

# Influência das variáveis afetivas no envolvimento e desempenho de estudantes nas atividades de resolução de problemas de física

## Influence of affective variables in students' involvement and performance in physics problem solving activities

*Gabriela Kaiana Ferreira<sup>1</sup>, José Francisco Custódio<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, [gabikaiana@gmail.com](mailto:gabikaiana@gmail.com).

<sup>2</sup> Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, [custodio@fsc.ufsc.br](mailto:custodio@fsc.ufsc.br).

### Resumo

Nesse trabalho investigamos como as variáveis afetivas influenciam os processos cognitivos desenvolvidos por estudantes do ensino médio em atividades de resolução de problemas de física em sala de aula. A partir de uma diversidade de instrumentos de coleta de dados – questionário motivacional, sessões de resoluções de problemas áudio e videogravadas, produção do gráfico emocional e entrevista com autoanálise – e devido à presença constante do pesquisador em sala de aula, podemos perceber que as reações emocionais das estudantes selecionadas para análise estão intimamente ligadas às soluções praticadas, influenciando no desempenho e nas atitudes tomadas frente ao problema, culminando no sucesso ou fracasso da resolução, refletindo assim no processo de aprendizagem.

**Palavras-chave:** afetividade, cognição, resolução de problemas, aprendizagem de física.

### Abstract

In this paper, we research how the affective variables influence the cognitive processes developed by high school's students in the physics' problem solving activities in classroom. From a variety of tools for data collection – questionnaire motivational, problem solving sessions, audio and video recorded, the production of emotional graphic, interview with self-analysis - and because of the constant presence of the researcher in the classroom, we realize that emotional reactions of students selected for analysis are closely connected to done solutions, influencing the performance and the attitudes toward the problem, culminating in the success or failure of the resolution, reflecting in the learning process.

**Key-words:** affectivity, cognition, solving problem, physics teaching.

### Introdução teórica

As pesquisas em ensino de ciências vêm mostrando uma crescente preocupação com a afetividade e sua influência sobre a aprendizagem (PINTRICH et al., 1993; VILLANI, CABRAL, 1997; SANTOS, 1997; SANTOS, MORTIMER, 2003; ALSOP, WATTS, 2000; PIETROCOLA, 2001). Mcleod (1989) e Gómez-Chacón (2003) mostram que, na resolução de problemas (RP), um aluno pode experimentar emoções negativas como a frustração e a tristeza ao não conseguir executar seu plano de ação frente ao problema proposto, podendo bloquear o indivíduo e levá-lo ao abandono do problema pelo descontrole das emoções.

Alsop e Watts (2000) propõem que sentimentos e emoções influenciam a aprendizagem e podem ser por ela influenciados. Os autores desenvolvem a ideia de que o status da relevância de um tópico de estudo pode estimular ou inibir a aprendizagem do mesmo. Perini et al. (2009), no mapeamento das emoções dos alunos resolvendo problemas de física, perceberam que as tendências ao afeto negativo e positivo estavam intimamente ligadas ao desempenho e às atitudes tomadas frente ao problema, implicando assim, no sucesso ou fracasso da solução praticada. Abordando a relação entre os domínios afetivo e cognitivo, Gómez-Chacón (2003) 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.

Definir claramente as expressões citadas acima, como afetos, emoções, sentimentos, atitudes, e crenças, tem sido um problema constante na compreensão da influência desses elementos no processo de ensino e aprendizagem (MCLEOD, 1989b; HART, 1989; GÓMEZ-CHACÓN, 2003). Mcleod (1989b) utiliza a expressão **domínio afetivo** e **afeto**, para se referir a uma “extensa categoria de sentimentos e humor que são geralmente considerados como algo diferente da pura cognição” (p. 245), incluindo como descritores específicos desse domínio as **crenças**, as **atitudes** e as **emoções**.

As **crenças** se caracterizam como componentes do conhecimento subjetivo implícito do indivíduo baseadas em suas experiências, influenciam as atitudes e constituem o componente avaliativo da emoção. Podem ser classificadas em termos de objetos de crenças: **crenças sobre si mesmo**, **crenças sobre a disciplina**, **crenças sobre o ensino da disciplina** e **crenças sobre o contexto social**, (MCLEOD, 1992), sendo o primeiro deles um dos mais investigados, estando relacionado com a visão construída pelo aluno sobre sua competência em uma atividade (**autoconceito**) e sua decisão relativa à quais atividades quer participar, quanto esforço irá despender e quanto tempo irá persistir em uma atividade (**autoeficácia**).

As **atitudes** são um dos componentes referentes à valorização, ao apreço e ao interesse do indivíduo em relação ao conhecimento e sua aprendizagem, comportando três componentes: afetivo, cognitivo e comportamental. As atitudes podem ser originadas de duas fontes: i) como resultado de reações emocionais repetidas e automatizadas, por exemplo, o impacto emocional das experiências negativas de um estudante nas avaliações de física, provavelmente diminuirá com o passar do tempo, e a reação emocional será cada vez mais automatizada, tornando-se assim, cada vez mais estável; ii) atitudes dos estudantes às novas tarefas que tem alguma relação com tarefas anteriores, como por exemplo, um estudante que tem uma atitude negativa em relação às provas sobre o conteúdo de eletrostática, poderá apresentar a mesma atitude em relação às provas sobre eletrodinâmica (MCLEOD, 1992).

As **emoções** são entendidas como uma interação complexa entre o **sistema cognitivo** e **biológico** (MANDLER, 1989a). O **sistema cognitivo** está associado à avaliação cognitiva que o indivíduo faz da situação e será o que define a qualidade da emoção. O **sistema biológico** está associado à ativação do Sistema Nervoso Autônomo (SNA)<sup>1</sup>, responsável pela percepção da emoção por meio de respostas fisiológicas involuntárias, tais como o aumento dos batimentos cardíacos, sudorese ou transtornos gastrointestinais. 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.

---

<sup>1</sup> O Sistema Nervoso Autônomo consiste na parte do sistema nervoso de controle da vida vegetativa, responsável pelo controle automático (involuntário) do corpo frente às modificações do ambiente.

No estudo das emoções na RP, Mandler (1989a) propõe que a maioria dos fatores afetivos surge de respostas emocionais à interrupção dos planos. De acordo com o autor, após um problema ser apresentado, os planos surgem pela ativação de esquemas preexistentes. O esquema produz uma sequência de ações e, se essa sequência antecipadamente às ações não pode ser realizada, surge uma interrupção ou discrepância deixando o indivíduo bloqueado diante da situação pela produção da emoção explicada como a concatenação da avaliação cognitiva e da atividade do SNA.

As variáveis afetivas (crenças, atitudes e emoções) diferem na forma como a cognição está envolvida na “resposta afetiva” do indivíduo, variando em sua intensidade; direção (positiva ou negativa); duração (curta ou longa); nível de consciência e de controle; e estabilidade. Podem surgir a qualquer momento e em qualquer atividade realizada em sala de aula, em particular na RP.

Além das variáveis destacadas acima, a **motivação** consiste em um componente bastante explorado na afetividade. Tradicionalmente diferenciada em intrínseca e extrínseca, os estudos da motivação buscam compreender os pensamentos dos estudantes a cerca de si próprios, seu envolvimento em determinadas tarefas e os motivos que os levam a atingir determinados objetivos acadêmicos. Na **motivação intrínseca**, o comportamento do sujeito é motivado pela atividade em si, pela satisfação ou significado nela inerente. Esse tipo de motivação é mais duradoura e profunda, e no contexto escolar dependerá somente do aluno. Já na **motivação extrínseca**, a atividade é exercida como meio para se alcançar outros objetivos desejáveis ou escapar de indesejáveis, exercida assim pelo seu valor instrumental. Esse tipo de motivação é mais imediata, podendo ser promovida pelo professor, seja tornando significativas as tarefas e atividades para os alunos; diversificando procedimentos ao propor tarefas e atividades; complementando as tarefas com o uso de embelezamentos, de conflito cognitivo, introdução de novidades e utilização de fantasia; reagindo às tarefas cumpridas e avaliadas por meio de *feedback*; entre outros (BZUNECK, 2010).

O interesse em investigar a influência do domínio afetivo nas atividades de RP, se justifica pelo fato de tais atividades serem consideradas fundamentais à aprendizagem de ciências, em especial da física, e compõem grande parte da carga horária das aulas dessa disciplina. Seu papel no processo de escolarização configura-se como um processo intelectual decisivo para a aprendizagem de ciências (CABALLER SENABRE, 1994; VASCONCELOS et al., 2007). Relacionada a essa importância, a tradição de pesquisa em RP nos mostra resultados significativos e bastante explorados no que diz respeito à dimensão cognitiva e metodológica dessas atividades, deixando em aberto o estudo da afetividade.<sup>2</sup> Entretanto, o baixo desempenho dos alunos ainda chama a atenção de pesquisadores e professores (GIL-PÉREZ, MATÍNEZ-TORREGROSA, SENENT PÉREZ, 1988; PEDUZZI, 1997; POZO, CRESPO, 1998). Acreditamos que a dimensão afetiva interfere no processo de ensino e aprendizagem, consequentemente podendo ser motivadora de um baixo e alto desempenho de alunos em atividades de RP. Acreditamos também que com a presente pesquisa possa ser possível apontar elementos que auxiliem um possível controle da geração e transformação de afetos e atitudes em sala de aula.

## Metodologia

A pesquisa desenvolvida pode ser caracterizada como um estudo de caso do tipo etnográfico (ANDRÉ, 2005), pois visa o “estudo da particularidade e da complexidade de um caso

---

<sup>2</sup> Entre os trabalhos que fazem parte dessa tradição em pesquisa podem ser elencados: Gil-Pérez e Martínez-Torregrosa (1983, 1987); Gil-Pérez et al. (1992); Pozo (1998); Santa e Alvermann (1994); Peduzzi e Moreira (1981); Costa e Moreira (1996); Peduzzi (1997).

singular, levando a entender sua atividade dentro de importantes circunstâncias” (STAKE, 1995, p. xi). Nosso interesse em compreender a influência das variáveis afetivas na resolução de problemas em sala de aula, uma instância em particular em sua complexidade e totalidade, e interesse em buscar retratar o dinamismo dessa situação numa forma muito próxima do seu acontecer natural, justifica a utilização dessa metodologia de pesquisa.

Em nosso trabalho temos como objetivo investigar as influências das variáveis afetivas no engajamento e desempenho de estudantes em atividades didáticas de resolução de problemas de física em sala de aula. Acompanhamos 52 aulas de física de uma terceira série do ensino médio durante os primeiros cinco meses letivos do ano de 2011, registrando-as em áudio e vídeo, com o objetivo de analisar as variáveis afetivas manifestadas em sala de aula, em especial, nas sessões de RP.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados nessa investigação, adaptados de outros trabalhos (PERINI et al., 2009; GÓMEZ-CHACÓN, 2003), são caracterizados como:

- Observações participantes: Partem do pressuposto que “o pesquisador sempre tem um grau de interação com a situação estudada, afetando-a e sendo por ela afetado” (ANDRÉ, 1995, p. 28), com as quais temos a intenção de melhor compreender os afetos de cada um dos alunos, do professor, das relações estabelecidas entre eles, bem como as interações sociais estabelecidas em sala de aula. Além do mais, as observações são importantes para orientarem o olhar do pesquisador para os indícios de emoções manifestadas pelos sujeitos nas diferentes atividades realizadas em sala de aula, em especial, nas resoluções de problemas.

- Questionário motivacional: Com o questionário (Anexo I) temos o objetivo de traçar o perfil afetivo-attitudinal dos alunos. Esse instrumento é constituído de questões em torno das variáveis afetivas, tais como: crenças dos estudantes sobre a importância da disciplina de física e das atividades de RP, sobre o papel do professor e sobre si mesmos; atitudes desses alunos nas RP; e ainda, emoções desencadeadas/experimentadas quando estão engajados nesse tipo de atividade.

- Sessões de resolução de problemas áudio e videogravadas com gráficos emocionais: Temos a intenção de caracterizar as variáveis afetivas quanto ao tipo, à localização e à intensidade com que ocorrem. Os alunos são solicitados a resolverem exercícios/problemas a cerca do conteúdo abordado, bem como a comentarem por escrito no formulário de resolução o que sentem, pensam e fazem durante cada passo tomado na resolução utilizando marcadores de humor e palavras-chave. Os marcadores dos estados emocionais (PERINI et al., 2009), consistem em algumas marcações que os alunos fazem junto à resolução do problema para indicar como se sentem durante essa atividade. Por exemplo, se o aluno percebe algum estado negativo, ele pode utilizar os marcadores =( , =/, =O, ={|, =X, e  $\neg$  para designar as expressões tristeza, frustração, assustado, ansiedade, medo e desinteresse, respectivamente; ao perceber algum estado positivo, o aluno pode utilizar outros marcadores como =), =D, 0.0 e =)))) para designar as expressões alegria/felicidade, satisfação, interesse e euforia; ou ainda, o marcador =| para designar a expressão sem alterações/normal. Optamos por utilizar esses marcadores, pois são bastante familiares aos estudantes, que os utilizam constantemente para expressar seus estados emocionais e de humor em redes sociais de relacionamento, salas de bate-papo na *internet*, diários virtuais, correspondências eletrônicas, cartas e bilhetes. Ainda com o intuito de caracterizar as emoções dos estudantes utilizamos um instrumento denominado gráfico emocional (adaptado de Gómez-Chacón (2003, p. 87)). Nesse instrumento os alunos são solicitados a responderem questões referentes às suas reações emocionais manifestadas na atividade, bem como a construir um gráfico que relaciona as suas reações afetivas no decorrer do tempo de resolução. Essas questões relacionam a extensão, a direção, o nível de consciência e de controle das emoções, bem como a origem das mesmas

(dinâmica de interação entre os fatores afetivos e cognitivos). As dimensões de magnitude, direção e consciência são explicitadas pelos traços realizados pelo aluno ao desenhar o gráfico de suas emoções e pelas anotações realizadas sobre as exigências cognitivas necessárias para resolver a atividade proposta. Por fim, esse gráfico proporciona uma análise das variações das emoções experimentadas pelos alunos durante as atividades RP.

Em sala de aula os alunos trabalham em grupos possibilitando a conversação sobre as atividades registradas em áudio e vídeo com uma câmera de vídeo e um gravador de áudio, focados em cada um dos grupos. Além de úteis para evidenciar as variáveis afetivas, as gravações são utilizadas nas entrevistas individuais semi-estruturadas com autoscopia. Nessa investigação realizamos seis sessões de RP utilizando os formulários de resolução com os marcadores de humor e o gráfico emocional, além de inserir o gráfico emocional na avaliação

- Entrevistas individuais semi-estruturadas com autoscopia: As entrevistas com autoscopia são realizadas a fim de aprofundar os comportamentos observados em sala de aula, em especial àqueles em que os alunos manifestarem alguma reação emocional, atitude ou crença sobre os aspectos supracitados. A técnica da autoscopia consiste na confrontação do indivíduo com sua própria imagem, isto é, o sujeito analisando sua própria ação na atividade com o objetivo de refletir sobre ela. Durante a entrevista o aluno tem acesso às gravações das aulas, em especial as que ocorreram durante as sessões de resoluções de problemas, e a partir dessas imagens ele pode refletir sobre sua *performance* individual, inserida no contexto do grupo ao qual pertence (SADALLA, LAROCCA, 2004). Além das imagens, os questionários e os exercícios/problemas resolvidos e comentados também são utilizados e aprofundados nas entrevistas. Os alunos convidados às entrevistas são selecionados de acordo com sua participação e produção nas atividades indicadas anteriormente. Cada aluno participa de duas entrevistas, uma realizada logo após as sessões de RP, e outra após a avaliação referente aos conceitos aos quais as sessões se referiam.

## **Análise dos casos: Sara e Raquel**

Tendo em vista a necessidade de uma análise densa, extensa e profunda do material coletado em nossa investigação, nesse artigo optamos em apresentar a análise em profundidade de dois casos, as alunas Sara e Raquel. Apresentaremos a análise do perfil afetivo-attitudinal das estudantes e de suas produções nas sessões de resoluções de problemas, incluindo os gráficos emocionais provenientes dos instrumentos de coleta de dados utilizados em sala de aula. A análise de todo esse material possibilita a caracterização de elementos significativos sobre as crenças, as atitudes e as emoções das estudantes Sara e Raquel que nos auxiliam a compreender a influência da afetividade nas atividades de RP de física.

### **Perfis afetivo-attitudinal**

Sara e Raquel, alunas da 3ª série do ensino médio, frequentemente estudam e desenvolvem os trabalhos escolares juntas, e estabelecem uma relação de confiança na qual Raquel sempre incentiva e motiva Sara a se engajar e não desistir das tarefas escolares. Em relação às suas crenças motivacionais, Raquel se considera uma boa solucionadora de problemas de física, demonstrando um autoconceito elevado, enquanto Sara não se considera boa solucionadora, revelando um autoconceito baixo na RP.

As duas alunas declaram que seu gosto pela física depende da natureza do conteúdo, da prática pedagógica e didática do professor, além de afirmarem que gostar ou não de física influencia no desempenho durante a RP. Para Sara, “quando gostamos, aprendemos mais rápido” e gostar de física é fator essencial para se engajar nas atividades referentes à disciplina. Sara afirma ainda que a nota ou desempenho na avaliação “depende do estado da

pessoa no dia”, parecendo ter consciência que os estados emocionais também influenciam em seu engajamento e *performance* nessas atividades. Para Raquel, conhecer a utilidade do conteúdo em questão é um elemento motivador para seu engajamento nas resoluções de problemas de física.

Em relação aos objetivos e metas ao estudar física, inicialmente Sara afirmou que seu principal objetivo era “procurar melhorar a própria aprendizagem”, caracterizando assim uma meta intrínseca. Entretanto, em um momento posterior, quando questionada novamente sobre suas metas de estudo, a aluna declarou que estava orientada para a meta de passar no vestibular, caracterizando assim uma meta extrínseca. Temos a impressão de que a mudança na orientação para metas da aluna pode estar relacionada à postura e à fala do professor em sala de aula, que incentiva constantemente os alunos a pensarem e se prepararem para o vestibular. Ao que parece, as atitudes e as crenças do professor exercem influência sobre as metas, motivações, crenças e atitudes dos alunos. Já Raquel declara estar orientada para obter boas notas e melhorar sua aprendizagem, considerando que o sucesso na RP é evidência de sua aprendizagem.

As alunas acreditam que o professor é responsável por explicar leis, conceitos e teorias, por esclarecer dúvidas na RP, bem como estabelecer as relações entre o pensamento matemático e o pensamento físico. Sara considera a prática pedagógica do professor, bem como a *performance* que exhibe em sala de aula, fatores motivadores para estudar física. Raquel acredita que o professor exerce influências na escolha profissional dos alunos, e deposita sobre ele certa responsabilidade em articular os conceitos da disciplina de física com cursos universitários.

Sara e Raquel consideram a RP uma atividade importante na aprendizagem da física. Para Sara, esse tipo de atividade é essencial “pois desenvolve o pensamento lógico e ajuda a fixar o conteúdo”, entretanto, a aluna enfatiza que a repetição de problemas semelhantes acaba se tornando cansativo e desmotivador para estudar física. A aluna relata que uma das motivações para se engajar e procurar um bom desempenho nas atividades de RP está relacionado ao fato de resolvê-los em seu grupo. Sara afirma que se sente inteligente na presença das colegas, e que isso a incentiva a resolver os problemas em busca do sucesso na resolução. Para Raquel, resolver problemas de física é importante, desde que se estabeleçam relações com o cotidiano, pois “há muitas coisas [na RP] que podem ser aplicadas no dia a dia”, e que ao propor os problemas, o professor deveria considerar essas relações.

As alunas relacionam suas experiências positivas ou negativas com a física, de acordo com um bom ou mau desempenho nas avaliações. Raquel evidencia insatisfação com a instabilidade das emoções desencadeadas nas atividades de RP, relatando que gostaria que seus afetos fossem mais estáveis. A aluna reconhece que essas variações estão relacionadas à exigência que ela faz de si mesma, e para ela é fundamental ter sucesso na RP e obter bom desempenho nas avaliações. As alunas parecem ter consciência de suas reações afetivas durante a RP e da formação de atitudes com relação a tais atividades. Sara e Raquel reconhecem a presença de afetos negativos quando fracassam na resolução de um problema por conta de algum bloqueio cognitivo; por outro lado, indicam a presença de afetos positivos com o sucesso da resolução.

### **Sessões de resolução de problemas**

Sara e Raquel frequentemente resolvem os problemas propostos nas sessões juntas. A parceria que estabelecem parece ser motivadora para se engajarem e persistirem na atividade, e acreditamos que esse seja um fator importante para o sucesso da solução praticada. As alunas participaram das seis sessões de RP e duas avaliações referentes aos conteúdos abordados

durante as sessões. Apresentamos a seguir a análise das produções das estudantes, evidenciando as influências que os afetos exercem nas resoluções praticadas.

### Sara

Sara, que não se considera boa solucionadora de problemas de física, solicita explicações às colegas com bastante frequência, relatando não se sentir segura em resolver problemas sozinhas. Abaixo apresentamos alguns extratos de resoluções desenvolvidas pela aluna. Sara utilizou como marcadores =| e =O, que representam os estados **normal/sem alteração** e **assustado**, respectivamente. Em relação ao seu comentário na etapa 1 no formulário de resolução, a aluna afirma que compreendeu o problema somente após receber o auxílio de suas colegas. Na etapa 2, a aluna afirmou sentir-se assustada, pois percebeu que para resolver o problema corretamente teria que acessar informações referentes a conteúdos apreendidos em anos escolares anteriores (conceitos de força peso e Segunda Lei de Newton).

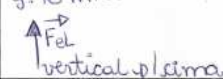
	Marcador	Resolução	Comentários
Etapa 1	=	$m = 1,0g \rightarrow 1,0 \times 10^{-3} \text{Kg}$ $q = 5,0 \text{ nC} \rightarrow 50 \times 10^{-9} \text{C}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ 	Fiquei meio assustada por não entender uma parte do exercício. Mas, depois que
Etapa 2	=O	$F = m \cdot g$ $F = 10 \times 10^{-3} \cdot 10$ $F = 1 \cdot 10^{-2}$ $E = \frac{F}{q} = \frac{1 \times 10^{-2}}{50 \times 10^{-9}}$ $E = 0,2 \times 10^6$ $E = 2 \text{ N/C}$	Compreendi o que solicitava, foi normal.

Figura 1 – Extrato da resolução de Sara para o problema 1 da sessão de resolução de problemas I.

No segundo problema utilizou novamente o marcador =| representando o estado **normal/sem alteração**, e ao final da resolução utilizou o marcador =D que representa o estado de **satisfação**.

	Marcador	Resolução	Comentários
Etapa 1	=	$q = 2C$ $F = 6N$ $q' = 3C$ $F = ?$ $E = \frac{F}{q} \rightarrow \frac{6}{2} = 3$	
Etapa 2	=  =D	$E = \frac{F}{q} \rightarrow E \cdot q = F$ $3 \cdot 3 = 9$ $F = 9N$	

Figura 1 – Extrato da resolução de Sara para o problema 2 da sessão de resolução de problemas I.

O primeiro problema exigia uma interpretação física mais profunda do que o problema 2. Enquanto que no primeiro era solicitado aos alunos que determinassem as características do vetor campo elétrico gerado por uma partícula de carga elétrica  $q$  e massa  $m$ , em equilíbrio estático em um campo gravitacional. No segundo problema, dado o módulo da força elétrica  $F$  que agia sobre uma partícula  $q$  em um dado ponto, solicitava-se o valor do módulo da força elétrica, quando a carga  $q$  é substituída por outra carga  $q'$ . Esse segundo problema poderia ser facilmente resolvido utilizando-se uma relação de proporção direta entre os valores de carga elétrica e força elétrica fornecidos, alcançando o resultado esperado. Entretanto, resolver o problema dessa forma não garantiria uma análise física adequada do problema que torne válida essa proporção, de que o campo elétrico permanece constante, independente do valor da carga elétrica colocada em um determinado ponto desse mesmo campo. Em sala de aula, percebemos que a satisfação de Sara ao resolver o problema 2, parecia estar relacionada à

facilidade da aluna em alcançar o resultado, sem ter que realizar qualquer análise física mais aprofundada.

No primeiro problema, os alunos tinham que lembrar da noção de equilíbrio estático de forma a assumir que a força elétrica que agia sobre a partícula  $q$  tinha o mesmo módulo, mesma direção e sentido contrário à força gravitacional. Os alunos geralmente apresentam bastantes dificuldades em lembrar conceitos estudados em anos escolares anteriores (o conceito de força gravitacional geralmente é estudado na 1ª série do ensino médio) e relacioná-los com os que estão sendo discutidos atualmente em sala de aula. Como assinalado anteriormente, Sara afirmou-se assustada por não entender a condição necessária para que a partícula permanecesse em equilíbrio. Além disso, o primeiro problema exigia que os alunos trabalhassem com muitas casas decimais ou utilizassem notação científica.

Entre os marcadores utilizados por Sara nas resoluções, o que aparece com maior frequência refere-se ao estado **normal/sem alteração**. Quando questionada sobre como se sente durante as resoluções afirma que realmente não tem muitas alterações em seus estados emocionais em situações em que não está sendo avaliada, conforme podemos observar no trecho a seguir.

**Pesquisadora:** Como é que você estava se sentindo?

**Sara:** Sem alteração, sem alteração [apontando para o formulário de resolução] (...) Eu não mudo muito quando eu estou fazendo exercício, só em prova!

**Pesquisadora:** Só em prova?

**Sara:** Dá um nervosismo.

A aluna considera que acontecem alterações relevantes em seus estados emocionais apenas durante as avaliações.

**Pesquisadora:** Como você se sente quando não consegue resolver um exercício, seja na prova ou...

**Sara:** Na prova eu me sinto desesperada.

**Pesquisadora:** Desesperada?

**Sara:** É.

**Pesquisadora:** E durante as aulas? O fato de ter a Raquel do seu lado para poder lhe ajudar, o professor ali para poder lhe ajudar. Você se sente como? Tentasse resolver sozinha e não conseguiu, como é que você se sente?

**Sara:** Ai peço para alguém 'Ah como é que tu fez? Que fórmula tu usou? (...)'

**Pesquisadora:** Mas não é como na prova? (...)

**Sara:** Não, não. É porque na verdade na prova é uma coisa que é tua nota entendeu, e ali não... A não ser que o professor fale 'Tem que entregar', daí eu já me sinto mais preocupada. Mas na prova é um desespero total! Ai eu começo a procurar todas as fórmulas possíveis [risadas].

Em síntese, percebemos que o apoio do grupo às resoluções praticadas por Sara é muito importante na obtenção do sucesso pela aluna nesse tipo de atividade. O relato da aluna parece indicar que a realização das atividades em um grupo a faz sentir bem, favorece seu engajamento e sua aprendizagem. Pelas observações em aula, fica mais perceptível que o incentivo dado pelas colegas, em especial, por Raquel, é essencial para o engajamento de Sara nas resoluções de problemas. Sara afirma se sentir bem quando resolve problemas em grupo,

mas que as situações em que tem que fazê-lo individualmente, como nas avaliações, desencadeiam afetos negativos. Sara diz sentir-se agoniada e angustiada ao resolver exercícios nos momentos de avaliação, por não poder comparar seus exercícios e as respostas com os colegas. Para ela, compartilhar as resoluções, em especial comparar as respostas, é confortável e lhe dá a sensação de segurança.

**Pesquisadora:** Como é que você se sente resolvendo exercícios na prova?

**Sara:** Eu me sinto agoniada. Porque assim, quando tu tá fazendo em sala ou em casa tu consegue comparar tuas respostas, tu sabes se tu acertou ou não, e a prova é uma coisa ali. Primeiro que tu tá testando teu conhecimento, e segundo que tu não tens como tu comparar com ninguém para saber assim ‘ai eu acertei’. Tu só vai saber daqui a uma semana, duas. Então é uma coisa angustiante.

Durante a avaliação, as emoções de Sara são estáveis, porém negativas conforme pode ser observado no gráfico emocional abaixo construído pela aluna.

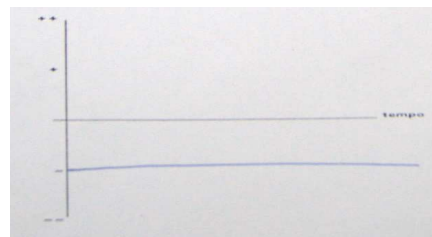


Figura 3 – Gráfico emocional construído por Sara para suas reações emocionais durante a avaliação.

Antes de iniciar a atividade se encontrava em um estado negativo, preocupada, ansiosa e com medo de um possível mau desempenho na avaliação por conta da importância da avaliação. No gráfico emocional, assinalou seus afetos no eixo negativo do gráfico, mantendo-o constante até a entrega da prova. Quanto à RP na avaliação, a aluna relata que:

**Sara:** A prova é muito pior.

**Pesquisadora:** Porque que você acha que...

**Sara:** É porque na sala a gente tá ali fazendo exercício e a gente pode olhar o caderno, pode pedir ajuda não sei o quê, e tipo quando tu pedes ajuda, é mais fácil. O professor... ele te dá uma ajuda maior, e na hora da prova ele não pode falar muita coisa, e aí, eu estudei, só que eu não estudei muito, aí eu não... Eu já não cheguei na aula feliz [apontando para o gráfico emocional da avaliação], quando eu terminei a prova...

**Pesquisadora:** Estava igual, mas estava triste ainda...

**Sara:** É...

Sara afirmou que ver os colegas comparando as respostas e resoluções, após a atividade avaliativa, desencadeia sentimentos mais negativos do que durante a atividade propriamente dita. Sara diz que suas resoluções geralmente não conferem com as dos colegas:

**Pesquisadora:** E depois da prova você não se sente aliviada?

**Sara:** É porque assim: até eu sair da sala (...) quando eu termino a prova, eu me sinto normal assim, igual [à como estava dentro da sala]. Quando eu saio da sala é que complica porque daí o pessoal começa a falar ‘Ahh, a tua dois deu isso? A tua três deu aquilo?’ Ai eu vejo que nada bate...

Quando retorna à sala de aula, após a avaliação, diz não sentir mais as emoções que experimentou durante a avaliação e a comparação com os colegas, mas que volta a experimentar emoções/sentimentos negativos quando o resultado é divulgado.

### Raquel

Raquel, que se considera boa solucionadora de problemas de física, resolve problemas com outras três colegas, entre elas Sara, auxiliando-as e incentivando-as nas atividades em sala de aula. Na segunda sessão de resolução, apresentada na figura a seguir, Raquel utilizou como marcadores para o primeiro problema =, ∩ e ∩ que representam os estados emocionais de **ansiedade**, **desinteresse** e **desinteresse**.

Nessa sessão de resolução, Raquel envolveu-se apenas no primeiro problema, apresentado na figura acima. Essencialmente, esse problema exigia a manipulação e coleta de informações a partir do gráfico **E x d**, para que fosse possível calcular o valor da carga elétrica **q** responsável por gerar o campo elétrico **E**, e o valor do campo **E** em um ponto **P** distante de **0,6m** da carga **q**.

Marcadores de humor	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
=	a) $E = \frac{kQ}{d^2}$ $5,4 \times 10^6 = \frac{9,0 \times 10^9 \cdot Q}{(0,4)^2}$ $5,4 \times 10^6 \cdot 16 = 9 \times 10^9 \cdot Q$ $8,64 \times 10^7 = 9 \times 10^9 Q$ $Q = \frac{8,64 \times 10^7}{9 \times 10^9} = \frac{0,6 \times 10^8}{9 \times 10^9} = \frac{0,6 \times 10^{-1}}{9} = \frac{0,06}{9} = 0,0067 \text{ C}$	
∩	b) $E = \frac{kQ}{d^2}$ $5,4 \times 10^6 = \frac{9 \times 10^9 \cdot 6,0 \times 10^{-6}}{(0,6)^2}$	

Figura 6 – Extrato da resolução de Raquel para o problema 1 da sessão de resolução de problemas II.

A aluna justificou seus estados emocionais de *ansiedade* e *desinteresse* pela presença do gráfico no problema. Raquel declara não gostar de gráficos, e recorda que essa atitude reflete sua experiência com a matemática na 7ª série:

**Pesquisadora:** Você estava ansiosa e depois desinteressada.

**Raquel:** Ah, é que eu não gostei da questão, eu não sei, eu odeio gráfico.

**Pesquisadora:** Tu odeias gráfico?

**Raquel:** Aham. Eu não sei por que, acho que na 7ª série, 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.

No gráfico emocional construído por Raquel para essa sessão de resolução apresentado na figura abaixo, a aluna representou suas emoções inicialmente em um estado neutro declinando para estados negativos. De acordo com o relato da aluna, a declinação pode estar relacionada à presença do gráfico no problema que tentou resolver.



Figura 7 – Gráfico emocional construído por Raquel para suas reações emocionais durante a sessão de resolução de problemas II.

A aluna afirma que nas aulas de física suas emoções geralmente são negativas, justificando que, apesar de gostar do conteúdo, alega não gostar da dinâmica proposta pelo professor em sala de aula, em que apresenta as definições, conceitos e teorias, seguidos de exercícios de aplicação:

**Pesquisadora:** (...) Então, nessa aula teu gráfico emocional começou no normal e foi para o negativo?

**Raquel:** Eu comecei normal dai, na aula de física geralmente desce. Eu não gosto muito de aula de física. Eu gosto do conteúdo, mas eu não gosto da aula sabe geralmente. É que é muito o professor vai lá passa a matéria e “agora vamos fazer exercício”, é sempre a mesma coisa.

Raquel afirma sentir-se tensa e em pânico ao resolver exercícios nos momentos de avaliação, e segundo ela seus afetos negativos estão geralmente associados ao “medo de esquecer tudo” e a insegurança “quanto aos conhecimentos teóricos”. Sua preocupação com as questões teóricas cobradas pelo professor na avaliação pode ser observada no gráfico emocional, na figura abaixo, construído durante uma avaliação. Após concluir a atividade, Raquel afirmou que estava se sentindo “razoavelmente bem, acho que poderia me sentir melhor”. Sua justificativa estava relacionada às questões teóricas, pois acreditava não ter respondido adequadamente à essas questões.

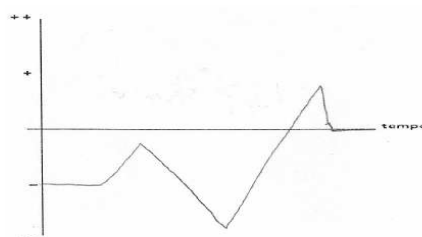


Figura 3 – Gráfico emocional construído por Raquel para suas reações emocionais durante a avaliação.

As primeiras três questões da avaliação consistiam na RP dissertativas e as outras quatro consistiam na RP numéricos, todas envolvendo os conceitos de carga elétrica, campo elétrico e diferença de potencial. Raquel iniciou a resolução dessa atividade pelas questões dissertativas, e em seguida resolveu os problemas numéricos. Podemos observar do gráfico emocional de Raquel que, por quase toda a resolução a aluna permaneceu no eixo negativo, em especial, durante a resolução dos problemas dissertativos, e que ao final da resolução dos problemas numéricos, seus estados emocionais foram em direção ao eixo positivo do gráfico.

## Considerações Finais

As análises apresentadas evidenciam a presença de emoções negativas e positivas durante as atividades de RP, fortemente ligadas à obstrução ou ao incentivo do processo resolutivo. As alunas reconhecem a presença de afetos negativos com o fracasso da resolução de um problema por conta de algum bloqueio cognitivo, e indicam também a presença de afetos positivos com o sucesso da resolução.

O autoconceito baixo de Sara desencadeia afetos negativos na aluna em situações de avaliação por se sentir insegura em resolver problemas sozinha. Problemas que exigem uma análise física mais profunda desencadeiam emoções negativas, enquanto que problemas mais simples a deixam satisfeita, pela facilidade em alcançar o resultado. Percebemos que os afetos negativos de Sara geralmente surgem em momentos importantes das aulas de física, e

valorizados pelo professor: na resolução de problemas que envolvem uma análise física mais aprofundada, em que é necessário utilizar conhecimentos aprendidos em níveis anteriores de estudo, sem os quais a resolução não poderia ser finalizada; e nos momentos em que a aluna resolve problemas sozinha, e que sente estar colocando seus conhecimentos à prova, assim como nas atividades avaliativas.

O autoconceito elevado de Raquel faz com que a aluna se sinta segura para resolver os problemas de física, e para auxiliar e incentivar seus colegas a fazê-los também. Apesar de se considerar boa solucionadora, Raquel também evidencia a presença de afetos negativos relacionados aos problemas que apresentam alguma representação gráfica, indispensável à resolução, ou então aos problemas dissertativos frequentemente propostos pelo professor nas avaliações. Na situação apresentada, os afetos negativos desencadeados por conta de um gráfico bloquearam a aluna durante a resolução, levando ao abandono de todos os problemas que se seguiram. Já na avaliação, as questões dissertativas foram responsáveis por manter os estados emocionais de Raquel no eixo negativo por quase toda a avaliação. Raquel evidencia insatisfação com a instabilidade das emoções desencadeadas nas atividades de RP, relatando que gostaria que seus afetos fossem mais estáveis. A aluna reconhece que essas variações estão relacionadas à exigência que ela faz de si mesma, acredita ser fundamental ter sucesso na RP e obter bom desempenho nas avaliações e acredita que a estabilidade e gerenciamento de seus afetos proporcionaria a alcançar seus objetivos.

Em geral, atividades que exigem do estudante algum processo cognitivo mais elaborado, em seja necessário o estabelecimento de relações entre tópicos estudados em níveis de estudo anteriores, ou alguma análise física mais aprofundada, geralmente desencadeiam afetos negativos nos alunos pela insegurança na realização de suas resoluções. Não estamos sugerindo qualquer preferência por problemas simples, mas sim, que a presença de problemas de difícil resolução para os alunos (bons ou maus solucionadores) podem desencadear afetos negativos pela dificuldade inerente no problema. Após se depararem com sucessivos fracassos na resolução, os alunos podem associar suas experiências ao repúdio à natureza do conteúdo abordado ou do tipo de problema proposto.

Os casos apresentados nos fornecem indicativos fortes da presença e da importância dos afetos no ensino e na aprendizagem de física. A partir da investigação realizada em sala de aula, em que nos preocupamos com a interação cognição-afeto dos alunos nas resoluções praticadas, percebemos que o envolvimento, engajamento e desempenho dos estudantes estão fortemente relacionados à presença das reações emocionais durante as aulas de física.

## Referências

ALSOP, S.; WATTS, M. Facts and feelings: exploring the affective domain in the learning of physics. **Physics Education**, v. 35, n. 2, 2000. p. 132-138.

ANDRÉ, M. E. D. A. **Estudo de caso em Pesquisa e Avaliação Educacional**. Série Pesquisa, Brasília: Liber Livro Editora, 2005.

BZUNECK, J. A. Como motivar os alunos: sugestões práticas. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J.; GUIMARÃES, S. É. R. **Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo**. Petrópolis: Vozes, 2010. p. 13-42.

CABALLER SENABRE, M. J. Resolución de Problemas y Aprendizaje de la Geología. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, Espanha, v.2, n.2-3, p.393-397, 1994.

GIL-PÉREZ, D.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; SENENT PÉREZ, F. El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: UAB/UV, v. 6 n. 2, 1988. p. 131-146.

GÓMEZ-CHACÓN, I. M. **Matemática emocional: os afetos na aprendizagem matemática**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

HART, L. Describing the affective domain: saying what we mean. In: MCLEOD, D. B.; ADAMS, V. M. (Eds). **Affect and mathematical problem solving: A new perspective**. Nova York: Springer-Verlag, 1989a. p. 37-45.

MANDLER, G. Affect and Learning: Causes and Consequences of Emotional Interactions. In: MCLEOD, D. B.; ADAMS, V. M. (Eds). **Affect and mathematical problem solving: A new perspective**. Nova York: Springer-Verlag, 1989a. p. 3-19.

MCLEOD, D. B. The role of affect in mathematical problem solving. In: MCLEOD, D. B.; ADAMS, V. M. (Eds). **Affect and mathematical problem solving: A new perspective**. Nova York: Springer-Verlag, 1989a. p. 20-36.

MCLEOD, D. B. Beliefs, attitudes, and emotion: new view of affect in mathematics education. In: MCLEOD, D. B.; ADAMS, V. M. (Eds). **Affect and mathematical problem solving: A new perspective**. Nova York: Springer-Verlag, 1989b. p. 245-258.

MCLEOD, D. B. Research on affect in mathematics education: a reconceptualization. In: GROWS, D. A. (ed.) **Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning**. Nova York: Macmillan, NCTM, 1992. p. 575-596.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a resolução de problemas no ensino da física. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis: UFSC, v. 14, n. 3, p. 229-253, 1997.

PERINI, L.; FERREIRA, G. K.; CUSTÓDIO, J. F.; CLEMENT, L. Um estudo exploratório sobre a influência de variáveis afetivas em atividades de resolução de problemas de Física. **Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, 2009.

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**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

PINTRICH, P. R.; MARX, R. W.; 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**, v. 63, 1993. p. 167-200.

POZO, J. I.; CRESPO, G. M. A. **Aprender y Enseñar Ciencia**. Editora Morata, Madrid/ESP, 1998.

SADALLA, A. M. F. A.; LAROCCA, P. Autoscopia: um procedimento de pesquisa e de formação. **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 3, 2004. p. 419-433.

SANTOS, F. M. T. Afeto, emoção e motivação: uma nova agenda para a pesquisa em ensino de ciências. In: **I Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

SANTOS, F. M. T.; MORTIMER, E. F. How emotions shape the relationship between a chemistry teacher and her high school students. **International Journal of Science Education**, vol.25, n.9, 2003. p. 1095-1110.

STAKE, E. E. **The Art of Case Study Research**. SAGE Publications, 1995.

VASCONCELOS, C.; LOPES, B.; COSTA, N.; MARQUES, L.; CARRASQUINHO, S. Estado da arte na resolução de problemas em Educação em Ciência. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 6, n. 2, 2007. p. 235-245.

VILLANI, A.; CABRAL, T. C. B. Mudança conceitual, subjetividade e psicanálise. **Investigações em Ensino de Ciências**, 2 (1), 1997.

## **Anexo I – 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.