando que esse interesse influencia seu desempenho e engajamento na resolução de problemas. Acredita que conhecer a utilidade dos conceitos estudados incentiva seu envolvimento nas aulas e nas resoluções de exercícios e problemas de física. Raquel possui objetivos escolares intrínsecos e extrínsecos, afirmando estudar física e se engajar nas atividades propostas em sala de aula, tanto com a finalidade de melhorar sua aprendizagem, quanto para obter boas notas.

Raquel acredita que o professor de física tem a função de explicar conceitos, leis e teorias, e também estabelecer relações do conhecimento físico com o cotidiano dos alunos. Na resolução de problemas, a aluna acredita que o professor é responsável por explicar os exercícios/problemas bem

como estabelecer relações entre o pensamento matemático e o pensamento físico. Para Raquel, alguns conceitos e fenômenos da física são bastante abstratos, e cabe ao professor estabelecer os limites e a validade dos fenômenos, bem como as dimensões em que o fenômeno pode ser observado. A aluna considera a resolução de problemas de física uma atividade importante desde que sejam estabelecidas relações entre os problemas e o cotidiano dos alunos.

Raquel relaciona suas experiências emocionais positivas em física com o bom desempenho nas avaliações, o sucesso na resolução de problemas interpretado como a consolidação de sua aprendizagem, a realização de atividades experimentais e a visitação a planetários, parques e museus interativos de ciências. Já suas experiências negativas estão relacionadas ao baixo desempenho nas avaliações e ao enfrentamento de representações gráficas em exercícios, problemas e textos. Raquel acredita que a exigência que faz de si mesma durante as atividades, por conta de sua autoeficácia elevada, é responsável por desencadear variações em seus estados emocionais que influenciam seu desempenho e sua atitude diante das atividades. A aluna afirma que saber gerenciar essas variações evitaria a formação de atitudes negativas com relação às atividades desenvolvidas.

Episódios afetivos

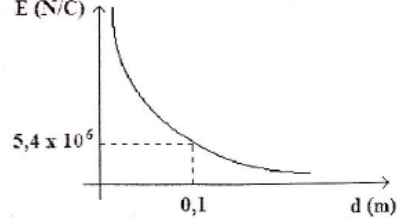
A aluna Raquel revela uma grande variação de reações emocionais durante as aulas de física, sendo grande parte delas emoções negativas devido a interrupções que experimenta nas resoluções de problemas. Geralmente, quando não consegue executar ou finalizar um plano de ação, a aluna fica bloqueada, afirmando com isso se sentir frustrada. Raquel interpreta essa situação com uma carga bastante negativa e costuma desistir da resolução sempre que fica bloqueada. Sucessivos encontros com emoções negativas nas atividades da disciplina de física são propícios à construção de uma atitude negativa, que se traduzem em frases ditas pela aluna tais como “eu odeio física”.

Um episódio afetivo que evidencia essas atitudes negativas ocorreu em uma das sessões de resolução de problemas em que a primeira questão apresentava um gráfico em seu enunciado. Esse problema exigia a manipulação e coleta de informações a partir do gráfico do campo elétrico E gerado por uma carga elétrica Q em função da distância d de um ponto P .

1) O diagrama representa a intensidade do campo elétrico, E (N/C) originado por uma carga Q , fixa, no vácuo, em função da distância à carga. Determine:

a) o valor da carga Q , que origina o campo;

b) o valor do campo elétrico situado num ponto P , a $0,6$ m da carga Q .



Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
= {	<p>a) $E = \frac{kQ}{d^2}$</p> $5,4 \times 10^6 = \frac{9,0 \times 10^9 \cdot Q}{(0,1)^2}$ $5,4 \times 10^6 \cdot 10^{-2} = 9 \times 10^9 \cdot Q$ $5,4 \times 10^4 = 9 \times 10^9 \cdot Q$ $Q = \frac{5,4 \times 10^4}{9 \times 10^9}$ <p>$Q = 0,6 \times 10^{-5} C$ $Q = 6,0 \times 10^{-6} C$</p>	
∩ ∩	<p>b) $E = \frac{kQ}{d^2}$</p> $5,4 \times 10^6 = \frac{9 \times 10^9 \cdot 6,0 \times 10^{-6}}{(0,6)^2}$	

FIGURA 2. Extrato da atividade em que a aluna Raquel desiste da resolução de problema por apresentar um gráfico em seu enunciado.

Essa sessão de resolução era composta de três problemas, e por conta da presença do gráfico e das emoções experimentadas, Raquel envolveu-se apenas no início do primeiro problema, cuja resolução é apresentada na figura abaixo. A aluna iniciou a resolução ansiosa, emoção representada pelo marcador emocional = {. Em seguida elencou o estado de desinteresse, representado pelo marcador emocional ∩ ∩. Infelizmente a aluna não fez nenhum comentário no formulário sobre o que sentia ou pensava durante a resolução de problemas, mas foi possível resgatar esses elementos na entrevista. A origem da atitude negativa em relação aos gráficos é atribuída pela própria aluna às suas primeiras experiências com a aprendizagem desse tipo de representação na disciplina de matemática ainda no ensino fundamental. Suas experiências de fracasso com gráficos no 8º ano (7ª série) contribuíram para a formação de crenças sobre esse tipo de representação na matemática, que foram sendo generalizadas pela aluna para outras disciplinas à medida que se deparava com situações semelhantes. Sucessivas experiências com os gráficos, sempre rememorando o fracasso inicial, foram responsáveis pela criação da atitude negativa frente às situações em que tem que enfrentá-lo.

No gráfico emocional construído por Raquel para essa sessão de resolução apresentado na figura a seguir, a aluna representou suas emoções inicialmente em um estado neutro declinando para estados negativos.



FIGURA 3. Gráfico emocional construído pela aluna para suas emoções ao longo da resolução de problemas apresentada anteriormente.

De acordo com o relato da aluna, a declinação do gráfico emocional está relacionada à presença do gráfico no problema que tentou resolver:

Raquel: Eu não gostei da questão, eu odeio gráfico.
Pesquisadora: Você odeia gráfico?
Raquel: Aham. Acho que na 7ª série [8º ano]... A gente começou a ver gráfico e eu não fui muito bem, na 7ª série em matemática. É meio que um trauma de gráfico, **eu não gosto de gráfico.**
Pesquisadora: Quando aparece o gráfico o que você pensa?
Raquel: É dá um negocio assim, é que já pergunta assim: “ah o que representa a inclinação e não sei o que?” ai eu

fico assim, aí “agora, monte um gráfico”. **Eu odeio isso, eu odeio, eu odeio o gráfico.**

Pesquisadora: Mas você nem tenta pensar em ‘dar uma chance para o gráfico’?

Raquel: Não sei, não consigo pensar dessa maneira, **não gosto de gráfico, realmente odeio.** [grifo nosso]

A afirmação de Raquel de que “eu odeio gráfico” e a atitude negativa de abandono do problema tem implicações sérias para sua aprendizagem. Esse é apenas um exemplar dos muitos problemas com representações gráficas com os quais a aluna pode se deparar, não só na disciplina de física. Abandonar a resolução de problemas é a opção encontrada pela aluna para diminuir os afetos negativos desencadeados em seu enfrentamento. No entanto essa não parece ser a melhor opção para lidar com esse tipo de bloqueio.

Daniel

Perfil afetivo

Daniel se considera um bom solucionador de problemas de física, também possuindo um julgamento de autoeficácia elevado nesse tipo de atividades. Acredita que as habilidades necessárias para conseguir resolver um problema são domínio do conteúdo e capacidade de interpretação.

O aluno revela ter interesse pela física e acredita que isso é fator essencial para se engajar nas atividades referentes à disciplina, além de exercer influência sobre seu desempenho durante a resolução de problemas e nas avaliações. Daniel também relaciona o bom desempenho nas avaliações e nas resoluções de problemas ao fato de gostar do professor e ter facilidade nas disciplinas exatas. Daniel possui objetivos escolares intrínsecos e extrínsecos, afirmando estudar física e se engajar nas atividades propostas em sala de aula, tanto com o objetivo de “aprender a interpretar e resolver situações-problema, e para entender como a física funciona”, quanto para obter aprovação escolar e em concursos vestibulares.

Daniel acredita que o professor tem papel determinante no vínculo estabelecido pelos estudantes com a disciplina de física. Para o aluno, esse vínculo, além de fator motivador para se engajar nas atividades da disciplina, é incentivo para obter um alto desempenho nas avaliações. Segundo o aluno, os professores têm expectativas sobre a performance dos estudantes, expectativas elevadas no caso de estudantes com histórico de alto desempenho acadêmico, e expectativas baixas para aqueles com histórico de baixo desempenho acadêmico. Em seu caso, um baixo desempenho nas atividades escolares decepcionaria tanto os professores, como a si mesmo, já que Daniel revela se sentir responsável em atender as expectativas criadas pelos professores.

Na resolução de problemas, o aluno acredita que a função do professor consiste em ajudar a interpretar os problemas e esclarecer dúvidas. Daniel valoriza a prática pedagógica docente e relaciona seu interesse pela disciplina com a forma com que ela é apresentada. A constante interação de Daniel com seus colegas e com o professor de física durante as aulas parece apontar a preferência do aluno a um estilo de

aprendizagem ativa. Entretanto, durante as sessões de resolução de problemas, o aluno prefere solucionar os problemas sozinho, sem interferência do professor ou de colegas.

Daniel acredita que a resolução de problemas de física é uma atividade importante para “entender os fenômenos que acontecem no nosso cotidiano”. Além de atribuir à resolução de problemas de física o papel de preparar para a realização de provas e concursos, o aluno extrapola a função dessas atividades em sala de aula, acreditando que “a importância de saber resolver um problema de física agora, é para, no futuro, também saber resolver esse problema na prática”.

O aluno atribui suas experiências emocionais positivas à obtenção de sucesso nas avaliações, descrevendo seus sentimentos nessas situações como sendo de interesse e prazer, e as experiências negativas ao baixo desempenho nas avaliações, descrevendo seu sentimento nessa situação como sendo de tristeza.

Episódios afetivos

Nas aulas de física, o aluno Daniel apresenta uma grande frequência de reações emocionais positivas, geralmente associadas ao sucesso nas resoluções de problemas. O aluno consegue desenvolver heurísticas de resolução com certa facilidade por conta de seu interesse elevado com relação à física. Sente-se satisfeito com seu desempenho e motivado a se envolver cada vez mais nas sessões de resolução de problemas, demonstrando, dessa forma, uma atitude positiva com relação a esse tipo de atividades. As raras reações emocionais negativas de Daniel na resolução de problemas ocorrem quando o aluno comete algum equívoco na solução de um problema simples, ou ainda quando solicita auxílio de algum colega ou do professor.

É possível evidenciar a interação das emoções, crenças e atitudes do aluno com o processo resolutivo durante as sessões de resolução de problemas. Em uma delas, mesmo com a orientação do professor para que os alunos resolvessem os problemas em grupos, Daniel o fez sozinho, reforçando sua preferência em trabalhar individualmente.

Nesse episódio afetivo, ocorrido na mesma sessão apresentada anteriormente para a aluna Raquel, Daniel enfrentou emoções negativas por conta de uma interrupção ainda na interpretação do problema proposto. Entretanto, diferentemente da aluna Raquel, Daniel gerenciou seus afetos, modificando seu plano de ação e redirecionando suas emoções.

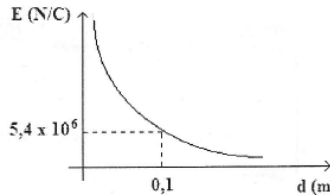
Nesse problema (resolução apresentada abaixo), o aluno utilizou os marcadores = {, =}, e =D representando os estados emocionais de ansiedade, alegria ou felicidade e satisfação, respectivamente. Ao lado da resolução de cada item, o aluno tece comentários que indicam as causas de seus estados emocionais.

Na entrevista Daniel atribui sua ansiedade no início do primeiro problema ao fato de, no enunciado, não estarem explícitos os dados a serem utilizados em sua resolução (trechos destacados pelas marcações em vermelho). Quando percebeu que os dados deveriam ser coletados a partir do gráfico se sentiu feliz, afirmando ter bastante facilidade em

trabalhar com esse tipo de representação (trechos destacados pelas marcações em verde e azul). A expectativa dos alunos de que os dados e informações necessárias à resolução de um problema sejam todas apresentadas em seu enunciado é bastante comum. Nesse sentido, quando há falta ou excesso de informações os alunos costumam ficar bloqueados frente

à resolução do problema, e geralmente as suas crenças de autoeficácia determinam as emoções desencadeadas e as atitudes tomadas frente à tal bloqueio. Felizmente, o aluno Daniel percebeu esse detalhe e, apesar do estado emocional negativo, resolveu o problema experimentando emoções positivas com o sucesso alcançado.

- 1) O diagrama representa a intensidade do campo elétrico, E (N/C) originado por uma carga Q , fixa, no vácuo, em função da distância à carga. Determine:
- o valor da carga Q , que origina o campo;
 - o valor do campo elétrico situado num ponto P , a $0,6 \text{ m}$ da carga Q .



Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
= { =) = D	$E = k \frac{Q}{d^2}$ $E \cdot d^2 = Q$ $Q = \frac{5,4 \times 10^6 \cdot (0,1)^2}{9 \times 10^9}$ $Q = 6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ $Q = 6 \mu\text{C}$	No começo eu pensei que não ia conseguir fazer e fiquei angustiado. Mas eu resolvi e fiquei feliz.
= D	$E = k \frac{Q}{d^2}$ $E = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 6 \cdot 10^{-6}}{(0,6)^2}$ $E = \frac{54 \cdot 10^3}{36 \cdot 10^{-2}}$ $E = 15 \cdot 10^5 \text{ N/C}$	Nessa eu fiquei mais tranquilo e satisfeito com o resultado. (circulado)

FIGURA 4. Extrato da atividade em que o aluno Daniel experimenta a emoção negativa de ansiedade, associada ao pensamento inicial de um possível fracasso, mas que se direciona a emoções positivas, associadas ao sucesso ao longo da resolução.

Após evidenciar possuir certo controle de suas emoções no problema anterior, orientando afetos negativos à estados positivos e persistindo na resolução, Daniel passou a resolver outro problema nesta mesma sessão (resolução apresentada abaixo). Nesse problema era necessário calcular o ponto entre duas cargas Q_1 e Q_2 em que o campo elétrico resultante era nulo, exigindo assim uma abstração maior em torno da situação apresentada.

Daniel utilizou os marcadores \neq e $($ representando os estados emocionais de frustração e tristeza, respectivamente.

O aluno atribui a frustração ao fato de não conseguir escolher ou desenvolver um plano de ação adequado (trechos destacados pelas marcações em vermelho), e a tristeza ao fato de só conseguir compreender a condição inicial, em que $E_1 = E_2$, com o auxílio do professor (trechos destacados pelas marcações em marrom). Segundo o próprio aluno “Me senti frustrado, pois não sei o que fazer a partir daí [conforme marcado na resolução]. Na realidade eu nem sei se fiz a coisa certa. Triste porque só consegui entender vendo o professor fazer. Queria saber fazer por conta própria.”

- 2) Duas cargas puntiformes, $Q_1 = 4 \mu\text{C}$ e $Q_2 = 9 \mu\text{C}$, estão separadas por uma distância de 15 cm; em que ponto da reta que une essas cargas o campo elétrico resultante é nulo?

Marcadores de humor	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
\neq $($	$Q_1 = 4 \mu\text{C}$ $Q_2 = 9 \mu\text{C}$ $d = 15 \text{ cm}$ $4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ $9 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ $15 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $E_1 = E_2$ $E_1 - E_2 = 0$ $E_1 = E_2$ $k \frac{Q_1}{d_1^2} = k \frac{Q_2}{d_2^2}$ $\frac{4 \cdot 10^{-6}}{d_1^2} = \frac{9 \cdot 10^{-6}}{d_2^2}$ $\frac{4}{d_1^2} = \frac{9}{d_2^2}$ $\frac{2}{d_1} = \frac{3}{d_2}$ $d_2 = \frac{3}{2} d_1$ $d_1 + d_2 = 15$ $d_1 + \frac{3}{2} d_1 = 15$ $\frac{5}{2} d_1 = 15$ $d_1 = 6$ $d_2 = 9$	Me senti frustrado pois não sei o que fazer a partir daí. (Na realidade eu nem sei se fiz a coisa certa). Triste, porque só consegui entender vendo o professor fazer. Queria saber fazer por conta própria.

FIGURA 5. Extrato da atividade em que o aluno Daniel experimenta emoções negativas associadas ao fato de não conseguir resolver o problema sem a interferência do professor.

A interrupção que causou a frustração experimentada por Daniel pode ser identificada logo no primeiro procedimento. Ao tentar encontrar os campos elétricos gerados pelas cargas Q_1 e Q_2 , o aluno demonstrou insegurança no plano de ação escolhido, desconsiderando a condição principal do problema: o campo elétrico resultante é nulo no ponto em que o somatório dos campos elétricos E_1 e E_2 gerados por cada uma das cargas Q_1 e Q_2 é zero. Além do mais, era necessário estabelecer uma relação entre as distâncias d_1 e d_2 de cada uma das cargas ao ponto indicado. Não conseguindo estabelecer outro plano de ação, Daniel solicitou orientação ao professor, o que o deixou triste por não conseguir resolver o problema por conta própria.

Nesse caso, a autoeficácia elevada de Daniel contribuiu para desencadear tanto os afetos negativos quanto para inibir alguma atitude negativa que poderia ser tomada pelo aluno, como por exemplo, o abandono do problema. Apesar das emoções negativas, o julgamento de autoeficácia elevado do aluno orientou suas atitudes em uma direção positiva, mantendo-o, dessa forma, envolvido na resolução.

No gráfico emocional construído por Daniel para essa sessão de resolução apresentado na figura a seguir, o aluno representou suas emoções inicialmente em um estado positivo (problemas 1a e 1b) declinando para estados negativos (problemas 2 e 3), em consonância com os marcadores emocionais utilizados pelo aluno ao longo da resolução apresentada anteriormente.

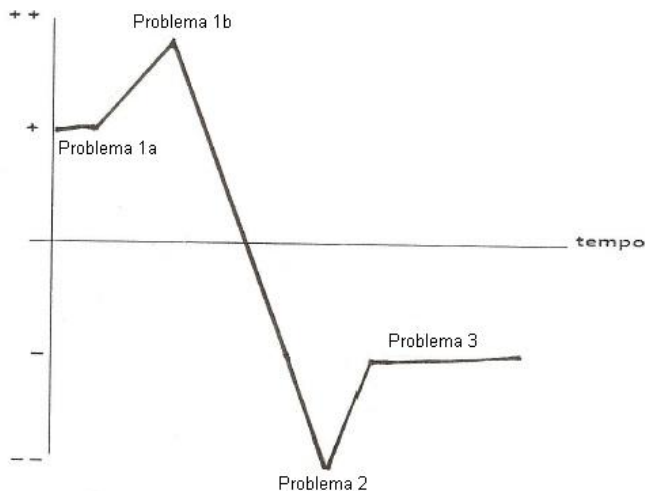


FIGURA 6. Gráfico emocional construído pelo aluno para suas emoções ao longo da resolução de problemas, problemas 1 e 2 apresentados anteriormente. O traçado para o problema 3 consta no gráfico, entretanto, optamos por não apresentá-lo.

O próprio aluno analisa seus estados emocionais dizendo que “fico meio neurótico quando eu erro as coisas, porque eu penso que eu tenho condições de entender, raciocinar e resolver o problema”. Parece-nos que as emoções negativas experimentadas por Daniel nessa sessão de resolução são decorrentes também de sua crença de autoeficácia elevada. Por se considerar um bom solucionador de problemas de

física e possuir as habilidades que considera necessárias para alcançar o sucesso na resolução, o aluno experimenta interrupções em seu plano de ação quando se depara com alguma discrepância, desencadeando assim afetos negativos. Entretanto, devido a essa crença elevada, interrupções rotineiras e comuns, como aquelas relacionadas à interpretação de unidades ou às operações com potências, não chegam a bloquear o indivíduo. Além das habilidades cognitivas, Daniel demonstra ter habilidades afetivas, sabendo gerenciar os primeiros sinais de afetos negativos em uma atividade.

Apesar desse episódio, o aluno Daniel apresenta uma grande frequência de emoções positivas. Um episódio afetivo característico dessas emoções refere-se a outra sessão de resolução, cujo enunciado do problema também envolvia representações gráficas. Nesse problema, era apresentado um gráfico relacionando os valores da diferença de potencial V em função da intensidade de corrente elétrica i que percorria um determinado resistor, medidos por um técnico eletrcista. Os alunos deveriam assinalar as proposições corretas a partir da análise do gráfico.

Nesse problema, Daniel assinalou os marcadores =) e =D representando os estados emocionais de alegria e satisfação por toda a resolução. Ao todo foram oito marcadores que evidenciaram as emoções positivas do aluno decorrentes do sucesso alcançado. Ao longo da resolução os comentários do aluno Daniel eram “Fiquei feliz e satisfeito, pois consegui resolver”.

No gráfico emocional construído por Daniel para essa sessão de resolução apresentado na figura a seguir, o aluno representou suas emoções se direcionando para estados cada vez mais positivos durante a resolução do problema.

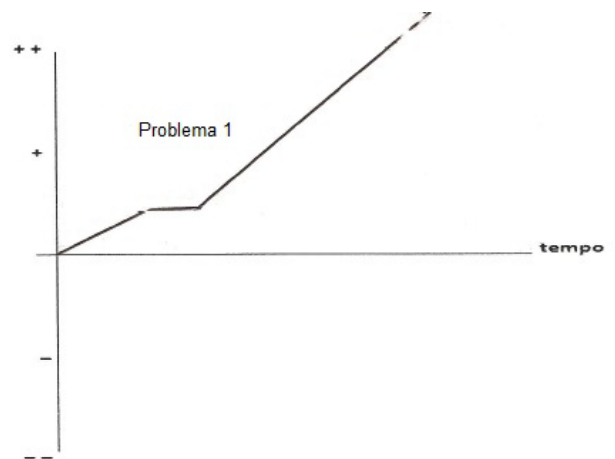


FIGURA 7. Gráfico emocional construído pelo aluno para suas emoções ao longo da resolução do problema apresentado anteriormente.

O aluno atribui suas emoções e a inclinação positiva no gráfico ao sucesso alcançado e à utilização e manuseio de representações gráficas na resolução do problema. Daniel

relata gostar de trabalhar com gráficos, afirmando sentir-se bem quando o faz:

Pesquisadora: Você gosta de trabalhar com gráfico?

Daniel: **Adoro! Gráfico para mim é a melhor parte, é o que eu mais gosto mesmo. Essa é uma das horas que eu mais me sinto bem,** quando eu olho aqui e já digo assim: “Ah, isso aqui é ôhmico, isso aqui não é!”. Ai quando faço, vou vendo, e vejo que ele [o enunciado] está dizendo exatamente isso e eu digo “Ahhh!”, é o melhor sabe, porque eu me sinto bem, e eu adoro trabalhar com gráficos. (...) Gráfico é uma coisa que eu gosto. [grifo nosso]

A atitude positiva desenvolvida por Daniel ao trabalhar com gráficos é bastante benéfica ao aluno que se sente ainda mais confiante quando se depara com esse tipo de representação na resolução de problemas. Suas reações emocionais nesse tipo de atividades são frequentemente positivas e contribuem para a adoção de uma atitude positiva na disciplina de física.

IV. DISCUSSÃO DOS CASOS

A partir dos episódios afetivos apresentados é possível perceber a influência do domínio afetivo na resolução de problemas na relação entre as crenças de autoeficácia dos alunos, seus interesses e as emoções, bem como na relação entre as representações simbólicas apresentadas nos problemas e as emoções desencadeadas no seu enfrentamento.

A. Crenças de autoeficácia, interesse pela física e emoções

As crenças de autoeficácia, definidas como o julgamento pessoal sobre a própria capacidade para organizar e executar cursos de ação para alcançar determinados objetivos, possuem função reguladora sobre o comportamento, mediando a relação cognição, emoção e motivação, possibilitando ao indivíduo controlar seus pensamentos, sentimentos e ações [39]. Com relação à aprendizagem, uma crença de autoeficácia elevada, estabelece um alto nível de motivação, que reflete em maior esforço, persistência perante dificuldades e obstáculos e propósitos consoantes com metas de aprendizagem [50]. Além disso, alunos com autoeficácia elevada, antecipam o sucesso nas tarefas, almejam alcançar objetivos acadêmicos mais elevados e possuem um alto desempenho escolar [51, 52, 53, 54, 55].

Daniel declara ter uma autoeficácia elevada na disciplina de física e em particular nas atividades de resolução de problemas. Aplica grande esforço na realização das tarefas dessa disciplina, persiste diante de dificuldades, é resiliente ao próprio fracasso, tem controle sobre o tempo de trabalho e possui desempenho acadêmico elevado. Confia nos planos de ação escolhidos para solucionar os problemas, desenvolvendo-os com bastante sucesso. Em algumas situações de bloqueios, demonstra saber lidar com as interrupções, reavaliando os planos e estratégias escolhidas

em busca de uma que seja adequada, com o objetivo de evitar o fracasso. Apresenta interesse intrínseco pela tarefa de aprendizagem da física, o que segundo ele, o motiva ainda mais a se envolver nas atividades da disciplina.

Raquel, também declara ter uma percepção de autoeficácia elevada na resolução de problemas de física, e assim como Daniel possui um desempenho elevado na disciplina de física. Entretanto o interesse de Raquel pela física e as emoções desencadeadas durante as sessões de resolução de problemas são bastante distintos. Daniel tem grande interesse pela disciplina de física e pela resolução de problemas, atribuindo a esse tipo de atividades a função de possibilitar o entendimento de fenômenos cotidianos. Já Raquel limita seu interesse a alguns conteúdos específicos da física, e atribui às atividades de resolução de problemas a função de possibilitar a aprendizagem de habilidades cognitivas, como a interpretação textual e o raciocínio lógico-matemático, bem como de exercitá-las.

Nas produções escritas de Daniel e nos marcadores emocionais utilizados pelo aluno é perceptível a frequência com que experimenta emoções positivas, sendo a mais frequente o estado de satisfação. Já a aluna Raquel experimenta uma maior frequência de emoções negativas, na maioria das vezes afirmando estar desinteressada e assustada com a resolução de problemas. O desinteresse declarado pela aluna que diz “*não tenho muito prazer estudando [física]*”, parece estar relacionado com a importância que atribui à resolução de problemas. Embora acredite que a função dessas atividades seja meramente a de exercitar habilidades cognitivas, a aluna considera importante e interessante resolver problemas quando há o estabelecimento de relações entre as questões propostas e o cotidiano a fim de explorar e esclarecer as concepções errôneas que os alunos possuem sobre os fenômenos físicos.

Apesar das tentativas do professor em contextualizar o conteúdo de eletrostática ao tratá-lo em sala de aula, tradicionalmente os exercícios/problemas referentes a esse conteúdo são essencialmente internos à física, dificultando o estabelecimento de relações entre o conhecimento físico e o mundo real. Embora Raquel apresente uma autoeficácia elevada nesse tipo de atividades, a falta de uma contextualização dos problemas parece ter sido fator determinante para o desencadeamento de afetos negativos, como o desinteresse. Parece-nos que as crenças de autoeficácia em determinado tipo de atividade, apesar de essenciais no envolvimento da aluna na tarefa [50], não é o único constructo que age no sentido de motivar a participação e o interesse nas tarefas escolares na disciplina de física. A importância atribuída pela aluna a essa atividade também foi determinante em seu nível de interesse e envolvimento. Raquel tem uma autoeficácia elevada e um bom desempenho nas avaliações e sabe desenvolver cursos de ação escolhidos na resolução de problemas, no entanto, não se interessa por essa atividade quando não percebe uma relação significativa com o mundo real.

Ressaltamos que Daniel e Raquel preferem desenvolver tarefas e atividades individualmente. Assim como Daniel declarou sua preferência em desenvolver as atividades sem auxílio ou intervenção dos colegas ou do professor, notamos

em Raquel a mesma característica, afirmando não gostar de pedir ajuda para os colegas ou para o professor nas atividades desenvolvidas em sala de aula.

B. As representações simbólicas e os afetos

A utilização de representações simbólicas é frequente nos problemas de física, seja na forma de um gráfico, de uma equação, de um diagrama entre outras representações possíveis para a exposição de um problema. Nesse contexto é essencial que os alunos saibam tratar e manipular todos esses simbolismos para que resolvam com certa desenvoltura um imenso número de problemas de física presentes nos livros didáticos, apostilas e avaliações que apresentam essas representações.

Daniel, por exemplo, gosta de trabalhar com representações simbólicas matemáticas. O aluno afirma que as representações gráficas desencadeiam afetos positivos, o motivando não só a resolver os problemas de física, mas em outras situações em que aparecem nas revistas e jornais, a se engajar nas leituras relativas à sua análise. Daniel, que tem uma autoeficácia elevada, obteve sucesso na resolução dos problemas propostos em sala de aula que continham representações gráficas em seu enunciado, elencando estados emocionais positivos como representativos de seus afetos.

Todavia, Raquel não encara essas representações de maneira positiva como Daniel. A aluna, que também possui uma autoeficácia elevada na resolução de problemas, busca resolver as atividades sempre evitando equações e utilizando relações de lógica. A aluna afirma evitar utilizar as equações prontas nas resoluções de problemas, substituindo-as geralmente por relações de proporcionalidade. Além das equações, Raquel afirma não gostar da representação gráfica, por conta de sua experiência de fracasso escolar com esse tipo de representação em séries anteriores.

No extrato da aluna Raquel apresentado anteriormente, em que era necessária a análise de uma representação gráfica para a resolução do problema, as emoções experimentadas e as atitudes da aluna foram majoritariamente negativas. A aluna experimentou as emoções ansiedade, frustração, e desinteresse. Suas atitudes se revelaram a partir da conduta de evitamento do gráfico e de abandono do problema. De nossa análise, percebemos que tais atitudes negativas são opções encontradas pela aluna para diminuir as emoções negativas desencadeadas durante o enfrentamento de representações matemáticas, em especial dos gráficos. Reforçamos aqui nossa preocupação com as implicações desse tipo de atitude tomada pela aluna, já cristalizada em seu sistema de crenças por conta de suas experiências escolares, e que dificilmente sofrem mudanças.

Muitas vezes na disciplina de física, as representações simbólicas matemáticas são apresentadas como se o seu entendimento fosse claro para todos os alunos, sem uma abordagem física adequada do comportamento desses gráficos e equações. Como vimos no caso da aluna Raquel, a atitude negativa frente à representação gráfica foi construída após sucessivas experiências fracassadas, não dizendo respeito à apenas um evento isolado, mas a todo um contexto que foi a aprendizagem das representações gráficas no 8º ano

do ensino fundamental. Identificar os alunos que apresentam atitudes e emoções negativas no enfrentamento de gráficos, equações, diagramas, entre outras representações, é um primeiro passo para agir a favor da criação de atitudes positivas frente às atividades didáticas de resolução de problemas.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação realizada nos possibilitou discutir as questões propostas na introdução desse trabalho, sendo possível evidenciar as relações entre os descritores do domínio afetivo assim como propõem DeBellis e Goldin [40] na resolução de problemas de física. Primeiramente, percebemos que as crenças de auto-eficácia em um determinado tipo de atividade, embora essenciais ao envolvimento dos alunos, não consistem no único constructo que motiva o envolvimento e interesse dos alunos nas tarefas escolares de física. Os constructos de valorização e importância atribuídos pelos estudantes à uma atividade em particular ou à física também são determinantes do seu nível de interesse, de seu envolvimento e da qualidade de suas emoções [30].

Portanto, a partir dos episódios afetivos, percebemos que as crenças de autoeficácia, o interesse dos estudantes, os constructos de valorização e importância determinam o direcionamento das emoções que surgem durante as atividades didáticas de resolução de problemas, sejam elas positivas ou negativas. Além do mais, esses elementos determinam ainda o envolvimento dos alunos nas atividades. Quando intrinsecamente interessados, parecem motivados, experimentam emoções positivas e se dispõem a participar e se engajar em uma tarefa.

As crenças de autoeficácia tem origem nas experiências anteriores ou experiências vicárias [38] dos estudantes de física com relação às atividades didáticas de resolução de problemas. Como a resolução de problemas envolve, entre outras coisas, simbolismos matemáticos como gráficos, equações e tabelas, as relações que os alunos estabelecem com essas representações e a própria matematização influenciam diretamente nas crenças que se constroem sobre sua capacidade em determinada tarefa. Nesse sentido, os modos de representação, tais como gráficos e equações, também são promotores de emoções positivas ou negativas, dependendo das experiências que cada aluno teve em sua vida escolar. Portanto, seria necessário o tratamento em sala de aula destas relações para melhora do desempenho dos alunos.

Em resumo, nesse trabalho abordamos algumas das relações possíveis entre os constructos do domínio afetivo, como as crenças, emoções e atitudes, e a resolução de problemas de física. Nesse sentido, gostaríamos de reafirmar a importância de investigações que busquem a compreensão de outros aspectos, além dos destacados, da relação entre domínio afetivo e cognitivo no ensino de física. A escassez de investigações nessa perspectiva dificultam o estabelecimento de indicativos e proposições sobre como

proceder no gerenciamento dos afetos que surgem nas atividades escolares desenvolvidas pelos estudantes, seja na resolução de problemas, nas práticas de laboratório, entre outras. Acreditamos que uma maior dedicação de investigações sobre a interação afeto-cognição na física contribua para o estabelecimento de relações e proposições concretas no ambiente de sala de aula.

REFERENCES

- [1] Coronel, M. del V. and Curotto, M. M., *La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **7**, 463-479 (2008).
- [2] Vasconcelos, C.; Lopes, B., Costa, N., Marques, L. and Carrasquinho, S., *Estado da arte na resolução de problemas em Educação em Ciência*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **6**, 235-245 (2007).
- [3] Lopes, J. B., *Aprender e Ensinar Física*, (Fundação Calouste Gulbenkian e Fundação para a Ciência e Tecnologia, Lisboa, 2004), p. 430.
- [4] Pozo, J. I., *A solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender*, (Artes Médicas, Porto Alegre, RS, 1998).
- [5] Gil Pérez, D., Martínez-Torregrosa, J. and Senent Pérez, F., *El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos*, Enseñanza de las Ciencias **6**, 131-146 (1988).
- [6] Pozo, J. I. and Crespo, M. A. G., *Aprender y Enseñar Ciencia*, (Editora Morata, Madrid, 1998).
- [7] Peduzzi, L. O. Q., *Sobre a resolução de problemas no ensino da física*, Caderno Catarinense de Ensino de Física **14**, 229-253 (1997).
- [8] Escudero, C., *Resolución de problemas en Física: herramienta para reorganizar significados*, Caderno Catarinense de Ensino de Física **12**, 95-106 (1995).
- [9] Buteler, L., Coleoni, Y. and Gangoso, Z., *¿Qué información útil arrojan los errores de los estudiantes cuando resuelven problemas de física?: Un aporte desde la perspectiva de recursos cognitivos*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **7**, 349-365 (2008).
- [10] Costa, S. S. C. and Moreira, M. A., *Resolução de problemas IV: estratégias para resolução de problemas*, Investigações em Ensino de Ciências **1**, 105-134 (1996).
- [11] Peduzzi, L. O. Q. and Moreira, M. A., *Solução de problemas em Física: um estudo sobre o efeito de uma estratégia*, Revista Brasileira de Física **11**, 1067-1083 (1981).
- [12] Gil-Pérez, D. and Martínez-Torregrosa, J., *A model for problem solving in accordance with scientific methodology*, European Journal of Science Education **5**, 447-455 (1983).
- [13] Gil-Pérez, D., Martínez-Torregrosa, J., Ramírez, L., Carrée, A. D., Gofard, M. and Carvalho, A. M. P., *Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo*, Caderno Catarinense de Ensino de Física **9**, 7-19 (1992).
- [14] Santa, C. M. and Alvermann, D. E., *Una didáctica de las ciencias: procesos y aplicaciones*, 3rd ed. (Aique, Argentina, 1994).
- [15] Sanjosé, V., Valenzuela, T., Fortes, M. C. and Solaz-Portolés, J. J., *Dificultades algebraicas en la resolución de problemas por transferencia*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **6**, 538-561 (2007).
- [16] Custódio, J. F., Clement, L. and Ferreira, G. K., *Crenças de professores de física do ensino médio sobre atividades didáticas de resolução de problemas*, Revista Eletrónica Ensenanza de las Ciencias **11**, 225-252 (2012).
- [17] Pintrich, P. R., Marx, R. W. and Boyle, R. A., *Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change*, Review of Educational Research **63**, 167-200 (1993).
- [18] Tyson, L. M., Venville, G. J., Harrison, A. G. and Treagust, D. F., *A multidimensional framework for interpreting conceptual change events in the classroom*, Science Education **81**, 387-404 (1997).
- [19] Alsop, S. and Watts, M., *Sources from Somerset Village: a model for informal learning about radiation and radioactivity*, Science Education **81**, 633-650 (1997).
- [20] Alsop, S. and Watts, M., *Facts and feelings: exploring the affective domain in the learning of physics*, Physics Education **35**, 132-138 (2000).
- [21] Villani, A. and Cabral, T. C. B., *Mudança conceitual, subjetividade e psicanálise*, Investigações em Ensino de Ciências **2**, n. 1, (1997).
- [22] Santos, F. M. T., *Afeto, emoção e motivação: uma nova agenda para a pesquisa em ensino de ciências*, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 1997).
- [23] Santos, F. M. T. and Mortimer, E. F., *Investigando as interações afetivas nas salas de aula de Química*, Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, (Sociedade Brasileira de Química, Poços de Caldas, Minas Gerais, 1998).
- [24] Santos, F. M. T. and Mortimer, E. F., *How emotions shape the relationship between a chemistry teacher and her high school students*, International Journal of Science Education **25**, 1095-1110 (2003).
- [25] Pietrocola, M., *Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo*. In Pietrocola, M. (Org.) *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa abordagem integradora*, (Editora da UFSC, Florianópolis, 2001), pp. 9-32.
- [26] Gómez-Chacón, I. M., *Matemática emocional: os afetos na aprendizagem matemática*, (Artmed, Porto Alegre, 2003), p. 254.
- [27] Alsop, S., *Beyond Cartesian Dualism: Encountering Affect in the Teaching and Learning of Science*, (Springer, Netherlands, 2005), p. 199.
- [28] Gök, T., *Exploring of Students' Performances, Motivation Processes and Learning Strategies in Studio Physics*, Latin American Journal of Physics Education **5**, 154-161 (2011).

- [29] Gök, T. and Silay, I., *The Effects of Problem Solving Strategies on Students' Achievement, Attitude and Motivation*, Latin American Journal of Physics Education **4**, 7-21 (2010).
- [30] Solaz-Portolés, J. J., Sanjosé, V. and Gómez, C. B., *La investigación sobre la influencia de las estrategias y la motivación en la resolución de problemas: Implicaciones para la enseñanza*, Latin American Journal of Physics Education **5**, 788-795 (2011).
- [31] Mcleod, D. B., *The role of affect in mathematical problem solving*. In Mcleod, D. B. and Adams, V. M. (Eds.) *Affect and mathematical problem solving: a new perspective* (Springer-Verlag, Nova York, 1989a), pp. 20-45.
- [32] Ferreira, G. K. and Custódio, J. F., *Influência das variáveis afetivas no envolvimento e desempenho de estudantes nas atividades de resolução de problemas de física*, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., and Congreso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias, 1., (Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas, São Paulo, 2011).
- [33] Ferreira, G. K., *Investigando a influência do domínio afetivo em atividades didáticas de resolução de problemas de física no ensino médio*. Master dissertação, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2012, available in <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PECT0157-D.pdf>>.
- [34] Gómez-Chacón, I. M., *La Tarea Intelectual en Matemáticas, Afecto, Meta-afecto y los Sistemas de Creencias*, Boletín de La Asociación Matemática Venezolana, v. **X**, n. 2, 225-247 (2003a).
- [35] Mcleod, D. B., *Beliefs, attitudes, and emotions: new view of affect in mathematics education*. In Mcleod, D. B. and Adams, V. M. (Eds.) *Affect and mathematical problem solving: a new perspective*, (Springer-Verlag, Nova York, 1989b), p. 245-258.
- [36] Hart, L., *Describing the affective domain: saying what we mean*. In Mcleod, D. B. and Adams, V. M. (Eds.), *Affect and mathematical problem solving: a new perspective*, (Springer-Verlag, Nova York, 1989a), p. 37-45.
- [37] Mcleod, D. B., *Research on affect in mathematics education: a reconceptualization*. In: Grows, D. A. (Ed.) *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, (Macmillan, NCTM, Nova York, 1992), p. 575-596.
- [38] Bandura, A., *Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change*, Psychological Review **84**, 191-215 (1977).
- [39] Bandura, A., *Self-efficacy*. In Bandura, A. *Social foundations of thought and action: a social cognitive theory* (Prentice-Hall, Englewoods Cliffs, NJ, 1986).
- [40] DeBellis, V. A. and Goldin, G., *Affect and meta-affect in mathematical problem solving: a representational perspective*, Educational Studies in Mathematics **63**, 131-147 (2006).
- [41] Cobb, P., Yackel, E. and Wood, T., *Young children's emotional acts while engaged in mathematical problem solving*. In Mcleod, D. B. and Adams, V. M. (Eds.) *Affect and mathematical problem solving: A new perspective* (Springer-Verlag, Nova York, 1989), pp. 117-148.
- [42] Thompson, A. G. and Thompson, P. W., *Affect and problem solving in an elementary school mathematics classroom*. In Mcleod, D. B. and Adams, V. M. (Eds.), *Affect and mathematical problem solving: a new perspective*, (Springer-Verlag, Nova York, 1989), pp. 162-176.
- [43] Lester, F. K., Garofalo, J. and Kroll, D. L., *Self-Confidence, Interest, Beliefs, and Metacognition: Key Influences on Problem-Solving Behavior*. In Mcleod, D. B. and Adams, V. M. (Eds.), *Affect and mathematical problem solving: a new perspective*, (Springer-Verlag, Nova York, 1989), p. 75-88.
- [44] Op't Eynde, P., De Corte, E. and Verschafeel, L., "Accepting emotional complexity": *A socio-constructivist perspective on the role of emotions in the mathematics classroom*, Educational Studies in Mathematics **63**, 193-207 (2006).
- [45] Neves, M. C. and Carvalho, C., *A importância da afetividade na aprendizagem da matemática escolar: Um estudo de caso com alunos do 8º ano*, Análise Psicológica **XXIV**, 201-205 (2006).
- [46] Furinghetti, F. and Morselli, F., *Every unsuccessful problem solver is unsuccessful in his or her own way: affective and cognitive factors in proving*, Educational Studies in Mathematics **70**, 71-90 (2009).
- [47] Baram-Tsabarj, A. and Yarden, A., *Characterizing children's spontaneous interest in science and technology*, International Journal of Science Education **27**, 803-826 (2005).
- [48] Bybbe, R. and McCrae, B., *Scientific literacy and student attitudes: perspectives from PISA 2006 science*, International Journal of Science Education **33**, 7-26 (2011).
- [49] Krapp, A. and Prenzel, M., *Research on interest in science: theories, methods, and findings*, International Journal of Science Education **33**, 27-50 (2011).
- [50] Costa, E. R. and Boruchovitch, E., *A autoeficácia e a motivação para aprender: Considerações para o desempenho escolar dos alunos*. In Azzy, R. G. and Polydoro, S. A. J. (Orgs.), *Autoeficácia em diferentes contextos* (Editora Alínea, Campinas, SP, 2006), pp. 87-109.
- [51] Pajares, F. and Valiante, G., *Self-efficacy beliefs and motivation in writing development*. In MacArthur, C. A.; Graham, S. and Fitzgerald, J., *Handbook of Writing Research*, 158-170 (2006).
- [52] Pajares, F. and Schunk, D. H., *Self-beliefs and school success: self-efficacy, self-concept and school achievement*. In Riding, R. and Rayner, S. (Orgs.), *Perception* (Ablex publishing, London, 2001), pp. 239-266.
- [53] Pajares, F. and Schunk, D. H., *The self and academic motivation: theory and research after the cognitive revolution*. In Royer, J. M. (Org.), *The Cognitive Revolution in Educational Psychology*, 165-1998 (2005).
- [54] Schunk, D. H. and Miller, S. D., *Self-efficacy and adolescent's motivation*. In Pajares, F. and Urdan, T. (Eds.), *Academic motivation of adolescents*, 29-52 (2002).
- [55] Boruchovitch, E. *A autorregulação da aprendizagem e a escolarização inicial*. In Boruchovitch, E. and Bzuneck, J.

(Orgs.), *Aprendizagem: processos psicológicos e o contexto social na escola* (Vozes, Petrópolis, 2004), pp. 55-88.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO MOTIVACIONAL

1. Você se considera um bom solucionador de problemas de física?
2. Quais habilidades você julga serem necessárias para conseguir resolver corretamente um problema de física?
3. Quando você resolve problemas de física, o faz procurando melhorar sua aprendizagem, se preparar para obter boas notas, ou por outros motivos?
4. Qual o papel/função do professor nas atividades de resolução de problemas?
5. O que o professor deveria fazer para melhorar o seu desempenho na resolução de problemas de física?
6. Em sua opinião, resolver problemas de física pode ser considerado uma atividade importante? Para quê?
7. Para você, como deve ser um bom problema de física?
8. Para você, quando um problema de física passa a ser considerado de difícil resolução? Quais são as características presentes neste tipo de problema?
9. Você gosta de física? Isso influencia no seu desempenho durante a resolução de problemas?
10. Como você se sente ao resolver um problema de física durante as seguintes situações:
 - a. Em casa:
 - b. Durante as aulas:
 - c. Em prova:
 - d. Em grupo:
 - e. Em outras situações:

11. Como você se sente ao conseguir resolver um problema de física? E quando não consegue resolver?
12. Quando ocorre a sua experiência mais positiva em física? E a mais negativa? Descreva seus sentimentos nessas situações.

APÊNDICE B

GRÁFICO EMOCIONAL

1. Como você se sente depois de terminar o problema?
2. Relate brevemente por que você se sente dessa maneira.
3. Represente por meio de um gráfico em função do tempo seus sentimentos e emoções no processo de resolução desses problemas. Para a origem do eixo que representa o tempo marque se no início da resolução seu sentimento era positivo, negativo ou neutro (representado pelo ponto de origem do gráfico). Lembre-se, só você pode nos dizer como se sentia durante a resolução.

