

Gabriela Kaiana Ferreira

**INVESTIGANDO A INFLUÊNCIA DO DOMÍNIO AFETIVO EM
ATIVIDADES DIDÁTICAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS
DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Educação Científica e Tecnológica

Orientador: Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho.

Florianópolis
2012

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

F3831 Ferreira, Gabriela Kaiana

Investigando a influência do domínio afetivo em atividades didáticas de resolução de problemas de física no ensino médio [dissertação] / Gabriela Kaiana Ferreira ; orientador, José Francisco Custódio Filho. - Florianópolis, SC, 2012.

291 p.: il., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica.

Inclui referências

1. Educação científica e tecnológica. 2. Cognição - Afeto (Psicologia). 3. Ciência - Estudo e ensino. I. Custódio Filho, José Francisco. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. III. Título.

CDU 37



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA

"Investigando a influência do domínio afetivo em atividades didáticas de resolução de problemas de Física no ensino médio".

Dissertação submetida ao Colegiado do Curso de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica em cumprimento parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação Científica e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 09/03/2012

Dr. José Francisco Custódio Filho (CFM/UFSC - Orientador)

Dr. Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira (FE/USP - Examinador)

Dr. José de Pinho Alves Filho (CFM/UFSC – Examinador)

Dr. Frederico Firmo de Souza Cruz (CFM/UFSC – Suplente)

José Francisco Custódio Filho
Maurício P. Pinto de Oliveira
José de Pinho Alves Filho
Frederico Firmo de Souza Cruz

Dr. José de Pinho Alves Filho
Coordenador do PPGECT

Gabriela Kaiana Ferreira

Florianópolis, Santa Catarina, março de 2012.

AGRADECIMENTOS

O momento tão esperado chega trazendo junto os afetos de uma vida e a vontade de agradecer infinitamente todos que se fizeram presentes até aqui.

Primeiramente, meus eternos agradecimentos ao meu pai e a minha mãe que, por acreditarem nos meus sonhos, sempre me incentivaram a lutar pelos meus ideais. Pelo esforço diário dos dois que desde as épocas mais difíceis sempre encontravam tempo para me ensinar sobre amor, carinho, respeito e valores. Jorge que na sua paciência e curiosidade saudavelmente projetou em mim, e em meu irmão, a realização de sonhos também seus. Dizem que não podemos viver os sonhos dos outros, mas podemos sonhar com os outros, e assim vejo meu pai: um homem cujos sonhos me afetam e me fazem querer alcançá-los. Valdete que com sua força e inquietude com o incorreto, me ensinou a transformar sempre. Com ela aprendi a alcançar o que quero, sem nunca deixar de observar o outro e cuidar de quem quero bem. Nesses 24 anos, os ensinamentos que recebi de ambos sempre foram complementares, me impulsionando a sonhar e a realizar. Pai e mãe, obrigada por tudo.

Meus agradecimentos fraternos ao meu irmão Vinicius e minha irmã Luana pelo carinho e companheirismo. Ao Vinicius por me ensinar que somos perante o outro e que nos construímos diante de contradições. Pela sua incansável busca pelo desconhecido e pela sua determinação em alcançar seus objetivos. Com ele dividi 16 meses de inquietudes e realizações, roupas sujas e copos quebrados, e nesses últimos dois anos nossos laços se estreitaram. Hoje cada um carrega um lado do laço, quanto mais longe um do outro, mais o laço estica, mais o nó aperta, mais a saudade cresce. *Tu me manques tous les jours, Vinicius!* À Luana por me trazer lembranças de minha adolescência, e por me mostrar que há formas e formas de lidar com as inquietações da juventude. Seu sorriso e seu chamego me aconchegam há anos, desde os dias em que eu cuidava dela até hoje quando é ela quem muitas vezes cuida de mim.

Meus agradecimentos carinhosos ao meu companheiro Pedro Luiz por colorir minha vida todos os dias. Pelos momentos azuis, vermelhos e verdes, de tranquilidade, angústias e esperanças. Seu senso de justiça e honestidade e a dedicação à família são singulares e me inspiram a continuar construindo nosso mundo juntos. Meus agradecimentos à Maria Elisa e Luiz Carlos que sempre me receberam de braços abertos me fazendo parte da família.

Meus agradecimentos sinceros ao meu orientador José Francisco Custódio que tem sido muito mais que um orientador. O início de nossa relação, não muito pacífico, marcado por uma reprovação na disciplina de Física A na graduação em Licenciatura em Física no ano de 2006, me fizeram sentir e pensar sobre ansiedade, medo e frustração. Em cada semestre seguinte nos encontrávamos em uma nova disciplina: práticas de ensino, instrumentações e estágios. Ao todo foram cinco semestres em que teria que superar os afetos negativos do passado e completar com excelência cada tarefa dada por um professor rigoroso e criterioso. Em 2008, quando dava meus primeiros passos na iniciação científica, os últimos temores que ainda restavam começaram a se dissipar graças a uma história contada por ele sobre o medo de figuras folclóricas. Foi nesse contexto que comecei a refletir sobre tudo que havia passado até então e que iniciei a exploração do mundo dos afetos no ensino de física e sua interação com a cognição. Nesses dois anos de mestrado as orientações recebidas têm sido bastante terapêuticas amenizando essa dor que a dissertação faz a gente sentir. Custódio, que há tempos aprendeu a lidar com meus dramas, com apenas algumas palavras renova meu ‘espírito acadêmico’, me mostrando que a solução não é tão complicada quanto parece.

Meus agradecimentos aos amigos mestrados do PPGECT que deixam a saudade de um abraço coletivo de 2010, guardado na memória. Compartilhar essa experiência com todos vocês foi inexplicável e desse abraço pude extrair energia o suficiente para encarar o ano de 2011. Agradecimentos especiais aos PPGECTianos mais presentes nessa curta trajetória. Anaximandro e Francisco pelas histórias e risadas. Grazi, Ketlin e Marilisa pelo companheirismo. Karlinne pelo companheirismo, em especial por compartilhar os últimos seis meses mais intensos de leituras, análises e escritas. Bruno e Rogério por trazerem paz e serenidade para nossas conversas. Elizandro por despertar em mim algo como uma mistura de curiosidade e admiração pelo novo, pelo não lido, pelo não visto. Luiz Clement pelos ensinamentos essenciais ao meu crescimento e amadurecimento enquanto professora e pesquisadora. Aos professores PPGECTianos, em especial José de Pinho Alves Filho, Vivian Leyser da Rosa, Sônia Maria e Frederico Firmo de Souza Cruz, pelos momentos intensos de discussão e aprendizado nas disciplinas.

Meus agradecimentos a Sara, Raquel, Daniel, Marcos, Mateus, aos demais alunos e ao professor da disciplina de Física da escola em que a pesquisa foi desenvolvida pela participação e dedicação na construção e efetivação desse trabalho.

Meus humildes agradecimentos ao povo brasileiro.

“- (...) *Que quer dizer cativar?*
- *É uma coisa muito esquecida, disse a raposa.*
Significa criar laços...”
(Diálogo entre o príncipe e a raposa,
O pequeno príncipe, Antoine de Saint-Exupéry)

RESUMO

Neste trabalho temos como objetivo contribuir com o aprofundamento da discussão sobre a interação entre os domínios cognitivos e afetivos e implicações dessa relação no ensino e na aprendizagem de ciências, em especial, nas atividades didáticas de resolução de problemas. Partimos do pressuposto que elementos da afetividade, como crenças, atitudes, emoções, valores, interesses e motivações, influenciam os processos cognitivos desenvolvidos pelos estudantes quando engajados na resolução de problemas. Essa influência pode ocorrer no sentido de bloquear os estudantes no desenvolvimento de um plano de ação enquanto resolvem um problema, desencadeando na maioria das vezes afetos negativos; ou então, no sentido de motivá-los a se envolverem na tarefa com um interesse intrínseco por conta de elementos presentes nesse problema, podendo desencadear afetos positivos. Os afetos influenciam fortemente a postura do indivíduo frente a resolução de um problema, seu nível de envolvimento e interesse e seu desempenho. Nosso intuito está em evidenciar essa influência e a maneira como os estudantes lidam com determinados elementos da resolução de problemas. Para tanto, desenvolvemos uma investigação com alunos de física da 3ª série do ensino médio, em contexto de sala de aula, em que pretendíamos evidenciar a interação supracitada. Os alunos responderam questionários motivacionais, participaram de sessões de resolução de problemas e de avaliações. Nas sessões os alunos eram solicitados a utilizarem os marcadores emocionais para representarem suas emoções ao longo da atividade, a comentarem por escrito tudo o que sentiam e pensavam durante a resolução e a construir gráficos emocionais para cada atividade. Nas avaliações também eram solicitados a construir os gráficos emocionais de suas emoções. Para fins de análise, selecionamos cinco alunos em quem focamos nosso estudo: Sara, Raquel, Daniel, Marcos e Mateus. Esses alunos também tiveram suas resoluções áudio e videogravadas e participaram de entrevistas em que eram confrontados com suas produções e gravações. De nossa investigação concluímos que: (i) as crenças dos alunos são determinantes na avaliação das emoções experimentadas, em especial as crenças de autoeficácia jogam papel essencial no direcionamento dessas emoções e na formação de atitudes; (ii) as crenças de autoeficácia tem forte impacto sobre o desempenho dos alunos; (iii) o papel do professor na criação de um ambiente motivador para o desenvolvimento das atividades escolares é essencial no direcionamento dos afetos dos alunos e em seu desempenho

escolar devido às inúmeras formas com que o professor pode motivar os alunos extrinsecamente; (iv) atividades mais contextualizadas propiciam o estabelecimento de relações mais significativas com o cotidiano dos alunos, que por sua vez, mobilizam atitudes mais favoráveis e atingem desempenhos mais desejáveis.

Palavras-chave: Interação cognição-afeto. Resolução de problemas. Ensino de Ciências.

ABSTRACT

In this work we aim to contribute to the further discussion about the interaction between cognitive and affective domains and implications of this relation in science teaching and learning, especially in the problem solving activities. We assume that affectivity elements, like beliefs, attitudes, emotions, values, interests and motivations, influences the cognitive processes developed by students when engaged in the problem solving. This influence can occurs in order to block the students in developing an action plan while they solve a problem, provoking mostly negative affects; or in order to motivate them to engage in the task with a intrinsic interest because of elements presents in this problem, can to provoke positive affects. The affects strongly influence the individuals' position in the problem solving, their engagement and interest level and their performance. Our aim is to show this influence and the way how students deal with certain elements of problem solving. For this, we develop a research with physics students in the 3rd grade of secondary education in the context of the classroom, where we wanted to highlight the interaction described above. Students answered motivational questionnaires, participated in problem solving sessions and evaluations. In the sessions the students were asked to use the emotional markers to represent their emotions over the activity, to comment in writing everything that felt and thought during the resolution and to build emotional graphics for each activity. In the evaluations were also asked to build graphs of your emotional states. For analysis purposes, we selected five students whom we focused our study: Sara, Raquel, Daniel, Marcos and Mateus. These students also had their resolutions audio and video recorded and participated in interviews when they were confronted with their productions and recordings. In our investigation we conclude that: (i) students' beliefs are important in the evaluation of emotions experienced, especially self-efficacy beliefs play a key role in directing of these emotions and attitude formation, (ii) self-efficacy beliefs have a strong impact on student performance, (iii) the teacher's role in creating a motivating environment for the development of school activities is essential in directing the students affects and their school performance due to numerous ways in which the teacher can motivate students extrinsically, (iv) activities more contextualized favor the establishment of more meaningful relations with the students daily lives, which in turn, mobilize more favorable attitudes and achieve more desirable performance.

Keywords: Cognition-Affect Interaction. Problem Solving.
Science Education.

LISTA DE ANEXOS

Anexo A – Questionário motivacional	274
Anexo B – Instruções para a sessão de resolução de problemas	277
Anexo C – Formulário de resolução de problemas I	278
Anexo D – Formulário de resolução de problemas II	279
Anexo E – Formulário de resolução de problemas III	281
Anexo F – Formulário de resolução de problemas IV	284
Anexo G – Formulário de resolução de problemas V	286
Anexo H – Formulário de resolução de problemas VI	288
Anexo I – Gráfico emocional	290
Anexo J – Gráfico emocional da avaliação	291
Anexo L – Termo de consentimento livre e esclarecido	293

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Representação do modelo de Mandler para o surgimento da emoção	51
Figura 02 – Representação do surgimento da emoção na resolução de problemas	52
Figura 03 – Modelo tetraédrico que descreve o domínio afetivo segundo DeBellis e Goldin (2006)	63
Figura 04 – Modelo geral da motivação e da aprendizagem autorregulada proposto por Zusho, Pintrich e Coppola (2003)	65
Figura 05 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 1, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).	103
Figura 06 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 2, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).	104
Figura 07 – Extrato da atividade didática de resolução de problema II – problema 1, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).	106
Figura 08 – Extrato da atividade didática de resolução de problema II – problema 2, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).	106
Figura 09 – Extrato da atividade didática de resolução de problema III – problema 1, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).	107
Figura 10 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema iv, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).	109
Figura 11 – Extrato da atividade didática de resolução de problema IV – problema 1, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).	110
Figura 12 – Extrato da atividade didática de resolução de problema IV – problema 2, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).	111
Figura 13 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema V realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).	112
Figura 14 – Extrato da atividade didática de resolução de problema v, itens a, b e c, realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).	113

Figura 15 – Extrato da atividade didática de resolução de problema v, itens d e e, realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).	114
Figura 16 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema VI realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).	115
Figura 17 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 1, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).	116
Figura 18 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 2, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).	117
Figura 19 – Gráfico emocional construído por Sara para suas reações emocionais durante a avaliação S(32,33).	119
Figura 20 – Gráfico emocional construído por Sara para suas reações emocionais durante a avaliação S(51,52).	120
Figura 21 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 1, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).	126
Figura 22 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 2, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).	127
Figura 23 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema ii, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).	128
Figura 24 – Extrato da atividade didática de resolução de problema II – problema 1, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).	129
Figura 25 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema iii, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).	131
Figura 26 – Extrato da atividade didática de resolução de problema III – problema 1, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).	132
Figura 27 – Extrato da atividade didática de resolução de problema III – problema 2, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).	133
Figura 28 – Extrato da atividade didática de resolução de problema III – problema 3, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).	134

Figura 29 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema iv, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).	135
Figura 30 – Extrato da atividade didática de resolução de problema IV – problema 1, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).	136
Figura 31 – Extrato da atividade didática de resolução de problema IV – problema 2, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).	137
Figura 32 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema V realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).	138
Figura 33 – Extrato da atividade didática de resolução de problema v, itens a, b e c, realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).	140
Figura 34 – Extrato da atividade didática de resolução de problema v, itens d e e, realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).	141
Figura 35 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema VI realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).	142
Figura 36 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 1, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).	143
Figura 37 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 2, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).	145
Figura 38 – Gráfico emocional construído por Raquel para suas reações emocionais durante a avaliação S(32,33).	146
Figura 39 – Gráfico emocional construído por Raquel para suas reações emocionais durante a avaliação S(51,52).	147
Figura 40 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 1, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).	153
Figura 41 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 2, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).	154
Figura 42 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema ii, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).	155

Figura 43 – Extrato da atividade didática de resolução de problema II – problema 1, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).	156
Figura 44 – Extrato da atividade didática de resolução de problema II – problema 2, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).	157
Figura 45 – Extrato da atividade didática de resolução de problema II – problema 3, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).	158
Figura 46 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema iii, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).	159
Figura 47 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema IV realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).	160
Figura 48 – Extrato da atividade didática de resolução de problema IV – problema 1, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).	161
Figura 49 – Extrato da atividade didática de resolução de problema IV – problema 2, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).	162
Figura 50 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema V realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).	163
Figura 51 – Extrato da atividade didática de resolução de problema V realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V): (a) itens a e b; (b) itens c, d, e e.	164
Figura 52 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema VI realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).	166
Figura 53 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 2, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).	167
Figura 54 – Gráfico emocional construído por Daniel para suas reações emocionais durante a avaliação S(32,33).	170
Figura 55 – Gráfico emocional construído por Daniel para suas reações emocionais durante a avaliação S(51,52).	171
Figura 56 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 1, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).	178

Figura 57 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 2, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).	178
Figura 58 – Extrato da atividade didática de resolução de problema II – problema 1, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).	179
Figura 59 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema iii, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).	180
Figura 60 – Extrato da atividade didática de resolução de problema III – problema 1, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).	181
Figura 61 – Extrato da atividade didática de resolução de problema III – problema 2, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).	182
Figura 62 – Extrato da atividade didática de resolução de problema III – problema 3, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).	182
Figura 63 – Extratos das atividades didáticas de resolução de problema iv, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV): (a) problema 1 e (b) problema 2.	184
Figura 64 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema V realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).	185
Figura 65 – Extratos da atividade didática de resolução de problema V realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V): (a) itens a, b e c; (b) itens d e e.	188
Figura 66 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema VI realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).	190
Figura 67 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 1, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).	191
Figura 68 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 2, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).	192
Figura 69 – Gráfico emocional construído por Daniel para suas reações emocionais durante a avaliação S(32,33).	194
Figura 70 – Gráfico emocional construído por Daniel para suas reações emocionais durante a avaliação S(51,52).	195

Figura 71 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 1, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).	199
Figura 72 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 2, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).	199
Figura 73 – Extrato da atividade didática de resolução de problema II – problema 1, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).	200
Figura 74 – Extratos das atividades didáticas de resolução de problema III – problema 1, realizadas nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).	201
Figura 75 – Extratos das atividades didáticas de resolução de problema III – (a) problema 2 e (b) problema 3, realizadas nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).	202
Figura 76 – Extrato da atividade didática de resolução de problema IV – problema 1, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).	203
Figura 77 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema V realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).	204
Figura 78 – Extrato da atividade didática de resolução de problema V realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).	205
Figura 79 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema VI realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).	206
Figura 80 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 1, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).	207
Figura 81 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 2, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).	208
Figura 82 – Gráfico emocional construído por Mateus para suas reações emocionais durante a avaliação S(32,33).	210
Figura 83 – Gráfico emocional construído por Mateus para suas reações emocionais durante a avaliação S(51,52).	211

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Atribuições causais e reações afetivas diante do sucesso e do fracasso escolar.	61
Quadro 02 – Questionário motivacional	86
Quadro 03 – Marcadores emocionais.	88
Quadro 04 – Gráfico emocional.	90
Quadro 05 – Codificação das aulas de física acompanhadas na investigação	94

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	25
1. O DOMÍNIO AFETIVO E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	33
1.1. Discussão sobre a dicotomia entre razão e afetividade	33
1.2. Domínio afetivo nas pesquisas em educação científica	37
1.3. Descritores básicos do domínio afetivo	41
1.3.1. <i>Crenças</i>	43
1.3.2. <i>Atitudes</i>	48
1.3.3. <i>Emoções</i>	49
1.3.3.1. <i>Uma concepção cognitivista das emoções</i>	50
1.4. Outros elementos do domínio afetivo	53
1.4.1. <i>Meta-afeto</i>	54
1.4.2. <i>Motivação</i>	56
1.4.2.1. <i>Orientação para metas</i>	57
1.4.2.2. <i>Atribuição causal</i>	59
1.5. Uma visão integrada dos descritores do domínio afetivo	62
2. O domínio afetivo no âmbito da investigação sobre a resolução de problemas na educação científica e matemática	67
2.1. Revisões sobre resolução de problemas e afetividade	70
2.2. Uma luz metodológica à nossa investigação	81
3. Aspectos metodológicos da pesquisa em sala de aula	83
3.1. Caracterizando a pesquisa	83
3.1.1. <i>Observações participantes</i>	85
3.1.2. <i>Questionários</i>	85
3.1.3. <i>Sessões de resolução de problemas</i>	87
3.1.4. <i>Gráfico emocional</i>	89
3.1.5. <i>Entrevistas</i>	90
3.2. Caracterizando o campo de investigação	91
3.2.1. <i>Amostra</i>	92
3.2.2. <i>Procedimentos</i>	93
4. Resultados afetivos e suas implicações	97
4.1. Caso Sara	98
4.2. Caso Raquel	121
4.3. Caso Daniel	148
4.4. Caso Marcos	171
4.5. Caso Mateus	195

5. Discussão dos casos	213
5.1. Marcadores dos estados emocionais na resolução de problemas	213
5.1.1. <i>Caso Sara</i>	214
5.1.2. <i>Caso Raquel</i>	215
5.1.3. <i>Caso Daniel</i>	217
5.1.4. <i>Caso Marcos</i>	219
5.1.5. <i>Caso Mateus</i>	220
5.2. Aproximações e comparações entre os perfis e episódios afetivos.	222
5.2.1. <i>Crenças de autoeficácia, interesse pela física e emoções</i>	222
5.2.2. <i>As representações simbólicas e os afetos</i>	225
5.2.3. <i>Avaliação</i>	226
5.2.4. <i>Meta-afeto</i>	228
Considerações Finais	231
Referências Bibliográficas	237
Apêndice	253
Anexos	271

INTRODUÇÃO

Pensar e sentir são ações indissociáveis. Em alguma medida nossos atos sempre são balizados pela cognição e pela afetividade. Ao tomar decisões importantes em nossa vida, por exemplo, levamos em consideração as consequências de cada escolha, avaliando a situação em seu aspecto global, sendo difícil agirmos apenas racional ou emocionalmente. Entretanto, a visão ocidental moderna da relação que se estabelece entre razão e emoção é constituída por um dualismo fundamental, a oposição entre mente, à qual se associa a razão, e corpo, ao qual se associam as emoções (ALSOP, 2005a). Embora mente e corpo constituam um ser único, geralmente são pensadas separadamente, produzindo, dessa forma, campos de conhecimento distintos para lidar com um ou outro. Essa visão dicotômica entre corpo e mente, emoção e razão, afetividade e cognição, pode ser observada diariamente em nossas próprias falas, em expressões como: “Seja mais racional!”, “Pense com a cabeça, e não com o coração!”. Constantemente supervalorizamos o papel da cognição em nossas ações tentando, ainda que sem sucesso, extirpar a influência da emoção sobre nossas atitudes e tomadas de decisões.

Esse dualismo também é evidente na sala de aula. A aprendizagem, na maioria das vezes, é estritamente relacionada aos aspectos cognitivos do aprendiz. A sala de aula é, dessa forma, interpretada como um sistema que se resume ao processo causal no qual se o professor ensina ‘bem’, a aprendizagem do aluno é garantida. Parece então que o aprendiz em sala de aula está isolado de seus fatores contextuais, que relacionam crenças, valores e emoções. O papel que a afetividade assume nesse contexto é de obstáculo à aprendizagem, reforçando novamente o dualismo. Será que em vez de encararmos a aprendizagem (e seu sucesso) como estando somente relacionada à cognição, não poderíamos entendê-la como uma espécie de aprendizagem de conhecimentos cognitivo-afetivos¹? (ARANTES, 2002)

As pesquisas desenvolvidas sobre o ensino e a aprendizagem, em particular, na área da educação científica, tradicionalmente, tem se preocupado com questões de ordem cognitiva e metodológica. Aspectos relacionados à estrutura cognitiva dos alunos em situações de

¹ Termo utilizado por ARANTES (2002) em seu artigo ‘Afetividade e cognição: Rompendo a dicotomia na educação’.

aprendizagem, como na (re)significação de conceitos, em estratégias desenvolvidas na realização de tarefas, na resolução de problemas ou em atividades de laboratório; e, aspectos metodológicos desenvolvidos pelos professores em seus planejamentos e em suas aulas com o objetivo de levantar indicativos para a promoção de um ensino adequado são temas bastante explorados nas investigações em ensino de ciências.

Alguns resultados dessas investigações adentram a sala de aula como propostas metodológicas com a promessa da aprendizagem garantida. Entretanto as aplicações, por vezes, não atendem às expectativas dos professores, dos alunos, da comunidade escolar e dos pesquisadores. Outros elementos estão presentes nessa estrutura complexa da sala de aula, e que, por motivos diversos, não fazem parte das preocupações dos pesquisadores em seus projetos de pesquisa ou dos professores em seus planejamentos escolares. Dessa forma, a fim de tentar entender a sala de aula em toda sua complexidade, se torna necessário considerar aspectos que vão além do tratamento do aluno e do professor como seres ‘puramente cognitivos’, integrando também um componente afetivo nos sujeitos que interagem nesse ambiente escolar. Com a finalidade de superar reducionismos no entendimento da sala de aula, os aspectos da afetividade merecem uma atenção especial nas pesquisas educacionais, e conseqüentemente na formação do professor que, nesse ambiente de relações interpessoais, tem seu trabalho constantemente afetado pela afetividade (MORTIMER, 2002).

Pensando na estreita e complexa relação entre os domínios cognitivo e afetivo, as investigações que se detém ao domínio cognitivo não perdem seu valor, visto que muitos dos resultados obtidos contribuíram consideravelmente para a educação científica, em especial, para o ensino de física. Entretanto, a fim de superar o dualismo retratado, a necessidade em se tratar a afetividade em busca de uma compreensão menos simplista das relações interpessoais e das relações com os saberes estabelecidas em sala de aula é iminente. Vale ressaltar que o campo de investigação de ambos os domínios na educação científica é o mesmo – o ensino e a aprendizagem –, embora as questões de cada domínio sobre esse ‘objeto’ variem em suas formulações. Enquanto o domínio cognitivo tenta fornecer indicações precisas de como o indivíduo aprende ou como promover um ensino adequado, por exemplo, o domínio afetivo prioriza reflexões a cerca da influência dos afetos sobre a aprendizagem, além de se preocupar com as relações que os alunos e o professor estabelecem com o saberes (MCLEOD, 1989, 1992; PINTRICH e outros, 1993; TYSON e outros, 1997; ALSOP e WATTS, 2000; ALSOP, 2005; CUSTÓDIO e PIETROCOLA, 2007).

Nas últimas duas décadas, alguns pesquisadores tem se dedicado a investigações sobre os aspectos afetivos relacionados à aprendizagem e ao ensino, localizando-os em atividades bastante praticadas na educação, como na alfabetização (COLOMBO, 2002, 2007; TASSONI, 2000); em práticas de leitura (GROTTA, 2000; SOUZA, 2006; SILVA, 2006); no processo de avaliação (LEITE e TASSONI, 2002; KAGER, 2006); na relação professor-aluno (TASSONI, 2000; 2006); na formação de professores (PELISSON, 2006); em atividades de resolução de problemas (MCLEOD, 1989a, 1989b; THOMPSON e THOMPSON, 1989; GÓMEZ-CHACÓN, 2003; PERINI e outros, 2009; FERREIRA e outros, 2009; CUSTÓDIO, CLEMENT e FERREIRA, 2011), entre outras situações de sala de aula.

As pesquisas nesse domínio são crescentes e diversas. A ausência de um quadro teórico consolidado traz algumas vantagens pela liberdade em trabalhar com diferentes perspectivas, no entanto, vem acompanhada de uma insegurança pela falta de tradição da pesquisa nesse tema. Nesse trabalho, a fim de esclarecer o que se constitui esse domínio que denominamos afetivo, também designado afeto ou afetividade, pretendemos trazer à discussão algumas investigações importantes realizadas por pesquisadores da educação matemática e da psicologia que demarcaram o terreno dos afetos, em especial em atividades de resolução de problemas matemáticos. Esses investigadores se preocuparam em propor um referencial teórico para estudar os fatores afetivos que influenciam o desempenho dos alunos na resolução de problemas (MANDLER, 1984; MCLEOD, 1989; HART, 1989), e a partir dele realizaram investigações relacionadas ao ensino e à aprendizagem de matemática nesse tipo de atividade didática (COBB, YACKEL e WOOD, 1989; THOMPSON e THOMPSON, 1989; GÓMEZ-CHACÓN, 2003).

Nesse quadro teórico o domínio afetivo é entendido como uma “extensa categoria de sentimentos e humor (estados de ânimo) que geralmente são considerados como algo diferente da pura cognição” (MCLEOD, 1989, p. 245) e constituído por **descritores afetivos** ou **variáveis afetivas**, que englobam as **crenças**, as **atitudes** e as **emoções**. As **crenças** se caracterizam como componentes do conhecimento subjetivo implícito do indivíduo; as **atitudes** são um dos componentes referentes à valorização, ao apreço e ao interesse do indivíduo em relação ao conhecimento e sua aprendizagem; e as **emoções** são entendidas como respostas organizadas a um acontecimento, que envolvem os sistemas psicológico, fisiológico, cognitivo, motivacional e experiencial. Essas variáveis 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. Além do mais, podem surgir a qualquer momento e em qualquer atividade realizada em sala de aula.

Nosso interesse consiste em investigar a influência do domínio afetivo nas atividades de resolução de problemas. Atividades essas consideradas fundamentais à aprendizagem de ciências, em especial da física, e que compõem grande parte da carga horária das aulas dessa disciplina. A presença constante dessas atividades nas aulas de física é justificada pelo seu papel no processo de escolarização configurando-se como um processo intelectual decisivo para a aprendizagem de ciências (CABALLER-SENABRE, 1994; VASCONCELOS e outros, 2007). Relacionada a essa importância, a tradição de pesquisa em resolução de problemas nos mostra resultados significativos e bastante explorados no que diz respeito à dimensão cognitiva e metodológica dessas atividades. Na literatura é possível encontrar estudos sobre modelos de resolução (POZO, 1998; COSTA e MOREIRA, 1996; PEDUZZI e MOREIRA, 1981; GIL-PÉREZ e MARTÍNEZ-TORREGROSA, 1983, 1987; GIL-PÉREZ e outros, 1992; SANTA e ALVERMANN, 1994; entre outros); distinção entre exercício e problema (PEDUZZI, 1997; ECHEVERRÍA e POZO, 1998); características dos exercícios/problemas, como por exemplo em relação à forma de enunciação e apresentação e tipo de exigência para o solucionador (SILVA, PORTO e TERRAZZAN, 2007; CLEMENT e PERINI, 2007); entre outros. Apesar da tradição evidente em pesquisas sobre a temática de resolução de problemas, e mesmo com a expressiva dedicação da carga horária das aulas a esse tipo de atividade, o baixo desempenho dos alunos ainda chama a atenção de pesquisadores e professores (GIL-PÉREZ, MATÍNEZ-TORREGROSA e SENENT-PÉREZ, 1988; PEDUZZI, 1997; POZO e CRESPO, 1998; CLEMENT, 2004). Entre as justificativas para esse quadro, algumas pesquisas (GIL-PÉREZ, MATÍNEZ-TORREGROSA e SENENT-PÉREZ, 1988; CUSTÓDIO, CLEMENT e FERREIRA, 2011) evidenciaram as explicações e crenças dos professores para o baixo desempenho de seus alunos. A maioria dos profissionais relaciona esse aparente fracasso à falta de conhecimentos teóricos, por parte dos alunos, sobre temas, conceitos e leis que os problemas abordam, à dificuldade de interpretação de textos e enunciados e ao escasso domínio que os alunos têm sobre o aparato matemático necessário para resolvê-los. Na investigação de Custódio, Clement e Ferreira (2012), uma parcela dos professores, ainda que pequena, atribuíram aspectos

afetivos (desinteresse) e atitudinais (falta de hábitos de estudo) ao fracasso dos alunos, chamando a atenção assim para a influência da afetividade no envolvimento e engajamento dos aprendizes nas atividades de resolução de problemas.

As implicações das investigações na perspectiva afetiva são particularmente importantes para a resolução de problemas. Mcleod (1989a) e Gómez-Chacón (2003) mostram que um aluno pode experimentar emoções negativas como frustração e tristeza ao não conseguir executar seu plano de ação frente ao problema proposto. Essas emoções, entre outras que poderiam surgir nessa mesma situação, podem bloquear o indivíduo e levá-lo ao abandono do problema pelo descontrole das emoções.

Perini e outros (2009) investigaram como as variáveis afetivas interagem com os processos cognitivos desenvolvidos por estudantes de física do ensino médio em atividades de resolução de problemas. Ainda que em caráter exploratório, nesse trabalho são apresentados resultados bastantes interessantes relacionados às reações emocionais dos estudantes nesse tipo de atividades. Particularmente, no mapeamento das emoções dos alunos, fica perceptível que as tendências ao afeto negativo e positivo estão intimamente ligadas às atitudes tomadas pelos alunos frente ao problema e ao seu desempenho, implicando assim no sucesso ou fracasso da solução praticada.

Nossa participação em Perini e outros (2009) é bastante importante para que passássemos a refletir sobre a influência dos afetos em todo o contexto escolar, inspirando-nos a buscar uma melhor compreensão da interação cognição-afeto no processo de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, propomos o estudo das questões afetivas, caracterizado pelo seguinte problema de pesquisa: **De que forma as variáveis afetivas influenciam o envolvimento e desempenho de estudantes em atividades de resolução de problemas de física em sala de aula?**

Responder a essa questão é particularmente importante para aprofundar o entendimento da relação entre afetividade e cognição nesse tipo de atividade. A influência que essas variáveis podem exercer sobre o aluno enquanto solucionador, associado aos aspectos cognitivos e metodológicos, tem papel determinante no sucesso ou fracasso dos alunos na resolução de problemas. Acreditamos que uma das principais contribuições deste trabalho está em oferecer indicativos para os professores sobre como lidar com as variáveis afetivas identificadas na resolução de problemas em sala de aula.

Com o objetivo de **investigar as influências das variáveis afetivas, entre elas as crenças, as atitudes e as emoções, no engajamento e desempenho de estudantes em atividades de resolução de problemas de física em sala de aula**, realizamos as ações descritas a seguir, que consideramos adequadas para responder ao problema proposto. Primeiramente **traçamos os perfis afetivos dos estudantes em relação às atividades didáticas de resolução de problemas**, a partir do que os alunos tinham a nos dizer sobre suas crenças, emoções e atitudes nessas atividades. Esse perfil foi importante para nortear nosso olhar em sala de aula, onde tínhamos a finalidade de **caracterizar as implicações das variáveis afetivas durante a resolução praticada nas atividades didáticas de resolução de problemas**. Por fim, reunindo os dados coletados nas sessões de resolução de problemas, **propusemos elementos que auxiliam o gerenciamento e a transformação das variáveis afetivas em sala de aula** a fim de contribuir para o desempenho dos alunos nas atividades didáticas de resolução de problemas.

Para a concretização desse trabalho, propomos uma estrutura constituída por cinco capítulos. No capítulo 1, denominado **O domínio afetivo e a educação científica**, discutimos a relação desse domínio com o ensino de ciências, definimos o campo de estudo apresentando os descritores afetivos (emoções, atitudes, crenças) e alguns outros elementos afetivos e motivacionais que aparecem em nossa investigação. Apresentamos também os referenciais teóricos nos quais nos inspiramos e que utilizamos na análise dos dados coletados em sala de aula. O capítulo 2, denominado **O domínio afetivo no âmbito da investigação sobre resolução de problemas na educação científica e matemática**, dedicamos a reunir as principais contribuições que a área da resolução de problemas trouxe à educação científica, priorizando os estudos que se detiveram a investigar o domínio afetivo. No capítulo 3, denominado **Aspectos metodológicos da pesquisa em sala de aula**, descrevemos os procedimentos metodológicos e encaminhamentos que a investigação tomou em sala de aula, bem como os instrumentos de coleta e análise de dados que utilizamos para cumprir com as ações listadas anteriormente. O capítulo 4, denominado **Resultados afetivos e suas implicações**, reservamos à análise de todo o material coletado nessa investigação, a partir dos instrumentos definidos no terceiro capítulo. No capítulo 5, denominado **Discussão dos casos**, após toda a reflexão ao longo desse período intenso de estudo e amadurecimento, pretendemos propor um olhar mais afetivo para o ensino de física, realçando aqui os avanços e as contribuições que nossa investigação,

amparada por outros estudos preocupados com a dimensão afetiva, podem proporcionar ao ensino e à aprendizagem de ciências.

1. O DOMÍNIO AFETIVO E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Há um número crescente de pesquisas educacionais que abordam a influência da afetividade nas atividades que envolvem a cognição. A dicotomia entre razão e emoção sempre caminhou no sentido de privilegiar a primeira, particularmente na Ciência, em que tradicionalmente se pensa que para o sujeito chegar ao conhecimento verdadeiro, ele deve ser racional e livre de sentimentos. Devido à importância do vínculo entre os domínios cognitivo e afetivo, apresentaremos uma discussão sobre a dimensão afetiva e sua relação com o ensino e a aprendizagem, encaminhando nosso foco de estudo ao campo da educação científica. Por fim, conceituaremos e discutiremos os termos referentes à afetividade segundo alguns referenciais importantes para as investigações nessa temática.

1.1. DISCUSSÃO SOBRE A DICOTOMIA ENTRE RAZÃO E AFETIVIDADE²

As origens da separação entre razão e emoção, e mente e corpo, são encontradas desde o pensamento grego, mais especificamente nas ideias platônicas de que razão e emoção pertenciam a mundos diferentes. A razão, advinda do mundo das ideias, residiria na alma e estaria localizada na cabeça. Já as emoções, provenientes do mundo dos sentidos, estariam localizadas no corpo. No panorâma da teoria das ideias, o conhecimento verdadeiro, por sua natureza superior, só poderia ser alcançado por meio da razão, considerada eterna e universal. Já os conhecimentos resultantes da intuição e das sensações, seriam imprecisos, podendo até obstar à aquisição do conhecimento autêntico proveniente do mundo das ideias. O mesmo entendimento pode ser identificado no pensamento de Descartes, ao considerar que sentimentos, experiências pessoais e intuições não são passíveis de gerar conhecimento, pois este existiria fora do homem. Para Kant, as emoções eram julgadas como uma enfermidade da alma. Leibniz vê nas emoções apenas os sinais da imperfeição que impediriam a alma de ser um Deus, e que, se comparada à razão, não possuiria significado algum, a não ser representar a imperfeição da alma humana (PINHEIRO, 2003; CUSTÓDIO, 2007; ABBAGNANO, 2007).

² Apresentamos aqui uma breve síntese da discussão da dicotomia entre razão e afetividade, pontuando sua “origem” na filosofia e caminhando superficialmente pela psicologia.

O tratamento da afetividade como enfermidade e impeditiva ao conhecimento se disseminou ligeiramente para as áreas da psicologia cognitiva. Tendo em vista que os avanços deste campo de conhecimento sempre refletiram muito na educação científica, esta não ficou isenta de tais interpretações da afetividade. Segundo Zajonc (1980, p. 152), até a década de 80 “a psicologia cognitiva atual simplesmente ignora os afetos. As palavras afeto, atitude, emoção e sentimentos não aparecem nos índices de quaisquer dos principais trabalhos sobre cognição”.

Essa separação tão rígida entre afeto e cognição pode ser explicada pela pretensão das ciências cognitivas em assumir a agenda da Filosofia, que por sua tradição limita seu campo de estudo aos elementos da razão, da constituição do ser racional e suas inferências sobre o mundo. Nesse sentido, já poderíamos prever a propagação desse recorte nas investigações da psicologia (CUSTÓDIO, 2007).

A discussão da relação entre razão e emoção tem seu marco na psicologia em William James que em 1890 ressaltou a emoção em seus aspectos fisiológicos. Em sua concepção, as emoções poderiam ser identificadas como uma sensação do corpo que, a partir de um mecanismo básico, sofreria reações quando excitado por estímulos do ambiente (DAMÁSIO, 1996). Apesar de sua teoria constituir um marco nessa discussão, James atribuiu pouca importância ao processo de avaliação de uma situação que provoca a emoção.

No campo da Neurociência, Damásio (1996) discute sentimentos e emoções como elementos que participariam da regulação biológica, podendo estabelecer conexões entre processos racionais e não racionais. Para ele, as emoções e sentimentos:

Servem de guias internos e ajudam-nos a comunicar aos outros sinais que também os podem guiar. E os sentimentos não são nem inatingíveis nem ilusórios. Ao contrário da opinião científica tradicional, são precisamente tão cognitivos como qualquer outra percepção. São resultado de uma curiosa organização fisiológica que transformou o cérebro no público cativo das atividades teatrais do corpo. (p. 15)

Ou seja, sentimentos e emoções desempenhariam uma função de comunicação de significados e de orientação cognitiva.

Damásio (1996) argumenta ainda que a teoria proposta por James funciona bem para o que ele chama de emoções primárias, as primeiras emoções que sentimos na vida; entretanto a teoria jamesiana não é suficiente para explicar o surgimento e manutenção das emoções secundárias gradualmente construídas sobre as emoções iniciais. Ao criticar tal aspecto na teoria proposta por James, Damásio afirma que, enquanto seres sociais, em várias circunstâncias de nossa vida estamos

certos que as emoções são desencadeadas somente após um processo mental de avaliação que é voluntário e não automático. Além do mais, as reações a um amplo espectro de situações e estímulos estariam subordinadas a uma espécie de ‘filtro reflexivo e avaliador’ responsável por um processo de avaliação ponderada das emoções, introduzindo a possibilidade de variação na proporção e intensidade dos padrões emocionais.

No que diz respeito às teorias que têm influenciado a discussão e a reflexão sobre o processo de ensino e aprendizagem, destacam-se John Dewey, Jerome Bruner, Jean Piaget, Lev Vygotsky, Henri Wallon, Jacob Levy Moreno, Joseph Novak, que consideram os aspectos afetivos influenciando e sendo influenciados pela atividade cognitiva (WECHSLER, 1998; MOREIRA, 1999). Dewey (1895) propõe o estreitamento entre razão e emoção ao colocar a experiência emocional no centro do comportamento cognitivo, acreditando que a emoção é produto da racionalidade, e não sua antítese.

Piaget (1954) adverte que apesar de diferentes em sua natureza, cognição e afetividade são indissociáveis, postulando que toda ação e pensamento comportam um aspecto cognitivo, representado pelas estruturas mentais, e um aspecto afetivo, representado por uma energética, como algo que move a ação. Piaget (1962) assinala também o importante papel que o afeto cumpre no funcionamento da inteligência, antecedendo mesmo as funções das estruturas cognitivas. Em sua teoria, em que discute a assimilação e a acomodação cognitiva, aborda os estados afetivos e cognitivos estritamente relacionados. Piaget afirma que esses processos de adaptação (assimilação e acomodação) também possuem um componente afetivo caracterizados na assimilação, pelo interesse em assimilar o objeto ao *self*; e na acomodação, pelo interesse em relação ao objeto novo no ajuste de esquemas de pensamento ao fenômeno (ARANTES, 2002).

Na discussão sobre pensamento e linguagem, Vygotsky tematiza as relações entre afeto e cognição³, afirmando que a afetividade dirige a atividade do estudante, visto que o pensamento é originado no âmbito da motivação (constituída por afeto, emoção, necessidades, interesses e inclinações). Em sua perspectiva, as emoções integram-se ao funcionamento mental, tendo uma participação ativa em sua

³ Vygotsky nomeou de funções mentais e consciência o que chamamos de cognição. Para ele, o termo funções mentais se refere a processos como pensamentos, memória, percepção e atenção (OLIVEIRA, 1992).

configuração. Nessa abordagem unificadora, Vygotsky (1996, p. 201) afirma que:

A forma de pensar, que junto com o sistema de conceito nos foi imposta pelo meio que nos rodeia, inclui também nossos sentimentos. Não sentimos simplesmente: o sentimento é percebido por nós sob a forma de ciúme, cólera, ultraje, ofensa. Se dizemos que desprezamos alguém, o fato de nomear os sentimentos faz com que estes variem, já que mantêm uma certa relação com nossos pensamentos.

Oliveira (1992), ao abordar a afetividade na teoria de Vygotsky, assinala a distinção entre dois elementos ou componentes: o significado, referindo-se ao sistema de relações objetivas que se forma no processo de desenvolvimento de uma palavra; e o sentido, referindo-se ao ‘significado’ que uma palavra adquire para cada pessoa. As vivências afetivas do sujeito residiriam nesse último elemento, relacionado às experiências individuais. Oliveira (1992, p. 82) afirma que “no próprio significado da palavra, tão central para Vygotsky, encontra-se uma concretização de sua perspectiva integradora dos aspectos cognitivos e afetivos do funcionamento psicológico humano”.

Wallon, em seus trabalhos com pacientes que sofreram lesões cerebrais e em seus estudos sobre psicogenética, afirma que a afetividade, além de uma das dimensões da pessoa, é também uma fase de seu desenvolvimento. Para ele, a história da construção da pessoa passa por uma sucessão de momentos predominantemente afetivos e cognitivos, nos quais as preponderâncias se alternam: “a afetividade reflui para dar espaço à intensa atividade cognitiva assim que a maturação põe em ação o equipamento sensório-motor necessário à exploração da realidade” (DANTAS, 1992, p. 90).

Por fim, Novak considera a aprendizagem significativa como estando relacionada integralmente ao pensamento, ao sentimento e à ação. Em sua abordagem, qualquer evento educativo consiste em uma ação para trocar significados, retratados nos pensamentos, e sentimentos entre professor e aprendiz (MOREIRA, 1999).

A discussão sobre afetividade e cognição na filosofia e na psicologia tem seus reflexos na educação, especialmente na educação científica que, como mencionado anteriormente, constitui um campo em que o aspecto racional do pensamento e da construção do conhecimento é sobrevalorizado em relação a outros aspectos. A concepção tradicional de objetividade científica, segundo a qual a Ciência constitui um saber ‘objetivo’ correspondendo ao que o objeto efetivamente é, consolidada com o advento do Positivismo, originou-se como “resultado das tentativas filosóficas de reconstruir racionalmente o proceder científico”

(CUPANI, 1989, p. 19). Nesse sentido, na concepção tradicional, quanto menor fosse a subjetividade envolvida na investigação científica, maior seria a objetividade no processo de construção do conhecimento. Na educação científica, percebemos facilmente os reflexos dessa concepção. A despersonalização e a descontextualização do conhecimento produzido pelos cientistas que apresentamos aos nossos estudantes reforça a ideia de que a aprendizagem de ciências deve ocorrer em condições semelhantes àquelas em que o conhecimento científico aparentemente é produzido: livre de sentimentos, emoções, valores e crenças, pautado na ‘mais pura cognição’.

Entretanto, percebemos em nossas experiências enquanto docentes que o processo de conhecer não está desvinculado de nossas motivações, interesses, crenças e valores. Vários autores apontam para esses elementos considerados afetivos, sinalizando a emergência em tratar esses aspectos na educação científica (SANTOS, 1997; GÓMEZ-CHACÓN, 2003; PINHEIRO, 2003; ALSOP, 2005; CUSTÓDIO, 2007; entre outros). Na próxima sessão apresentaremos algumas discussões com vistas a uma aproximação da afetividade na pesquisa em ensino de ciências.

1.2. DOMÍNIO AFETIVO NAS PESQUISAS EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

As pesquisas em ensino de ciências vêm mostrando uma crescente preocupação com o domínio afetivo e sua influência sobre a atividade intelectual dos indivíduos, em especial sobre a aprendizagem (PINTRICH e outros, 1993; TYSON e outros, 1997; ALSOP e WATTS, 1997, 2000; VILLANI e CABRAL, 1997; SANTOS, 1997; SANTOS e MORTIMER, 1998, 2003; PIETROCOLA, 2001). Essa nova orientação parece estar relacionada às críticas aos resultados pouco satisfatórios apresentados pelas perspectivas puramente cognitivistas (VILLANI, 1992; MORTIMER, 1995). Embora não faça parte da tradição de pesquisa em ensino e aprendizagem de ciências, a ideia de tratar a afetividade não é tão nova. Conforme assinalado anteriormente, há algumas décadas Piaget, Vygotsky e Wallon, apontaram suas teorias nessa direção. Visto a grande difusão desses autores no campo da educação, é de se estranhar que esse tema não tenha entrado nas agendas de pesquisa na área da educação em décadas anteriores.

Um dos fatores que explicam essa negação da afetividade pode ser localizado nos anos sessenta e setenta em que os elementos afetivos eram considerados como idiossincráticos, e, portanto, fora do escopo

das pesquisas educacionais, pois seu estudo comprometeria a neutralidade a ser alcançada por meio de objetivos operacionalizáveis. Outro argumento era de que a individualidade na manifestação desses estados afetivos tornaria dificultosa a mensuração dessas variáveis, em especial, em uma perspectiva de educação de massa (PINHEIRO, 2003).

Mais recentemente na educação científica percebemos algumas mobilizações de pesquisadores com o intuito de reunir as produções relativas à temática da afetividade. Como parte de uma série de livros da *Science & Technology Education Library* referente à educação científica e tecnológica, em 2005 foi lançada a coletânea de artigos *Beyond Cartesian Dualism: Encountering Affect in the Teaching and Learning of Science*⁴, editada por Steve Alsop. Nessa coletânea são apresentadas propostas de pesquisa sobre a afetividade como uma maneira de melhor entender a educação científica. Alsop organiza nessa obra uma seleção de perspectivas e investigações que trazem uma discussão aprofundada sobre a temática da afetividade.

Alsop (2005) reforça a afirmativa de que as emoções têm influência significativa sobre o que acontece em sala de aula, apresenta a discussão que dicotomiza razão e emoção, e caracteriza o papel geralmente negativo atrelado às emoções no processo de conhecer. A fim de guiar futuros estudos preocupados em romper a dicotomia instaurada, o autor faz indicações de futuras direções para a pesquisa. A primeira delas é sobre a aprendizagem de ciências que abordam aspectos de um Modelo de Mudança Conceitual Cognitivo-Afetivo (GREGOIRE, 2003) e a relação que os aprendizes têm com o conhecimento por meio de uma investigação de visões que esses alunos constroem dos cientistas. Em segundo, aponta a necessidade de se investir em estudos que abordam os construtos motivacionais como autoeficácia, valor da tarefa, interesse e metas de realização, e que envolvam aspectos de ideologia, poder e cultura. Por fim, argumenta a importância das emoções dos professores de ciências e a necessidade de estudos que investiguem a influência dessas emoções na escolha de estratégias de ensino, e no próprio comportamento dos professores em sala de aula, por exemplo.

Anteriormente à Alsop (2005), Santos (1997) já argumentava no sentido de uma agenda para a pesquisa em ensino de ciências que tratasse do processo de produção e apreensão do conhecimento como estando intrinsecamente relacionado a aspectos afetivos e emocionais.

⁴ O título da obra pode ser traduzido por ‘Além do Dualismo Cartesiano: Encontrando o Afeto no Ensino e na Aprendizagem de Ciências’.

Segundo a autora, é necessário olhar para “uma afetividade, emoção e sentimento que guiam nossas atitudes regulando a construção e utilização de nosso pensamento” (p. 249). Para Santos, uma agenda de pesquisa que leve em conta esses aspectos, pode ser organizada em torno de três eixos: (i) relação entre professores e alunos; (ii) relação entre professores e alunos e o conhecimento; e ainda, (iii) relação entre professores e alunos e a instituição escolar. Por fim, a autora assinala que esclarecer esse processo possivelmente indicará um novo quadro para compreendermos o aluno em sua totalidade, “como um indivíduo com corpo-mente, que se relaciona e aprende a ser indivíduo num processo histórico social através das mediações afetivas e emocionais” (SANTOS, 1997, p. 255).

Santos e Mortimer (2003) consideram que sentimentos e emoções são centrais quando se trata das atitudes que os alunos desenvolvem em relação à ciência, e para compreender melhor como os alunos desenvolvem tais atitudes, se faz necessário cumprir os itens da agenda assinalada anteriormente. Baseados na obra de Antônio Damásio (1996), os autores analisam como elementos afetivos e emocionais da interação professor-aluno contribuem para atitudes negativas e positivas em relação à Química. Uma das questões centrais que se propuseram a responder é como as emoções primárias e secundárias e os seus sentimentos correspondentes, contribuem para as emoções e sentimentos de fundo que surgem ao longo do tempo em sala de aula. A fim de responder essa questão, Santos e Mortimer (2003) desenvolveram essa investigação em duas salas de aula de Química. Uma das classes investigadas apresentou maior frequência de eventos positivos enquanto na outra se concentraram os eventos negativos. Os autores assinalam que a frequência desses eventos em sala de aula se tornou menor ao longo do tempo, evidenciando o predomínio de sentimentos de fundo sobre a reação emocional conforme as aulas foram passando. Essa estabilidade de reações emocionais parece indicar uma espécie de ‘acordo’ do clima que prevaleceu em cada classe.

Os autores descrevem também que a classe que apresentou maior número de eventos negativos foi a que tinha ‘boa reputação’ perante os professores da escola, e normalmente bom desempenho nas disciplinas. Enquanto que a classe que apresentou maior número de eventos positivos foi aquela cujos alunos eram considerados indisciplinados e preguiçosos, vindos de outras escolas de áreas menos favorecidas, e que não estavam bem adaptados à cultura tradicional da sala de aula como os alunos da classe com ‘boa reputação’. Esse caso evidencia que a condução afetiva das aulas pelo professor pode favorecer os alunos com

baixo desempenho escolar, considerados como maus alunos em uma perspectiva puramente cognitivista. Uma modificação na condução da aula e na proposta de ensino do professor, afastado de uma postura tradicional de autoritarismo, parece ser interessante para contornar situações em que os alunos são vistos como desinteressados e desmotivados. Vale ressaltar que para uma proposta de condução afetiva das aulas apresentar sucesso, as agendas dos estudantes devem ser consonantes com a agenda do professor, ou seja, os alunos também devem aceitar se engajar e participar de uma proposta como essa.

Abordando a relação entre os domínios afetivos e cognitivos, Gómez-Chacón (2003) situa a dimensão afetiva na educação matemática, explorando os significados dos afetos – crenças, atitudes e emoções – nas atividades da disciplina em questão. Nesse trabalho a autora explora uma gama de propostas teóricas sobre a aprendizagem matemática a partir da perspectiva afetiva, com o intuito de apresentar elementos-chave na configuração de um marco teórico para se trabalhar essa dimensão em sala de aula, especificamente na matemática. Baseada nos trabalhos de Mandler (1984, 1989a, 1989b) e Mcleod (1989a, 1989b, 1992) a autora procura responder a algumas questões apresentadas por esses autores, em relação à dimensão emocional dos estudantes e à utilização dessa perspectiva em sala de aula. Por fim, apresenta uma proposta de formação de professores para a alfabetização emocional em matemática. O trabalho desenvolvido por Gómez-Chacón é bastante importante para nossa investigação, e nos fornece indicativos para uma melhor compreensão da dimensão afetiva em termos das **crenças dos alunos em relação à disciplina, ao professor, e a si mesmos, suas atitudes em relação às atividades em uma disciplina** e suas **emoções**. As contribuições da autora nesse e em outros trabalhos nos ajudaram a delinear esse projeto de pesquisa e estarão presentes ao longo dos próximos capítulos, seja fornecendo indicações teóricas ou metodológicas.

Venturini (2007) explora as contribuições da teoria da relação com os saberes de Bernard Charlot a fim de compreender o engajamento de estudantes na aprendizagem em física. A autora aponta as limitações de trabalhos com esse mesmo objetivo e que geralmente abordam seu estudo a partir de uma perspectiva das teorias da motivação ou atitudes com relação à ciência. Venturini (2007) argumenta que esses estudos apresentam informações muito globais, escondendo dessa forma consideráveis disparidades locais, além de descreverem estados de motivações ou atitudes que não indicam nada sobre os processos que

levam a tais atitudes ou motivações, e que somente por meio de estudos qualitativos poderiam ser melhor explorados.

Com base na teoria da relação com os saberes, Venturini (2007) utilizou como instrumento de coleta de dados um questionário específico denominado por Charlot de *bilan de savoir*, complementado por entrevistas individuais em profundidade para estabelecer perfis da relação com os saberes dos alunos, os quais denominou ‘tipos-ideais’. Segundo Charlot, Bautier e Rochex (1992, p. 134), o *bilan de savoir* é uma ferramenta que “permite trabalhar sobre o significado que é elaborado e produzido pelo aluno”, além de ser útil para compreender a relação do indivíduo com a aprendizagem e com o saber. A noção de ‘tipos-ideais’ desenvolvida pela autora permite compreender o engajamento do aluno na aprendizagem em física como resultado de um processo complexo, em que vários fenômenos interagem de uma forma plural e construtiva.

Outras investigações presentes na literatura⁵ também trazem contribuições para o estudo da dimensão afetiva na educação científica, a partir de uma variedade de perspectivas. Não temos o intuito em esgotá-las, mas sim apresentar alguns elementos que justifiquem a necessidade e importância de abordar esse tema na educação científica, bem como algumas tentativas de sucesso em fazê-lo. Por esse motivo, a partir de agora, encaminharemos nossa discussão para as devidas conceitualizações do que denominamos domínio afetivo e seus elementos, levando em consideração as contribuições, críticas e lacunas deixadas pelas investigações apresentadas anteriormente.

1.3. DESCRITORES BÁSICOS DO DOMÍNIO AFETIVO

As pesquisas que apresentamos na seção anterior mencionam vários termos como crenças, motivação, atitudes, valores, emoções, afetos, entre outros. Esses termos fazem parte do campo da afetividade, mas também são utilizados na linguagem comum com definições e significados diversos e pouco precisos para a pesquisa. Com o intuito de proporcionar uma melhor compreensão do que constitui a afetividade como campo de investigação na educação científica, apresentaremos conceitualizações dos componentes da dimensão afetiva quando tratados no

⁵ Entre as quais: Villani, Santana e Arruda (2003), Pintrich e outros (1993), Lee e Anderson (1993), Tyson e outros (1997), Alsop e Watts (2000, 1997), Pinheiro (2003), Custódio (2007).

processo de ensino e aprendizagem, em especial na educação científica e matemática.

Definir claramente as expressões utilizadas pelos pesquisadores, incluindo o que é **afeto** e **domínio afetivo**, tem sido um problema constante na compreensão da influência da afetividade no processo de ensino e aprendizagem (MCLEOD, 1989b; HART, 1989; GÓMEZ-CHACÓN, 2003). A definição mais utilizada nas investigações em educação matemática, e que parece adequada à pesquisa a ser realizada, consiste na proposta por Mcleod (1989b). O autor 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” (MCLEOD, 1989b, p. 245), incluindo como descritores específicos desse domínio as **crenças**, as **atitudes** e as **emoções** (HART, 1989). Segundo Mcleod (1989b), esses descritores são termos que expressam a extensão do afeto envolvido na resolução de problemas.

Podemos antecipar que os descritores do domínio afetivo apresentam algumas características básicas como: **magnitude** ou **intensidade**, variando entre extremidades ‘fria’ a ‘quente’ (em inglês, os termos utilizados são ‘cold’ e ‘hot’); **direção**, podendo variar entre positiva e negativa; **duração**, podendo ser curta ou longa; e ainda, **nível de consciência** e **nível de controle**. Por exemplo, nas atividades didáticas de resolução de problemas, atividade foco nesse trabalho, alunos frequentemente experimentam emoções como a frustração com o fracasso em uma resolução. Essa frustração consiste em uma emoção geralmente intensa e negativa. Já a satisfação com o sucesso alcançado em uma resolução é intensa e positiva. Em ambos os casos, as emoções frustração e satisfação, são de curta duração, ou seja, ocorrem durante a atividade da resolução de um problema, como exemplificado, mas não acompanham o indivíduo (não pelo mesmo motivo) em suas outras atividades diárias.

Além disso, os descritores podem variar em sua estabilidade; as crenças e as atitudes geralmente são pensamentos relativamente estáveis e resistentes às mudanças, enquanto respostas emocionais podem mudar rapidamente (MCLEOD, 1989b, 1992). Por exemplo, estudantes que dizem não gostar de matemática por acreditarem que ela é difícil em um dia, provavelmente expressarão as mesmas atitudes e crenças no dia seguinte; entretanto, um estudante que está frustrado e triste ao tentar resolver um problema não rotineiro, pode se tornar satisfeito e alegre em apenas alguns minutos, ao conseguir resolver o referido problema. Nesse sentido, a emoção não é estável, pois pode mudar sua direção, da

extremidade negativa (frustração e tristeza) à positiva (satisfação e alegria) em um curto período de tempo.

Segundo Mcleod (1989b), as crenças, atitudes e emoções diferem na forma como a cognição está envolvida na resposta afetiva. Apesar de não ser possível separar as respostas dos alunos em categorias afetivas e cognitivas, um descritor pode ter o componente cognitivo mais elevado do que outro. Por exemplo, as crenças possuem essencialmente uma natureza cognitiva, pois são construídas lentamente durante um período de tempo relativamente longo. Entretanto, as emoções ou respostas emocionais, apresentam um componente afetivo muito mais forte, e seu tempo de duração geralmente é muito curto. Listados em ordem crescente de envolvimento afetivo, decrescente de envolvimento cognitivo, crescente de intensidade e decrescente de estabilidade temos as crenças, as atitudes e as emoções.

Gómez-Chacón (2003) reúne esses descritores, propondo definições para cada um deles, de acordo com as contribuições de Mcleod (1989a, 1992) e Hart (1989). O trabalho de Martín e Briggs (1986) também é considerado um marco para as pesquisas em ensino que abordam a afetividade (PINHEIRO, 2003; NEVES e CARVALHO, 2006) por desenvolverem uma terminologia do domínio afetivo, de forma a trazer contribuições relevantes à sua conceitualização e categorização. As definições e conceitualizações apresentadas em ambas as terminologias e caracterizações são bastante semelhantes, entretanto optamos trabalhar com as definições apresentadas por Gómez-Chacón (2003), Mcleod (1989a, 1992) e Hart (1989), pelo fato desses pesquisadores desenvolvem suas investigações em atividades de resolução de problemas, muitas vezes propondo e exemplificando suas definições em função desse tipo de atividade, o que aproxima nossa abordagem de investigação da perspectiva adotada por esses autores. Contudo, nos comprometemos a apresentar, quando for necessário, contribuições importantes de Martín e Briggs (1986) e de outros autores que também desenvolvem seus estudos sobre afetividade, não contempladas pela perspectiva que estamos adotando.

1.3.1. Crenças

Há algumas décadas as **crenças** vêm chamando a atenção, se tornando tema de investigação, e por esse motivo, recebendo conceitualizações diversas. Uma das primeiras conceitualizações, proposta por Dewey (1933), sugere que as crenças constituem um terceiro significado do pensamento, possibilitando ao indivíduo fazer

afirmações sobre fatos ou princípios e se sentir confiante para tomar atitudes e decisões sobre o desconhecido. Abelson (1979) entende as crenças como um tipo de conhecimento prático, utilizado pelo indivíduo para lidar com propósitos particulares ou situações impostas pelo meio social, incluindo dessa forma uma quantidade substancial de elementos oriundos da experiência pessoal. Ainda nessa linha, Nespor (1987) interpreta as crenças como verdades pessoais e incontestáveis, possuindo peso afetivo e avaliativo, estrutura episódica, conceitualizações de situações ideais que diferem da realidade, e fechadas a avaliações e exames críticos, configurando-se como estruturas complexas associadas às atitudes, às expectativas e à experiência pessoal.

Rokeach (1968) propõe uma estrutura para as crenças de um indivíduo, denominada de **sistema de crenças**. O **sistema de crenças** é formado por redes organizadas e hierárquicas e composto por duas estruturas articuladas com níveis distintos de estabilidade: o núcleo e a periferia. O núcleo comporta as crenças mais estáveis, responsáveis diretamente pelo curso das ações do indivíduo e julgamento diante de situações concretas. A periferia comporta as crenças menos estáveis, que fornecem apoio às crenças do núcleo, sendo assim, mais maleáveis às circunstâncias particulares, diferentemente das crenças centrais que tendem a ser gerais. O autor também ressalta que a centralidade da crença está intimamente vinculada à sua importância para o indivíduo. Dessa forma, quanto mais central mais importante, quanto mais periférica menos importante a crença para o indivíduo, residindo exatamente nesse ponto a dificuldade de se alterar as crenças centrais (CUSTÓDIO, CLEMENT e FERREIRA, 2012).

As crenças têm sido estudadas com maior frequência na educação matemática sendo caracterizadas como “um dos componentes do conhecimento subjetivo implícito do indivíduo sobre a matemática, seu ensino e sua aprendizagem” (GÓMEZ-CHACÓN, 2003, p.20) e baseadas na experiência (PEHKONEN e PIETILLA, 2003). Apesar de ser definida com relação à disciplina de matemática, essa conceitualização pode ser estendida a outras disciplinas, como no caso da física. Algumas pesquisas não incluem as crenças como parte do domínio afetivo, pelo fato de, em sua natureza, o componente afetivo relacionado ser pequeno quando comparado às emoções, por exemplo. No entanto, as crenças desempenham papel fundamental na interpretação das respostas atitudinais e emocionais, e por esse motivo são incluídas no domínio afetivo.

McLeod (1992) assinala que as crenças podem ser classificadas em termos de objetos de crenças: **crenças sobre a disciplina; crenças do aluno e do professor sobre si mesmo; crenças sobre o ensino da disciplina; crenças sobre o contexto social** no qual a disciplina acontece. Esse autor define os objetos de crença especificamente para a disciplina de matemática, entretanto, pensamos ser possível estendê-los para a disciplina de física.

Cada objeto de crença delineado por McLeod (1992) apresenta muitas possibilidades de investigação. Com relação às crenças sobre a disciplina de matemática, Brown e outros (1988) indicaram que os estudantes acreditam que a matemática é importante, difícil e baseada em regras. Stodolsky (1985), por exemplo, descreve como as crenças sobre matemática influenciam o desempenho de alunos e professores em sala de aula quando comparado ao de outras disciplinas. Wittrock (1986) enfatiza as crenças dos professores sobre o ensino da matemática em sala de aula. Com relação às crenças sobre o contexto social no qual a disciplina acontece, Cobb, Yackel e Wood (1989) procuram explicitar como normas sociais ‘acordadas’ em sala de aula podem ajudar a gerenciar emoções e atitudes dos alunos, além de modificar algumas de suas crenças em relação à disciplina de matemática.

Quanto às crenças sobre si mesmo, McLeod elenca uma série de estudos realizados no âmbito da matemática, em especial relacionando gênero, que investigam o **autoconceito** e **confiança** de alunos em atividades de resolução de problemas e suas atribuições de sucesso ou fracasso (FENNEMA, 1989; MEYER e FENNEMA, 1988; FENNEMA e PETERSON, 1985).

O **autoconceito** e a **confiança** fazem parte do domínio afetivo e podem ser interpretados como elementos de crenças, já que estão relacionados com a visão construída pelo aluno sobre sua competência em uma atividade, por exemplo. A **confiança** pode ser entendida “como uma crença sobre a própria competência em matemática” (MCLEOD, 1992, p. 583). O **autoconceito** pode ser pensado “como uma generalização da confiança na aprendizagem da matemática” (idem, p. 584).

Além desses termos, há ainda a crença de **autoeficácia**, constructo muito explorado no que se refere às crenças. As crenças de autoeficácia são “julgamentos das pessoas sobre suas capacidades para organizar e executar cursos de ação necessários para alcançar certo grau de *performance*” (BANDURA, 1986, p. 391). McLeod (1992) considera a autoeficácia como uma variação da noção de autoconceito que está relacionada com a decisão do aluno relativa à quais atividades quer

participar, quanto esforço irá despende e quanto tempo irá persistir em uma atividade. Bandura (1997) refere-se às crenças de autoeficácia como “crenças de alguém em sua capacidade em organizar e executar cursos de ação requeridos para produzir certas realizações” (p. 3). Para ele, o julgamento de autoeficácia também influencia os padrões de pensamento e reações emocionais em determinadas tarefas e influenciam as escolhas dos indivíduos que optam por executarem tarefas em que se sintam positivamente confiantes e competentes, e por evitarem às que possam trazer esses mesmos componentes em sua polaridade negativa.

As crenças de autoeficácia tem origem em quatro fontes principais: as **experiências positivas**, as **experiências vicárias** a **persuasão verbal** e os **estados fisiológicos**. As experiências positivas são constituídas pelo sucesso ou fracasso no enfrentamento de situações problemáticas que possibilitam a coleta de informações das próprias capacidades para encarar situações similares futuras. Essa fonte contribui fortemente para o fortalecimento ou para o enfraquecimento da percepção de autoeficácia pelo indivíduo. As experiências vicárias estão relacionadas à observação de êxito ou não êxito de outros indivíduos em situações semelhantes e que servem como modelos de comportamento. Essa fonte é particularmente importante para a formação de crenças de autoeficácia aos indivíduos cuja experiência na execução da tarefa é bastante pequena. A persuasão verbal é constituída por um conjunto de estímulos verbais que possibilitam ao indivíduo se conscientizar de qual tarefa ou atividade pode ou não realizar. Essa fonte tem grande contribuição para o enfraquecimento das crenças de autoeficácia por meio de avaliações negativas, e em menor intensidade para o fortalecimento por meio das avaliações positivas. E por último, os estados fisiológicos consistem nas reações emocionais dos indivíduos que são percebidas por meio de alterações fisiológicas, como o aumento do batimento cardíaco, sensação de ansiedade e estresse, sudorese, na realização de determinada tarefa (BANDURA, 1977).

Além das crenças de autoeficácia pessoal, exploradas até agora, a realização de tarefas e atividades em um contexto de interações com outros indivíduos faz surgir um componente coletivo dessas crenças. Nessa situação, a autoeficácia percebida reside nas mentes dos membros do grupo como crenças em sua capacidade e competência enquanto grupo que age de maneira coordenada de acordo com uma crença compartilhada. Apesar de não se resumir apenas ao somatório das crenças individuais, obviamente que as crenças de autoeficácia pessoal de cada membro contribuem para a construção da crença de autoeficácia

coletiva do grupo (BANDURA, 2000). Dessa forma, o envolvimento e desempenho de um indivíduo pode ser distinto ao executar uma atividade individualmente ou em grupo, devido às diferenças nas crenças de autoeficácia pessoal ou coletiva.

Nesse contexto, Azzi e Polydoro (2010), ao aproximarem as crenças de autoeficácia do campo educacional, assinalam que a autoeficácia dos estudantes tem influência sobre seu desempenho nas atividades acadêmicas e escolares (PAJARES e VALIANTE, 2006; PAJARES e SCHUNK, 2005; SCHUNK e MILLER, 2002; BORUCHOVITCH, 2004). Apontam ainda que, estudantes com autoeficácia elevada preferem atividades desafiadoras, se esforçam e persistem diante de dificuldades encontrando novas estratégias quando as antigas falham, além de estabelecerem altos objetivos, têm menos medo do fracasso. Já estudantes com autoeficácia baixa preferem atividades mais simples, aplicam esforço mínimo e desistem facilmente, podendo até evitar a tarefa. Entretanto, uma autoeficácia muito elevada pode ser prejudicial quando o estudante se revela superconfiante e, assim não investe o esforço necessário para realizar bem a atividade (ZIMMERMAN, 2000; BANDURA, 1997). No caso docente, as crenças que o professor tem sobre sua eficácia influenciam em como estruturará as atividades que serão oferecidas aos alunos, interferindo assim no desenvolvimento acadêmico dos estudantes e no julgamento que farão sobre sua própria capacidade de aprendizagem (BANDURA, 2006).

Na literatura é possível encontrar um número significativo de trabalhos em torno da influência das crenças sobre o ensino e a aprendizagem. Mcleod (1992) e Boruchovitch, Bzuneck e Guimarães (2010) elencam uma série de trabalhos que propõem investigações a cerca das crenças, além de fornecerem indicativos para possíveis investigações.

Em uma primeira abordagem do tema das crenças respondemos os seguintes questionamentos: O que são as crenças? Onde encontrá-las e como identificá-las? Em uma investigação mais minuciosa desse descritor afetivo podem ser respondidos outros questionamentos, entre eles: Como influenciam no ensino e na aprendizagem de ciências? O que dizem sobre o envolvimento dos alunos em atividades de resolução de problemas? Exploramos esse descritor dentro de nosso trabalho como tentativa de compreender melhor o envolvimento e desempenho dos alunos na resolução de problemas.

1.3.2. *Atitudes*

A **atitude** é explicada por Gómez-Chacón (2003) como “uma predisposição avaliativa (isto é, positiva ou negativa) que determina as intenções pessoais e influi no comportamento” (GÓMEZ-CHACÓN, 2003, p. 21). Hart (1989) propõe que as atitudes comportam três componentes: um afetivo, manifestado nos sentimentos de aceitação ou de repúdio de uma atividade, de uma disciplina ou de parte dela; um cognitivo, manifestado nas crenças do indivíduo sobre si mesmo, sobre a disciplina, entre outras; e um de comportamento, manifestado pela intenção ou tendência de apresentar determinada conduta.

Na esfera escolar, as **atitudes em relação à disciplina** são referentes à valorização, ao apreço e ao interesse pela disciplina e pela sua aprendizagem, sobressaindo dessa forma, mais o componente afetivo (interesse, satisfação, curiosidade, valorização, entre outros) do que o cognitivo. Assim, na caracterização da atitude é necessário considerar dois aspectos de sua dimensão afetiva: a capacidade, que comporta o que o sujeito é capaz de fazer; e o interesse, que comporta o que ele prefere fazer.

Mcleod (1992) assinala que as atitudes podem ser originadas a partir de duas fontes. A primeira delas consiste nas atitudes formadas pelo resultado de reações emocionais repetidas e automatizadas; como por exemplo, o impacto emocional das experiências negativas de um estudante nas avaliações de física que poderá diminuir com o passar do tempo e sua reação emocional se tornar cada vez mais automatizada e estável. Já a segunda fonte consiste nas atitudes dos estudantes às novas tarefas que tem alguma relação com tarefas anteriores; como por exemplo, um estudante que tem uma atitude negativa de repúdio em relação às provas sobre o conteúdo de eletrostática, poderá apresentar a mesma atitude em relação às provas sobre eletrodinâmica.

O autor assinala ainda que, na literatura, muitas vezes é difícil separar pesquisas sobre atitudes de pesquisas sobre crenças, pela ênfase marcadamente cognitiva dada às pesquisas sobre atitudes. Uma alternativa pode estar em tratar as atitudes em termos das respostas emocionais correspondentes, valorizando mais o aspecto afetivo, do que o cognitivo.

1.3.3. Emoções

Em relação aos descritores apresentados anteriormente, as emoções são os componentes afetivos que apresentam menor número de investigações desenvolvidas na educação científica e matemática. Gómez-Chacón (2003) explica que o fato de, aparentemente, as emoções terem recebido menos importância entre os estudos desenvolvidos nessa área deve-se a dois fatores principais: a grande dificuldade em ser diagnosticada por não se dispor de instrumentos adequados para tanto e a dificuldade de situá-la em um marco teórico (MCLEOD, 1992).

Entretanto, outras áreas do conhecimento dedicam esforços há algum tempo com o intuito de explorar essa temática. Nas ciências humanas, além do interesse da filosofia e da psicologia nessas questões, discutidos no início deste capítulo, a antropologia e a sociologia também demonstram interesse sobre as questões da afetividade. Em cada uma dessas áreas, os afetos e seus conceitos básicos vão ganhando outros significados, perdendo sua característica predominantemente fisiológica e cognitiva e tomando uma dimensão marcadamente histórica, social e cultural. Já na neurociência, o interesse sobre as emoções está em utilizar os sistemas emocionais na caracterização do funcionamento humano (DAMÁSIO, 2005).

O estudo sobre as emoções na educação científica e matemática sofreu influência, tanto das teorias psicológicas ou cognitivistas, quanto das teorias sociológicas ou construtivistas. As tendências cognitivistas e construtivistas dominam o estudo da emoção enquanto substratos teóricos, explicando-a como “a interrupção de um plano e como resultado de uma série de processos cognitivos: avaliação de uma situação, atribuição de causalidade, avaliação de expectativas e de conformidade com as normas sociais, avaliação de expectativas e de objetivos” (GÓMEZ-CHACÓN, 2003, p. 30-31). Quanto à diferença entre essas perspectivas, Gómez-Chacón (2003, p. 31), afirma que:

As diferenças mais significativas entre a perspectiva cognitiva e a construtivista estão na forma de conceituar a natureza da emoção, na importância das estruturas social e cultural na determinação do estado afetivo, assim como na diferença que estabelecem entre a concepção da emoção como estado ou como ato.

As teorias construtivistas dão atenção especial à estruturação social e cultural na determinação da emoção. Nessa perspectiva, as estruturas sociais determinam as emoções por seus padrões de experiências, no qual o sujeito constrói suas emoções a partir das

normas sociais, da linguagem e das definições da situação que ele utiliza e que a sociedade lhe deu. Dessa forma, a concepção de emoção na teoria construtivista é de ato emocional, visto que em determinados contextos as emoções servem para manter e reforçar o sistema de relações sociais.

Diferentemente das teorias construtivistas, as teorias cognitivistas postulam uma série de processos cognitivos, entre eles o avaliativo (teoria de Mandler) e atributivo (teoria de Weiner), situando-os entre a situação estímulo e a resposta emocional, além de estudarem os conteúdos subjetivos manifestados na reação emocional ou na experiência subjetiva. Dessa forma, a concepção de emoção na teoria cognitivista é de estado emocional, visto que é desencadeada por uma série de processos cognitivos que determinam essa emoção.

Na perspectiva cognitivista as teorias e modelos desenvolvidos por Mandler e Weiner sobre a emoção exerceram bastante influência na pesquisa em educação matemática, que há alguns anos vem desenvolvendo estudos sobre a emoção trazendo fortes contribuições dessas teorias. O modelo de Mandler em particular, influenciou fortemente o trabalho de Mcleod, que nessa mesma linha é constantemente referenciado por Gómez-Chacón.

Outros estudiosos também deixaram suas contribuições sobre o tema das emoções, como as concepções clássicas de Charles Darwin e de Willian James, além das concepções cognitivas de Lazarus, Bagozzi, Ekman e Gross. Entretanto, focalizaremos nossa discussão sobre uma das perspectivas cognitivista das emoções, proposta por Mandler (1984, 1985, 1989a). Esse teórico destaca o aspecto psicológico e avaliativo da emoção, fazendo valer aproximações educacionais desenvolvidas por Mcleod (1989a) e Gómez-Chacón (2003).

1.3.3.1. Uma concepção cognitivista das emoções

As emoções são abordadas do ponto de vista psicológico por Mandler (1989a) como uma interação complexa entre o **sistema cognitivo** e **biológico**. O **sistema cognitivo** está associado à avaliação cognitiva que o indivíduo faz da situação e será o que define a qualidade da emoção, proveniente de três fontes: avaliações inatas (preferência pelo doce ou pelo amargo, por exemplo); avaliações aprendidas culturalmente (a moda, a música); avaliações de base estrutural (preferência pelo conhecido ante o desconhecido, por exemplo). O

sistema biológico está associado à ativação do Sistema Nervoso Autônomo (SNA)⁶, responsável pela percepção da emoção por meio de respostas fisiológicas involuntárias, tais como o aumento dos batimentos cardíacos, sudorese ou transtornos gastrointestinais.

Gómez-Chacón (2003, p. 22), interpretando as emoções dentro da teoria proposta por Mandler, define-as como:

respostas organizadas além da fronteira dos sistemas psicológicos, incluindo o fisiológico, o cognitivo, o motivacional e o sistema experiencial. Surgem como resposta a um acontecimento, interno ou externo, que possui uma carga de significado positiva ou negativa para o indivíduo.

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.

Segundo Mandler (1989a), a emoção é produzida pela concatenação de um processo de avaliação cognitiva e da atividade do Sistema Nervoso Autônomo, ocorrendo devido à interrupção e às discrepâncias entre pensamentos e ações. Tais discrepâncias ou interrupções referem-se a não confirmação, a frustração ou a não finalização de algo já iniciado, ou devido à violação das expectativas de alguns esquemas. Os esquemas são “representações das experiências que guiam a ação, a percepção e o pensamento que se desenvolve em função da frequência de encontros iniciais relevantes” (GÓMEZ-CHACÓN, 2003). O modelo de Mandler pode ser representado pela relação apresentada a seguir (figura 01).



Figura 01 - Representação do modelo de Mandler para o surgimento da emoção.

A **emoção** surge quando existem conflitos entre os planos e a realidade, ou entre os próprios planos. Assim, as emoções estão associadas a reorganizações do sistema cognitivo a partir desses conflitos (**interrupção**) e as novas situações são avaliadas a partir dos

⁶ 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.

esquemas preexistentes. A incongruência ou a necessidade de acomodação de um novo estímulo ao esquema preexistente levará a uma nova ativação do SNA (ativação essa também chamada de fisiológica ou *aurosal*) e a estados avaliativos positivos ou negativos especificados em termos das crenças do indivíduo (**interpretação**). Deste modo, a construção da emoção consiste na concatenação ou a consciência de algum esquema cognitivo avaliativo, juntamente com a percepção de um despertar visceral (*aurosal*).

No estudo das emoções na resolução de problemas, o autor propõe que a maioria dos fatores afetivos surge de respostas emocionais à interrupção dos planos. De acordo com Mandler, 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.

A representação a seguir (figura 02), referente ao surgimento da emoção na resolução de problemas, contém o modelo de Mandler para o surgimento da emoção na medida em que a partir de uma **interrupção**, são ativados o SNA ou o *aurosal*, e a avaliação cognitiva da situação ou a **interpretação**, que desencadeará a **emoção**. Essa emoção se refletirá nas ações e atitudes que o indivíduo toma frente à situação em que se encontra.

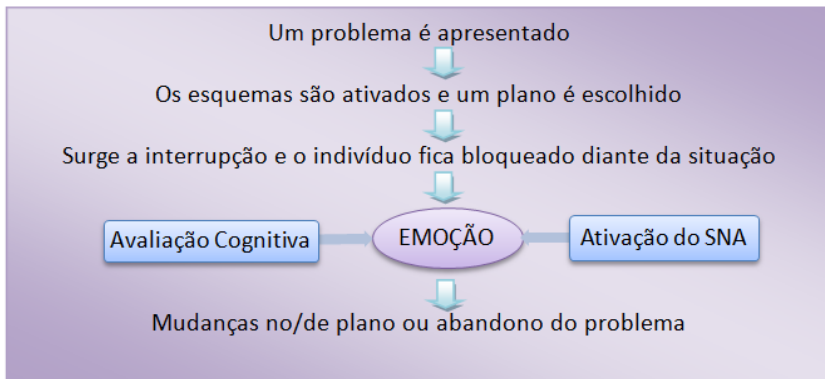


Figura 02 – Representação do surgimento da emoção na resolução de problemas.

A atividade do SNA pode ser perceptível pelo aumento do batimento cardíaco ou da carga muscular, por exemplo, e serve como mecanismo para redirecionar a atenção do indivíduo. Simultaneamente, o indivíduo tenta avaliar o significado desse inesperado ou perturbador bloqueio, dando significado à ativação do SNA. A emoção geralmente não dura muito, o indivíduo costuma se adaptar ao fato inesperado e então interpreta a situação no contexto em que se dá, podendo realizar mudanças no plano ou de plano, ou ainda abandonar o problema. Na medida em que as interrupções acontecem repetidamente em um mesmo contexto, as emoções vão se tornando menos intensas. Reduz-se a exigência no processo cognitivo e se responde de modo mais automático e menos intenso à medida que são produzidas as novas interrupções. As respostas surgem de modo mais automático, estáveis e previsíveis, se aproximando de atitudes frente àquela situação. A ativação do SNA ou o *aurosal* pode ser devido a qualquer emoção positiva ou negativa. A interpretação, claro, está influenciada por múltiplos fatores, incluindo a experiência prévia do estudante com a resolução de problemas (GÓMEZ-CHÁCON, 2003).

Nesse contexto, Mandler, ao propor sua teoria para explicar as emoções, denominada Teoria da Discrepância, afirma que qualquer discrepância na resolução de problemas representa um potencial afetivo. Classifica as discrepâncias e enfatiza em seus estudos as mais recorrentes delas que constituem a classe de **erros**. Essa teoria recebeu algumas críticas com relação à equiparação de emoção com a interrupção da ação, válido para estados emocionais negativos, mas não válido para estados emocionais positivos (ECHEVERRÍA e PÁEZ, 1989). Entretanto, sobre a interação cognição-afeto, a teoria da discrepância de Mandler (1989a) oferece uma explicação plausível para a forma como as crenças dos estudantes e sua interação com situações de resolução de problemas levam a respostas afetivas. De acordo com o autor, quando a instrução na aula é radicalmente diferente do que os estudantes esperam, eles experimentam discrepância entre suas expectativas e suas experiências, e tais discrepâncias ocasionam, possivelmente, intensas respostas emocionais.

1.4. OUTROS ELEMENTOS DO DOMÍNIO AFETIVO

Apesar de definirmos as variáveis crenças, atitudes e emoções, como descritores básicos do domínio afetivo, eles não são os únicos aspectos afetivos presentes em sala de aula. Em alguns momentos outros elementos do domínio afetivo, não explorados no quadro teórico

proposto por Mcleod (1989a,1992) e Hart (1989), mas também importantes para a compreensão da interação cognição-afeto, surgem nas atividades desenvolvidas em sala de aula. Por esse motivo abordamos o **meta-afeto**, em que exploramos a tomada de consciência pelo indivíduo de seus afetos, e a **motivação** para aprender, em que tratamos mais especificamente das metas e objetivos dos alunos ao desenvolverem uma atividade e das atribuições causais que fazem às situações de sucesso ou fracasso.

1.4.1. Meta-afeto

O **meta-afeto** é um constructo central da dimensão afetiva, pela relação que estabelece com a tomada de consciência da atividade emocional e com a gestão dos afetos pelo indivíduo. Ser consciente das próprias emoções significa ser consciente dos estados de ânimo e dos pensamentos sobre eles. A tomada de consciência dos afetos acontece pela observação, identificação e nomeação das emoções, e constitui uma importante habilidade emocional, base sobre a qual se edificam outras habilidades afetivas, tal como o autocontrole emocional (GÓMEZ-CHACÓN, 2003). Ainda que haja uma distância entre ser consciente de suas emoções e transformá-las, a tomada de consciência é fundamental para que uma transformação positiva ocorra.

Goldin (2002) e DeBellis e Goldin (2006) introduzem o termo meta-afeto para se referirem ao “afeto sobre o afeto, afeto sobre e dentro da cognição que pode ser novamente sobre o afeto, o monitoramento do afeto, e o próprio afeto como monitoramento” (GOLDIN, 2002, p. 62, tradução nossa), considerando o meta-afeto como o aspecto mais importante do domínio afetivo. Para explicar como o meta-afeto atua no indivíduo, os autores exemplificam o sentimento de medo, frequentemente visto como um estado emocional negativo sinalizando o perigo. Entretanto, na ausência de perigo real, o medo pode ser visto como uma codificação incorreta da situação e sentimento a ser evitado. O medo de uma criança pequena em ficar sozinha ou em um ambiente escuro, o medo de um adolescente em ser rejeitado ou fracassar em um objetivo, o medo involuntário de uma pessoa em falar em público ou de altura, ou ainda, o medo de uma disciplina escolar como a física, são sensações de medo em situações relativamente seguras, pois não há nenhum perigo eminente que justificaria a presença desse sentimento. Em situações como estas, o primeiro impulso do indivíduo é tentar amenizar a emoção.

O medo também pode ser encarado por alguns indivíduos como algo prazeroso e estimulante, por exemplo, ao assistir um filme de terror ou andar em uma montanha russa. Isso se dá pela crença construída pelo indivíduo de que a montanha russa é ‘realmente segura’, e nessa situação, o medo ocorre em um contexto meta-afetivo de excitação e alegria. A crença de segurança estabiliza o meta-afeto. Quanto mais medo se sente, maior é o prazer sobre o próprio medo. A sensação gratificante de sua própria coragem em ter superado o medo e a alegria antecipada de ser visto com admiração pelos amigos contribuem para aumentar o prazer desse medo. No entanto, se durante o circuito da montanha russa acontecer algum problema que ponha em risco a vida das pessoas, a experiência muda completamente, e a partir daí, o indivíduo que antes sentia um imenso prazer, sente-se ‘verdadeiramente’ com medo. O fato do indivíduo não se sentir mais seguro, crença que tinha sobre a montanha russa até então, muda a natureza do estado afetivo, e também o meta-afeto.

Entretanto, nem todas as crenças são suficientes para explicar todos os meta-afetos, como no caso de um adulto ter uma ‘ataque de pânico’ em meio a uma multidão, mesmo estando seguro. Alguns mecanismos de defesa inconscientes impedem que o indivíduo acredite de fato na sua segurança, e nesse caso, é o meta-afeto que estabiliza algum nível de crença na realidade do perigo.

O medo diante das tarefas escolares é um fenômeno comum, e pode vir com a não resolução de um problema, com a realização de uma atividade avaliativa ou com alguma falha durante a exposição do conhecimento em frente aos colegas e professor. Mesmo estudando arduamente e estando bem preparado, ou seja, na situação de segurança descrita acima, pode ser que o estudante continue experimentando o sentimento de medo durante a realização de alguma atividade escolar.

Ao tratarmos de emoções menos extremas, como a frustração durante a resolução de problemas, a variedade de meta-afetos se amplia. Para alguns estudantes, sinais de frustração antecipam o fracasso e carregam emoções negativas de modo que o contexto meta-afetivo é de ansiedade ou medo. Para outros, os mesmos sinais de frustração podem acarretar em um meta-afeto positivo em que o estudante antecipa o sucesso, ou ao menos uma experiência de aprendizagem satisfatória. Sinais de frustração indicando que a resolução do problema não é trivial podem reforçar a antecipação da alegria com o sucesso. Uma crença do aluno em sua alta probabilidade de sucesso e uma autoeficácia elevada podem contribuir para um estado emocional bastante positivo sobre a frustração.

Nas recomendações sobre os meta-afetos não é indicado que se elimine a frustração, o medo, a ansiedade, ou que se torne a disciplina escolar constantemente fácil e divertida, como objetivos afetivos. A principal sugestão sobre o meta-afeto é que se invista em desenvolvê-lo, no sentido de criar um contexto meta-afetivo em que o impasse ou a dificuldade em uma atividade sejam produtivos para a realização da tarefa (GOLDIN, 2002).

Além disso, o papel da cognição no meta-afeto é extremamente importante. Como na situação da montanha-russa, saber que o percurso realizado é seguro reorienta o medo, que seria uma emoção negativa, para uma sensação agradável de prazer. Nesse sentido, a criação de um ambiente escolar seguro, em que o estudante saiba que cometer erros não traz danos ao desempenho ou à aprendizagem, pode ser transformador de meta-afetos negativos em meta-afetos positivos.

1.4.2. Motivação

As pesquisas sobre motivação no contexto escolar têm crescido muito nos últimos anos, no Brasil e no mundo. Investigada sobre diversos enfoques teóricos revela toda sua complexidade e demonstra também uma preocupação crescente em entender aspectos relacionados à motivação. A motivação tem sido entendida, ora como fator psicológico, ora como um conjunto de fatores, ora como um processo. Atualmente, há um consenso sobre a dinâmica desses entendimentos (BORUCHOVITCH e BZUNECK, 2010; ZENORINI e SANTOS, 2010), entendida por Pintrich e Schunk (2002) como um processo, pelo fato de não podermos observá-la diretamente, mas apenas inferirmos explicações diante dos comportamentos e efeitos produzidos por ela.

A **motivação** humana é tradicionalmente diferenciada em intrínseca e extrínseca. 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. Há um número extenso de estratégias na literatura para motivar extrinsecamente os alunos (AMES, 1992; BROPHY, 1987, 1999; PINTRICH e SCHUNK, 1996, STIPEK, 1996, 1998), tais como: tornar significativas as tarefas e atividades para os alunos; diversificar procedimentos ao propor tarefas e atividades;

complementar as tarefas com o uso de embelezamentos, de conflito cognitivo, introdução de novidades e utilização de fantasia; reagir às tarefas cumpridas e avaliadas por meio de *feedback*; entre outros (BZUNECK, 2010).

Em relação à motivação para aprender a **Teoria da Autodeterminação** supera a visão dicotômica entre motivação intrínseca e extrínseca aqui apresentada. Dicotomia essa que geralmente relaciona os melhores resultados de aprendizagem e desempenho à motivação intrínseca, relegando à motivação extrínseca o papel de constructo unitário, simplesmente contraposto à motivação intrínseca. Essa teoria distingue tipos variados de regulação no comportamento em função do nível de autonomia e autodeterminação percebida, podendo a motivação extrínseca ser autodeterminada, ainda que em menor grau quando comparada à motivação intrínseca (DECI e RYAN, 1985, 1991).

Entre as teorias que tem surgido no campo da motivação, podemos ressaltar um primeiro conjunto composto por àquelas que enfocam as razões para o engajamento nas tarefas de aprendizagem, quer sejam abordando a **motivação intrínseca e extrínseca, teoria do interesse** ou **teoria de metas**. Já o segundo conjunto de teorias enfocam as expectativas de capacidade ou de envolvimento produtivo, incluindo a **teoria de atribuições de causalidade, expectativa-valor** e a de **autoeficácia** (ECCLES e WIGFIELD, 2002). Nessa seção apresentaremos a teoria de metas, também denominada de orientação para metas e a teoria de atribuição de causalidade por apontarem elementos interessantes para o estudo da dimensão afetiva em sala de aula.

1.4.2.1. Orientação para metas

Outra teoria explorada e que tem trazido contribuições para o entendimento da motivação focalizando um aspecto qualitativo do envolvimento do aluno é a **Teoria de Metas de Realização**. As metas de realização são entendidas como “um conjunto de pensamentos, crenças, propósitos e emoções que traduzem as expectativas dos alunos em relação a determinadas tarefas que deverão executar” (ZENORINI e SANTOS, 2010, p. 101), sendo representadas assim pelas diferentes maneiras de enfrentar as tarefas acadêmicas. As metas, dessa forma, expressam em diferentes níveis o motivo ou propósito pelo qual uma pessoa se envolve em uma atividade, ou seja, a meta de realização daquela tarefa.

As pesquisas que se baseiam nessa teoria, 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 (URDAN, 1997; AMES, 1992; MAEHR e MIDGLEY, 1991; WEINER, 1990; ANDERMAN e MAEHR, 1994; DWECK e LEGGETT, 1988; ELLIOT e DWECK, 1988, MEECE, BLUMENFELD e HOYLE, 1988; entre outros). Há um consenso entre os pesquisadores de que o tipo de orientação de meta que predomina no estudante influencia a maneira como se envolve nas atividades escolares.

Nessa teoria, podem ser identificados também basicamente dois tipos de orientação de metas com características distintas, a **meta aprender** e a **meta performance**. O aluno orientado à meta aprender pode ser caracterizado como aquele que busca crescimento intelectual, valoriza o esforço pessoal, enfrenta os desafios e costuma utilizar estratégias de aprendizagem mais efetivas. No entanto, o aluno orientado à meta *performance* pode ser caracterizado como aquele que está mais preocupado em demonstrar a sua própria inteligência ou desempenho escolar, do que efetivamente aprender. Alguns estudos identificaram ainda uma terceira meta, denominada de **alienação acadêmica**. O aluno orientado para essa terceira meta, pode ser caracterizado como aquele que está preocupado apenas em executar as atividades que lhe são propostas com o mínimo de esforço possível, sem se preocupar em aumentar os conhecimentos ou mostrar-se capaz, por já ter sua autoestima garantida em outras áreas fora do ambiente escolar.

As metas de realização estão relacionadas à diferentes comportamentos em relação ao empenho do aluno, nível de processamento da informação e uso de estratégias de aprendizagem. Bzuneck (1999) assinala que mesmo havendo características psicológicas contrastantes entre os diferentes tipos de metas, um mesmo aluno pode se orientar simultaneamente para as metas aprender e *performance*. O autor ressalta ainda que o intuito dessa teoria não está em rotular o aluno como desmotivado ou motivado, e sim, no desenvolvimento de diferentes tipos de motivação, demonstrar a importância das diferenças individuais (BORUCHOVITCH, BZUNECK e GUIMARÃES, 2010).

Nessa investigação não pretendemos nos aprofundar nas teorias da motivação, mas em nossos questionários e entrevistas surgem elementos motivacionais interessantes de serem explorados, visto que estão relacionados com os demais descritores que pretendemos abordar.

1.4.2.2. Atribuição causal

As explicações atribuídas pelos indivíduos sobre seu desempenho em determinadas atividades é explorada há algumas décadas na área da Psicologia. A teoria da atribuição de Weiner se destaca entre outros modelos proposto que tratam da atribuição causal. As atribuições são inferências que o indivíduo faz sobre comportamentos ou acontecimentos durante uma ação, bem como interpretações dos resultados dessas ações. Aplicada aos constructos da motivação e da emoção, essa teoria aborda os diferentes modos de explicar o comportamento pessoal e social, na tentativa de buscar as causas dos resultados alcançados pelos sujeitos nas tarefas em que se engajam.

Com o intuito de sistematizar sua teoria, Weiner (1979, 1982) propõe uma estrutura para a atribuição causal contemplando as dimensões de **locus**, **estabilidade** e **controlabilidade**. O **locus** diz respeito à localização da explicação, interna ou externa ao indivíduo, exercendo influências sobre as reações emocionais diante do sucesso ou fracasso. A **estabilidade** está relacionada à variação da atribuição de causa ao longo do tempo influenciando as expectativas acerca do provável em futuras situações. A **controlabilidade** diz respeito ao grau de controle que a pessoa exerce sobre a causa influenciando a motivação do indivíduo.

Dentre uma diversidade de explicações invocadas pelos estudantes para explicar o sucesso e o fracasso nas atividades escolares, aquelas podem ser organizadas em seis fatores principais: a **capacidade** de realizar determinada atividade, o **esforço** destinado à sua realização, as **estratégias** escolhidas para desenvolvê-la, as **características e níveis de dificuldade da tarefa**, os papéis que os **professores** assumem na realização de determinada atividade e ainda a **sorte** atribuída às realizações acadêmicas (WEINER, 1986, 1992). Cada uma dessas explicações ou atribuições causais assumem uma dimensão de locus, estabilidade e controlabilidade distinta. A **capacidade**, por exemplo, pode ser entendida como uma causa interna ao indivíduo, estável e incontrolável pelo sujeito; o **esforço e as estratégias** como internas, instáveis e controláveis; os **níveis de dificuldade da tarefa**, a **sorte** e o **professor**, como causas externas, instáveis e incontroláveis pelo sujeito.

Pode ser identificada ainda uma sequência de impactos afetivos-cognitivos envolvidos nas atribuições causais diante do sucesso ou fracasso nas atividades realizadas, assim como sistematizado no quadro a seguir (quadro 01). Por exemplo, nas situações em que o estudante atribui à sua capacidade a execução de uma tarefa com sucesso, as

reações afetivas são bastante positivas, desencadeando sentimentos de competência, confiança em si mesmo, orgulho e satisfação. As expectativas para o sucesso futuro são elevadas e o estudante sente-se responsável diante do sucesso alcançado. No entanto, diante do fracasso, as reações afetivas se tornam negativas, desencadeando sentimento de incompetência, perda de confiança em si mesmo e frustração. Nesse caso, as expectativas para o fracasso futuro é que são elevadas e o estudante sente-se responsável diante do fracasso atingido. A atribuição de causalidade devido à capacidade tem implicações sérias para a motivação e envolvimento dos estudantes nas atividades escolares, em especial nas situações de fracasso, pela sua dimensão interna e incontrolável ao indivíduo.

Nas situações em que o estudante atribui ao seu esforço a execução de uma tarefa com sucesso, as reações afetivas positivas implicam nos sentimentos de orgulho, satisfação e controle, e a sensação de responsabilidade diante do sucesso. Já diante do fracasso, os sentimentos são de culpabilidade e descontrole, além de expectativas de prevenir o fracasso futuro. A dimensão controlável da atribuição causal de esforço torna essa dimensão menos indesejável que a atribuição de capacidade, visto que, nesse caso, o estudante tem controle e expectativas de prevenir o fracasso futuro, ou seja, pode agir no sentido de se esforçar mais para prevenir o fracasso em situações futuras.

Nas situações em que o estudante atribui à sorte a execução de uma tarefa, seja com sucesso ou fracasso, as reações afetivas positivas implicam na sensação de surpresa e ausência de responsabilidade diante do sucesso. As situações em que se atribui a sorte como causa do sucesso ou a falta de sorte como causa do fracasso na execução de uma atividade são indesejadas, pois a sua recorrência revela o desconhecimento da capacidade e do esforço como atribuições causais. Além do mais, a sorte não estabelece relação alguma com elementos esperados na execução das tarefas como o envolvimento e motivação.

Apesar de conter o mesmo lócus de causa, estabilidade e controlabilidade da sorte, a atribuição causal ao professor pela execução de uma tarefa desencadeia reações diferentes daquelas elencadas para a sorte. Nas situações de sucesso, os estudantes tem sensação de gratuidade, donativo e indiferença a essa causa; e nas situações de fracasso, os sentimentos são de conformismo, ira e raiva.

Quadro 01 – Atribuições causais e reações afetivas diante do sucesso e do fracasso escolar.⁷

Atribuição causal	Reações afetivas diante do sucesso	Reações afetivas diante do fracasso
Causa interna, estável e incontrolável: capacidade.	<ul style="list-style-type: none"> • Sentimento de competência, confiança em si mesmo, orgulho e satisfação. • Expectativa elevada de sucesso futuro. • Responsabilidade diante do sucesso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sentimento de incompetência, perda de confiança em si mesmo e frustração. • Expectativa elevada de fracasso futuro. • Responsabilidade diante do fracasso.
Causa interna, instável e controlável: esforço.	<ul style="list-style-type: none"> • Orgulho e satisfação. • Responsabilidade diante do sucesso. • Sentimento de controle. 	<ul style="list-style-type: none"> • Culpabilidade. • Responsabilidade diante do fracasso. • Sentimentos de controle e expectativas de prevenir o fracasso futuro.
Causa externa, instável e incontrolável: sorte.	<ul style="list-style-type: none"> • Surpresa. • Ausência de responsabilidade diante do sucesso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Surpresa. • Ausência de responsabilidade diante do fracasso.
Causa externa, instável e incontrolável, controlada por outros: professor.	<ul style="list-style-type: none"> • Gratuidade ou donativo. • Indiferença. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conformismo, ira e raiva.

As dimensões de causalidade e as crenças individuais que influenciam os sucessos e fracassos nas atividades escolares desempenham papel essencial no rendimento, nas emoções e na motivação para aprender dos estudantes. Apesar de ser possível estabelecer relações entre a aprendizagem, o rendimento e as atribuições dos alunos, essas relações não são lineares, e pesquisadores se dedicam à investigação da atribuição causal em um variado espectro de possibilidades. Algumas indicações chamam a atenção, em especial àquelas que se referem aos alunos com baixo desempenho acadêmico.

⁷ Quadro adaptado de Almeida e Guisande (2010, p. 150).

Esses estudantes tendem a atribuir com frequência os sucessos a fatores com *locus* externo, tais como a sorte, a facilidade nas tarefas e avaliações ou ainda, ao professor; e os insucessos a fatores com *locus* interno, em geral a falta de capacidade.

1.5. UMA VISÃO INTEGRADA DOS DESCRITORES DO DOMÍNIO AFETIVO

O domínio afetivo é bastante complexo, apresentando uma infinidade de relações que podem ser estabelecidas entre os elementos que o compõem. Nesse capítulo optamos por abordar os referenciais que tratam esse domínio a partir de uma visão cognitivista das emoções. Das referências psicológicas de Mandler às leituras para a educação matemática feitas por Mcleod, finalizando com a leitura e contribuição dos pesquisadores que nas últimas duas décadas vem se debruçando sobre esse tema, investigando-o, desenvolvendo-o e trazendo contribuições importantes para a área de pesquisa da educação científica e matemática.

Entre as variações sobre a perspectiva de domínio afetivo adotada, DeBellis e Goldin (2006) 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 é representado pela figura a seguir (figura 03). Nesse modelo os autores incluem aos subdomínios das crenças, atitudes e emoções assinalados por Mcleod (1989a), o subdomínio dos **valores**, criando um modelo tetraédrico para o domínio afetivo. Os subdomínios das crenças, das atitudes e emoções, assumem as mesmas definições propostas por Mcleod (1989a) e Hart (1989), 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” (DEBELLIS e GOLDIN, 2006, p. 135 tradução nossa). Os valores ajudam a motivar as escolhas a longo prazo e as prioridades a curto prazo, podem 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 o subdomínio correspondente 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.

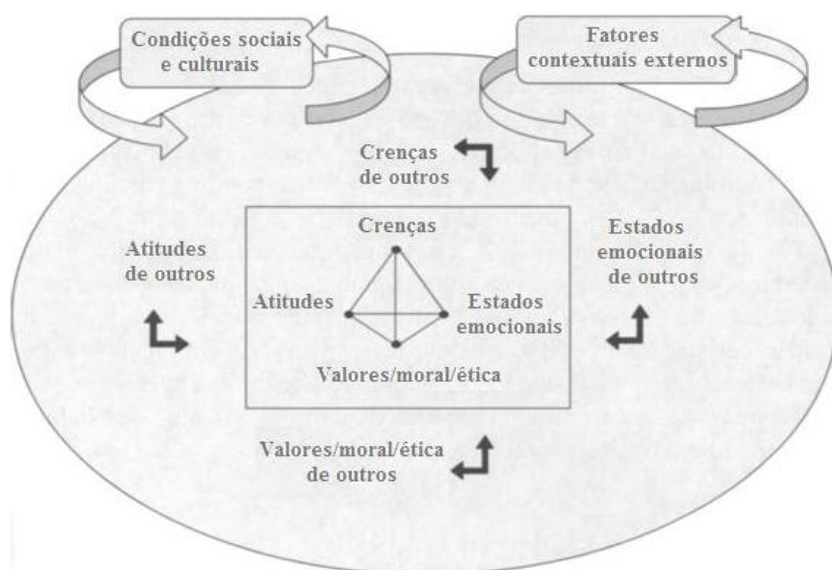


Figura 03 – Modelo tetraédrico que descreve o domínio afetivo segundo DeBellis e Goldin (2006).⁸

Outro modelo interessante consiste no proposto por Zusho, Pintrich e Coppola (2003), representado pela figura a seguir (figura 04), que relaciona **características pessoais** e do **contexto de sala de aula** com **processos motivacionais** e **processos cognitivos**, influenciando-se mutuamente, e determinando os **resultados** alcançados pelos estudantes na realização das tarefas acadêmicas. Idade, gênero, etnia e conhecimentos prévios, constituem as **características pessoais**

⁸ Figura adaptada de DeBellis e Goldin (2006, p. 135)

consideradas pelos autores. Já os **fatores contextuais de sala de aula** consistem nas tarefas acadêmicas, estruturas de recompensa, métodos instrucionais e comportamento do instrutor. Entre os **processos motivacionais** estão as crenças de autoeficácia, as crenças de valor da tarefa, as orientações para metas e o afeto (interesse e ansiedade). Os **processos cognitivos** compreendem as estratégias cognitivas e as autorreguladoras. Por fim, os **resultados** são compostos pelas escolhas, esforço, persistência e desempenho acadêmico.

Em relação aos processos motivacionais os Zusho, Pintrich e Coppola (2003) definem os termos crenças de autoeficácia, crenças de valor da tarefa, orientação para metas e afeto. As crenças de autoeficácia e de orientação para metas foram exploradas nas sessões anteriores desse mesmo capítulo. As crenças de valor da tarefa se referem às crenças dos alunos sobre a importância e utilidade de uma atividade, um conteúdo, uma disciplina, ou um curso. Quanto maior essas crenças, maior o interesse do aluno sobre a tarefa, e maior o processamento cognitivo e desempenho acadêmico do estudante (PINTRICH, 1999; PINTRICH e GARCIA, 1991). Por fim, os autores definem o afeto como um componente motivacional comportando o interesse e a ansiedade. O interesse se refere ao interesse pessoal do estudante sobre uma tarefa ou atividade, uma disciplina ou um curso. Quanto maior o interesse, mais elevados os níveis de realização do estudante (PINTRICH, 1999; PINTRICH e SCHRAUBEN, 1992). Já a ansiedade se refere às preocupações e emoções negativas do estudante sobre suas realizações em sala de aula. A ansiedade geralmente tem um impacto negativo sobre o processamento cognitivo e desempenho acadêmico do estudante (ZEIDNER, 1995).

Esse modelo assume as relações recíprocas entre os vários componentes – pessoais, contextuais, motivacionais, cognitivos e os resultados – influenciando-se mutuamente de acordo com a perspectiva social cognitiva da motivação. Em seu trabalho, Zusho, Pintrich e Coppola (2003) se concentram em apenas três componentes do modelo: os processos motivacionais, os processos cognitivos e os resultados, e elencam contribuições significativas em seu estudo. No entanto, apontam essa limitação e sugerem que estudos futuros devem considerar como esses processos podem ser moderados em sala de aula, de acordo com os fatores contextuais desse ambiente, além de se analisar profundamente como características pessoais formam os processos motivacionais e cognitivos dos estudantes.

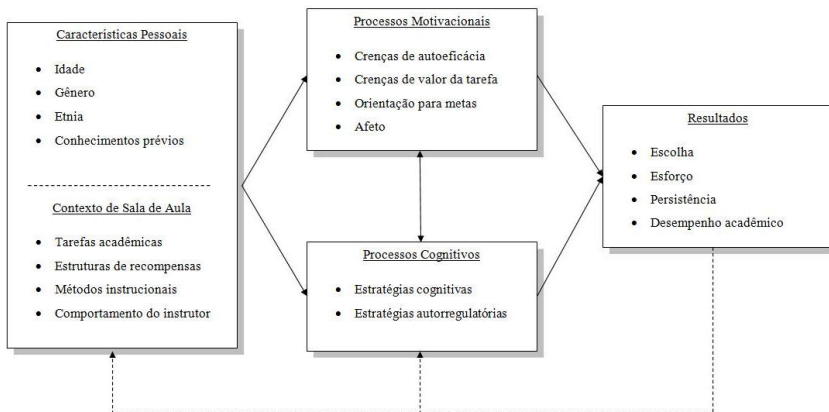


Figura 04 – Modelo geral da motivação e da aprendizagem autorregulada proposto por Zusho, Pintrich e Coppola (2003).⁹

Como podemos perceber há uma infinidade de questões a serem exploradas e relações a serem estabelecidas na temática da afetividade. Nesse trabalho pretendemos focar nosso olhar na interação entre os processos afetivos considerados – crenças, atitudes, emoções – com os processos cognitivos desenvolvidos pelos estudantes nas atividades didáticas de resolução de problemas de física. Na análise, além desses aspectos, levaremos em consideração o subdomínio dos valores de DeBellis e Goldin (2006) e a forma como os processos supracitados se relacionam segundo o modelo de Zusho, Pintrich e Coppola (2003). Em complemento, julgamos necessário levar em conta o papel do meta-afeto e das atribuições nas atividades didáticas de resolução de problemas.

⁹ Figura adaptada de Zusho, Pintrich e Coppola (2003, p. 1082).

2. O DOMÍNIO AFETIVO NO ÂMBITO DA INVESTIGAÇÃO SOBRE A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E MATEMÁTICA

No ensino de ciências, particularmente no ensino de física, parte significativa da carga horária das aulas é dedicada às atividades didáticas de resolução de problemas (ADRP). Apesar dessa dedicação expressiva, o que se constata é um baixo desempenho dos alunos nesse tipo de atividades. Essa aparente contradição tem sido tema de estudo de vários pesquisadores que há algumas décadas apresentam alternativas com o intuito de reverter essa situação (BECERRA-LABRA, GRAS-MARTÍ e MARTÍNEZ-TORREGROSA, 2005, 2007; POZO e CRESPO, 1998; PEDUZZI, 1997; ESCUDERO, 1996).

Devido à tradição na pesquisa sobre resolução de problemas, é possível encontrar na literatura resultados relevantes no que diz respeito às dimensões cognitiva e metodológica envolvidas nesse tipo de atividades. A importância atribuída à resolução de problemas é justificada pelo seu papel no processo de escolarização que, segundo Vasconcelos e outros (2007), possui a função de ‘motor do ato de pensar’. Caballer-Senabre (1994) também justifica a importância da resolução de problemas, que além de essencial na atividade científica, configura-se um processo intelectual decisivo para a aprendizagem das ciências.

Gil-Pérez, Matínez-Torregrosa e Senent-Pérez (1988), na tentativa de explicar o baixo desempenho dos alunos na resolução de problemas, em um levantamento realizado com professores espanhóis, constataram que o aparente fracasso está atrelado à falta de conhecimentos teóricos dos alunos, sobre temas, conceitos e leis que os problemas abordam e ao escasso domínio que eles têm sobre a linguagem matemática. No Brasil, estudos mais recentes também revelam uma situação preocupante. Custódio, Clement e Ferreira (2012), em um estudo realizado sobre as crenças de professores em relação à resolução de problemas em aulas de física, constataram que o fracasso geralmente é relacionado à falta de habilidades de interpretação textual e matemática dos alunos. Outra possível justificativa para o fracasso em aulas de física, bem como na matemática e nas demais ciências, refere-se às falhas praticadas pelos professores em seus planejamentos escolares.

Outras pesquisas explicam o baixo desempenho pelo fato dos alunos não considerarem as atividades de resolução de problemas como reais problemas a serem enfrentados. Segundo Saviani (2000, p.14) “(...)

a essência do problema é a necessidade”, e nesse sentido, um problema corresponde a uma situação cuja solução é desconhecida pelo indivíduo, mas que precisa ser encontrada. O autor destaca também que essa necessidade deve partir do próprio indivíduo ao se defrontar com a situação.

Nesse contexto, considerando que o reconhecimento de uma situação como problemática é individual, Echeverría e Pozo (1998) apresentam uma distinção entre problema e exercício. Segundo os autores:

(...) um problema se diferencia de um exercício na medida em que, neste último caso, dispomos e utilizamos mecanismos que nos levam, de forma imediata, à solução. Por isso, é possível que uma mesma situação represente um problema para uma pessoa enquanto que para outra esse problema não existe, quer porque ela não se interesse pela situação, quer porque possua mecanismos para resolvê-la com um investimento mínimo de recursos cognitivos e pode reduzi-la a um simples exercício (...). (p. 16)

Na medida em que sejam situações mais abertas ou novas, a solução de problemas representa para o aluno uma demanda cognitiva e motivacional maior do que a execução de exercícios, pelo que, muitas vezes, os alunos não habituados a resolver problemas se mostram inicialmente reticentes e procuram reduzi-los a exercícios rotineiros. (p. 17)

Entretanto, essa distinção é bastante sutil, não sendo especificada em termos absolutos. Uma situação proposta pode representar um problema genuíno para uma determinada pessoa, enquanto que para outra, ou para esta própria pessoa em um momento posterior, a mesma situação pode ser vista como um mero exercício. Deste modo, esta diferenciação dependerá de cada indivíduo, da situação proposta e de sua atitude diante dela (PEDUZZI, 1997). Nesse sentido, para que o aluno se envolva na atividade, deverá ser convencido de que seu esforço valerá à pena e de que a situação proposta representa um problema a ser resolvido. Ou seja, “que há uma distância entre o que sabemos e o que queremos saber, e que essa distância merece o esforço de ser percorrida” (POZO e ANGÓN, 1998, p. 159).

Além dos estudos apresentados, outros de grande relevância, que tratam do papel da modelagem mental no enunciado dos problemas

(COSTA e MOREIRA, 1998, 2000, 2002) de modelos de ensino de resolução de problemas (BECERRA-LABRA, GRAS-MARTÍ e MARTÍNEZ-TORREGROSA, 2005, 2007), e outros aspectos relevantes nesse tipo de atividades podem ser encontrados na literatura. A variedade de investigações teóricas e empíricas evidencia a tradição em pesquisa sobre resolução de problemas com resultados significativos e bastante explorados nas dimensões cognitivas e metodológicas, estando ainda em aberto o estudo da dimensão afetiva. A dimensão afetiva interfere nesse processo, podendo ter consequências sobre o desempenho dos alunos na resolução de problemas (LESTER, 1983; MCLEOD, 1989a). Embora, professores e pesquisadores reconheçam a influência dessa dimensão, são poucos os que incluem essa perspectiva em suas investigações, e tal relutância está relacionada à argumentação de que falta uma perspectiva teórica adequada para tanto (MCLEOD, 1989a; GÓMEZ-CHACÓN, 2003).

As implicações das investigações na perspectiva afetiva chamam a atenção de pesquisadores, e são particularmente importantes para a resolução de problemas. Um indivíduo, ao não conseguir executar seu plano de ação frente ao problema proposto, pode experimentar emoções negativas como frustração e tristeza. Tais emoções, entre outras que surgem nessa mesma situação, podem bloquear o indivíduo, levando-o ao abandono do problema pelo descontrole dessas emoções. Estes bloqueios, ao se tornarem sucessivos, podem levar o indivíduo a interpretar as falhas iniciais como um sinal de que deve abandonar a resolução, enfrentando, assim, emoções negativas com a não execução da tarefa (GÓMEZ-CHACÓN, 2003). Segundo Gómez-Chacón (2003), as crenças dos estudantes sobre a natureza do conteúdo ou da atividade matemática também podem gerar bloqueios e conduzir a estados afetivos negativos. Nessa mesma perspectiva, Mcleod (1992) evidencia em seus estudos que as emoções positivas podem vir associadas à construção de ideias novas, enquanto as negativas podem acompanhar os bloqueios na resolução do problema, podendo levar os estudantes a formularem suposições distorcidas sobre a resolução de problemas. Mcleod (1989a) ainda assinala que as implicações de uma investigação sobre afetividade e resolução de problemas são especiais para alunos com baixo desempenho.

Além dos trabalhos listados acima, outros que serão apresentados na seção seguinte contribuem significativamente à pesquisa nessa perspectiva por levantarem questões que possibilitam a reflexão sobre a influência dessa dimensão em atividades de resolução de problemas, sejam eles de matemática ou de física. O avanço das pesquisas em

educação matemática nas investigações de resolução de problemas, permeado pela preocupação em tratar questões afetivas presentes nesse tipo de atividades, em busca de uma melhor compreensão do seu papel no processo de ensino e aprendizagem, serve de inspiração para tratar das mesmas questões no ensino de física. Assim como a situação inicial em que se encontrava a educação matemática, o ensino de física se depara com a falta de uma perspectiva teórica que guie os estudos das questões afetivas. Entretanto, utilizando os avanços conseguidos pela educação matemática, é possível realizar um estudo nessa temática no campo do ensino de física. Aproximações no estudo da resolução de problemas então se tornam plausíveis tendo em conta o papel desempenhado pela matemática na física, de estruturante do pensamento científico na construção de modelos explicativos dos fenômenos naturais (SILVA e PIETROCOLA, 2003).

2.1. REVISÕES SOBRE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E AFETIVIDADE

As implicações dos afetos sobre a aprendizagem chamam a atenção de professores e pesquisadores. 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, enquanto que na física esse tipo de estudo é bastante escasso. As investigações encontradas, em sua maioria trazem influências das ideias de Mcleod e Mandler para a afetividade no contexto da resolução de problemas, já apresentadas no capítulo anterior. Na sequência exploramos algumas dessas investigações que trazem contribuições para a pesquisa do domínio afetivo, e à investigação que realizamos. Apesar de não tratarmos aqui, estamos cientes da existência de outras investigações que desenvolvem seus estudos com professores nos cursos de formação inicial e continuada e que também são importantes para a área. Entretanto, optamos por restringir a apresentação de investigações que focalizassem a aprendizagem de conceitos e a geração, desenvolvimento e controle dos afetos.

Entre as primeiras investigações desenvolvidas destaca-se o estudo de Cobb, Yackel e Wood (1989) voltado inicialmente ao desenvolvimento da autonomia intelectual e moral e da motivação dos alunos no envolvimento em atividades de resolução de problemas. Os autores também exploraram as relações entre as crenças dos estudantes, seus atos emocionais e a rede de obrigações e expectativas que

constituem o contexto social de aprendizagem matemática. A expressão atos emocionais é utilizada para se referir aos aspectos afetivos, que comportam uma racionalidade decorrente da ordem local, e que, portanto, sua adequação depende do contexto em que se encontra. Nesse sentido, os autores alertam para a importância de contextualizar socialmente as emoções, e aconselham o estabelecimento de normas sociais entre alunos e professor em sala de aula. Normas essas que incidem sobre as crenças dos alunos sobre o papel do professor e seu papel enquanto aluno, influenciando assim os atos emocionais.

Particularmente nesse estudo, o professor de matemática da sala de aula analisada, ‘ensinava’ seus alunos de que forma deveriam se sentir durante determinadas situações, como ao não conseguir resolver um problema, por exemplo. As crenças desses estudantes sobre a natureza da atividade matemática e sobre a resolução de problemas influenciavam seus atos emocionais. Em suas aulas, o professor enfatizava que a resolução de problemas não consistia em uma atividade simples, incentivando os alunos a persistirem na tarefa e aceitando as contribuições de todos da classe. Essas intervenções tiveram grande importância durante as sessões de resolução de problemas, de forma que suscitaram nos estudantes a expectativa de encontrar dificuldades nas resoluções, e por esse motivo, o entendimento de que os bloqueios ocorridos não seriam interrupções inesperadas, mas que faziam parte do processo. Ao final dessa condução afetiva em sala de aula, tanto o professor como os alunos passaram a ter um nível de controle e de consciência dos atos emocionais gerados durante a resolução de problemas matemáticos.

Ainda entre os primeiros estudos, Thompson e Thompson (1989), se propuseram a investigar como os professores utilizam as recomendações que são dadas sobre os aspectos afetivos, e como lidam com essas reações dos alunos durante atividades de resolução de problemas. Nessas atividades, os pesquisadores focaram suas observações nas ações do professor de matemática e em três alunos, previamente escolhidos de acordo com suas aptidões e atitudes com relação à matemática (atitude positiva e aptidão elevada, atitude negativa e aptidão baixa, atitude positiva e aptidão baixa). Os alunos selecionados foram observados e videogravados durante sessões de resolução de problemas individuais e em pequenos grupos. Após cada sessão, os alunos eram entrevistados e questionados em relação às soluções praticadas, pensamentos e sentimentos, expressões faciais e outras ações físicas que poderiam indicar estados afetivos em diferentes pontos da videogravação.

Thompson e Thompson(1989) apontam o potencial da resolução de problemas de criar conflitos e divergências que são susceptíveis de desencadear as reações afetivas em estudantes e nos professores. As crenças entre os estudantes e professores de que na resolução de problemas é necessário obter respostas ‘corretas’ e que há pouco valor em uma tentativa que não conduza a tal ‘resposta correta’ devem ser modificadas para que os alunos possam se conscientizar das reações afetivas desencadeadas pelos bloqueios e interrupções nos planos, de forma a gerenciar suas emoções. Os autores sugerem também que a resolução de problemas em pequenos grupos serve para aliviar as pressões enfrentadas pelos estudantes quando resolvem problemas individualmente, reduzindo dessa forma a probabilidade dos alunos experimentarem sentimentos negativos intensos, e contribuindo para uma atitude geralmente favorável em relação à resolução de problemas. Entretanto assinalam que a ausência total de emoções negativas, como frustração e ansiedade, entre os estudantes, 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 elas ocorrem e o que leva os alunos a perseverarem em sua missão, mesmo quando isso implica algum grau de conflito.

Lester, Garofalo e Kroll (1989), que tinham como objetivo original apenas o de investigar o papel da metacognição em atividades de resolução de problemas e o comportamento metacognitivo de estudantes, propuseram em seu estudo a investigação de aspectos como as atitudes, crenças, controle e fatores contextuais em atividades de resolução de problemas. Em relação aos aspectos afetivos, os autores enfatizaram o nível de interesse em diversos tipos de problemas, a autoconfiança dos alunos em desenvolver esses problemas, sua percepção na dificuldade dos problemas, suas crenças sobre a natureza da matemática e sobre a resolução de problemas de matemática. Os pesquisadores também tinham a intenção de explorar a possibilidade de ensinar os estudantes a serem mais autoconscientes de seus comportamentos na resolução de problemas, como também formas de monitorar e avaliar esses comportamentos.

No desenvolvimento do estudo em sala de aula, os pesquisadores observavam alunos da sétima série resolvendo problemas rotineiros e não rotineiros individuais e em duplas, e a condução pelo professor das sessões de resolução de problemas. Após as atividades de sala de aula, os pesquisadores realizavam entrevistas com os alunos observados sobre o desempenho na resolução de problemas, suas atitudes, interesse e crenças que dizem respeito ao fazer matemática e à resolução de

problemas, bem como analisavam as soluções dos problemas escritas pelos alunos.

Lester, Garofalo e Kroll (1989) postularam 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. Para ilustrar as relações que puderam ser estabelecidas entre os fatores investigados, os autores apresentam cenários construídos a partir das observações em sala de aula. Esses cenários relacionam: (1) a autoconfiança e o desempenho na resolução de problemas; (2) o desempenho e o desempenho na resolução de problemas; (3) as crenças sobre a matemática e a resolução de problemas; e, por fim, (4) a metacognição e o desempenho na resolução de problemas. Além desses cenários 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.

Por fim, os autores apontam conjecturas em torno da metacognição e dos aspectos afetivos investigados. 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. Apontam que o treinamento da metacognição é mais eficaz quando ocorre no contexto da aprendizagem de conceitos matemáticos específicos e técnicas, quando se torna parte natural e indispensável da instrução de todos os tópicos de matemática. Além do mais, o monitoramento eficaz exige saber não só o que e quando monitorar, mas também como fazê-lo. Os estudantes podem ser ensinados o que e quando monitorar de forma relativamente fácil, mas ajudá-los a adquirir as habilidades necessárias para controlar eficazmente é mais difícil. Enfim, a persistência na resolução de problemas não é necessariamente uma virtude, pois algumas vezes um indivíduo que persegue ‘cegamente’ um objetivo, e o faz por um longo tempo sem obter sucesso, pode estar tentando atingi-lo por um caminho equivocado, como por exemplo, na resolução de um problema. Nesse caso, um bloqueio e a reavaliação da situação parecem ser desejáveis. A persistência é uma característica valiosa quando acompanhada por comportamentos de controle adequados.

Mais recentemente, em uma edição da *Educational Studies in Mathematics*, destinada especialmente à apresentação e discussão de investigações com foco em aspectos afetivos da aprendizagem, Zan e outros (2006) apresentam uma introdução ao tema da afetividade apontando alguns estudos pioneiros com relação ao tema. Entre eles,

apresentaram estudos que se destinam a estudar a ansiedade e as atitudes em relação à matemática, assim como as críticas recebidas direcionadas a essas investigações. Em seguida mostram como a publicação *Affect and mathematical problem solving*, editada por Mcleod e Adams (1989), contribuiu para superar as críticas apontadas anteriormente a essa perspectiva teórica. Segundo Zan e outros (2006), a principal contribuição dessa obra é a concepção de um modelo “construtivista-cognitivo” (MANDLER, 1989a; MCLEOD, 1989) para descrever o processo de experiência emocional na resolução de problemas. Esse modelo, apresentado no capítulo anterior, concebe a emoção como a concatenação do estímulo fisiológico e da avaliação cognitiva da situação a partir de uma discrepância entre as expectativas e as demandas da atividade. Além das contribuições de Mcleod e Adams (1989) e Mcleod (1992), Zan e outros (2006) exploram também como ocorreu o crescimento e desenvolvimento das pesquisas em motivação e interesse.

Entre os artigos dessa edição do periódico *Educational Studies in Mathematics*, alguns são interessantes à nossa investigação por abordarem aspectos afetivos durante a realização de atividades de resolução de problemas em contexto de sala de aula. Esses artigos serão apresentados na sequência.

Op’t Eynde e Hannula (2006), com o objetivo de investigar o papel das crenças e das emoções durante a resolução de problemas de matemática, desenvolveram um estudo com 16 estudantes de 14 anos de idade de quatro escolas diferentes empregando uma metodologia bastante semelhante com a que utilizamos em nossa investigação. Inicialmente os alunos respondiam a um questionário, conhecido como *Mathematics Related Beliefs Questionnaire (MRBQ)*, com perguntas referentes às suas crenças em relação ao professor, à matemática e a si mesmos. Em seguida, em contexto de sala de aula, os estudantes participavam de sessões de resolução de problemas. Durante essas atividades os alunos realizavam suas resoluções com registro escrito, em áudio e em vídeo em que eram solicitados a resolver em voz alta. Por fim, esses alunos eram convidados a participarem de uma entrevista denominada *Video Based Stimulated Recall Interview (VBSRI)*, em que cada aluno era confrontado com sua imagem e suas falas e questionado pelo entrevistador.

Nesse artigo, Op’t Eynde e Hannula (2006) apresentam o caso de um dos participantes do estudo, o aluno Frank. Com o intuito de exemplificar as relações entre as emoções, interesses, crenças e motivação do estudante durante a atividade de resolução de problemas, a

apresentação do caso é bastante descritiva, o que possibilita aos leitores fazerem a análise do caso a partir de diferentes quadros teóricos. O aluno Frank tem uma crença sobre si mesmo elevada, é confiante em suas competências matemáticas, gosta de matemática, considerando-a importante e interessante. O estudante tem uma perspectiva bastante dinâmica da matemática, de que ela está em desenvolvimento, e que há mais de uma maneira correta de resolver um problema e a percebe como um domínio no qual pode mostrar sua competência e excelência. Evidencia ainda sua preferência por um professor ativo que conduza as aulas, em que os alunos tenham um papel mais passivo. Frank parece ser um aluno sem estímulos emocionais, apesar de, durante a resolução de problemas, experimentar uma série de emoções. Na atividade apresentada no artigo, o aluno se sentiu um pouco nervoso devido ao contexto da investigação e por não se sentir seguro de que conseguiria resolver a tarefa.

A partir do mesmo estudo desenvolvido por Op't Eynde e Hannula (2006) descrito acima, Op't Eynde, De Corte e Verschafeel (2006) focaram seu trabalho na investigação dos processos emocionais dos mesmos 16 estudantes enquanto resolviam problemas de matemática em sala de aula. 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, os autores 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 enfatiza 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 (2006) analisaram a relação entre as crenças relacionadas com a matemática, as emoções e o comportamento dos estudantes na resolução de problemas durante as aulas de matemática. O objetivo era documentar como os estudantes se envolviam na resolução de problemas matemáticos em aula, enfatizando a dimensão emocional do seu comportamento ao lado de aspectos motivacionais, cognitivos e metacognitivos. Os instrumentos utilizados para coleta de dados consistiram basicamente em: *On-line Motivation Questionnaire* (OMQ), *Mathematics Related Beliefs Questionnaire*

(MRBQ) e *Video Based Stimulated Recall Interview* (VBSRI), utilizados também em Op't Eynde e Hannula (2006).

Na primeira fase do estudo Op't Eynde, De Corte e Verschafeel (2006) analisaram as respostas dos alunos ao OMQ, as entrevistas VBSRI transcritas e as gravações dos das atividades de resolução de problemas. A partir desse material, os pesquisadores produziram ricas narrativas sobre os alunos resolvendo problemas e experienciando emoções. Em uma segunda fase, os autores se preocuparam em identificar e rotular as emoções por meio de uma triangulação dos dados obtidos pelas expressões faciais observáveis, nas falas e nas ações corporais das gravações em áudio e vídeo, bem como nas interpretações e avaliações explicadas nas entrevistas. Em uma terceira fase da análise, os autores reanalisaram as respostas ao OMQ e ao MRBQ, com o intuito de estabelecer relações entre as crenças dos alunos relacionadas à matemática e seus comportamentos na resolução de problemas. Após esse aprofundamento, em uma última fase os autores optaram por horizontalizarem a análise em busca de padrões e diferenças fundamentais entre os estudantes, que poderiam aumentar a compreensão sobre o que acontece durante a resolução de problemas e, mais especificamente, sobre o papel da emoção no processo.

Op't Eynde, De Corte e Verschafeel (2006) constataram que muitas das emoções são frequentemente observadas em uma ordem particular caracterizada pela intensificação do *aurosol* conectados aos processos de interpretação e avaliação específicos. Por exemplo, o aluno Frank iniciou a resolução de um dos problemas se sentindo **preocupado**, tornando-se **frustrado** passado algum tempo sem conseguir resolvê-lo, depois em **pânico**, e terminando com **raiva**. No geral, essas emoções negativas estão relacionadas aos momentos que os estudantes não conseguem resolver o problema tão fluentemente quanto esperavam. Experienciar a inadequação das estratégias cognitivas é aparentemente mais emocional que um processo metacognitivo, apesar da intensidade da emoção diferir significativamente entre estudantes. A experiência emocional, em especial a negativa, pode desencadear nos estudantes um redirecionamento de seu comportamento em busca de estratégias cognitivas alternativas para encontrar uma saída para o problema, e somente ao experienciarem 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 (2006) conduziram um estudo com o objetivo de investigar o desenvolvimento do domínio afetivo, composto pelos subdomínios das crenças, atitudes, emoções e valores, em 19 estudantes do ensino básico de quatro escolas públicas. 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. A metodologia empregada nesse estudo consistia em uma série de cinco entrevistas clínicas individuais que ocorreram ao longo de dois anos. Durante as entrevistas, que eram videogravadas e duravam entre 45 e 60 minutos, os alunos eram solicitados a resolver problemas de matemática, incluindo problemas não rotineiros. As entrevistas eram planejadas pelo grupo de pesquisa e conduzidas por um educador matemático. Além do entrevistador, participavam da entrevista um observador e duas pessoas para manusear as duas câmeras que filmavam a entrevista. Os afetos dos entrevistados eram aferidos de acordo com suas expressões faciais, movimentação corporal, tempo de resposta ao longo da entrevista, falas e sons emitidos. Os autores utilizam como referência para suas inferências o *Maximally Discriminative Facial Movement Coding System* (IZARD, 1979), denominado de MAX, método utilizado para a descrição objetiva da atividade facial. Para esse método, cada conjunto de expressões faciais, pode ser codificado como resposta a um estado emocional distinto, e assim caracterizando uma emoção.

Quanto ao estudo realizado, DeBellis e Goldin (2006) concluem 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. Além do mais, o afeto tem carga

de significado para o indivíduo, e tratar o meta-afeto é uma maneira de entender esse significado. Por fim, os autores acreditam que o desenvolvimento de estruturas afetivas e meta-afetivas, como as de integridade e intimidade matemática, podem ser cruciais na aprendizagem matemática pelos indivíduos. O quadro teórico desenvolvido pelos autores, apesar de estar voltado à matemática, traz bastantes contribuições para os estudos dos afetos na física, conceitos de integridade e intimidade matemática, se estudados com mais profundidade, podem ser desenvolvidos para a física e inseridos em futuras investigações. A metodologia empregada pelos autores também parece interessante, no entanto exige um treinamento do pesquisador na realização de entrevistas clínicas, e a presença de observadores especialistas em métodos de análise da atividade facial.

Ainda na educação matemática, Neves e Carvalho (2006) desenvolveram um estudo com a finalidade de investigar a influência dos aspectos afetivos na atividade matemática dos alunos, durante a realização de tarefas escolares em contexto de sala de aula. As autoras compartilham de uma perspectiva construtivista, considerando a aprendizagem de matemática uma atividade ativa de resolução de problemas. O estudo foi desenvolvido com alunos de matemática do 8º ano. Os procedimentos de investigação compreendiam a observação de onze aulas de matemática, algumas delas videogravadas, com foco em dois grupos específicos. Com essas observações, as pesquisadoras enfocavam as dinâmicas ocorridas dentro da sala de aula entre os alunos, entre os alunos e a professora, a atuação da professora, e os raciocínios matemáticos desenvolvidos pelos alunos. Em sala de aula, as pesquisadoras propuseram três questionários denominados Atividade, Ficha Biográfica e O que Penso da Matemática. No último questionário os alunos tinham que descrever suas experiências positivas e negativas com a disciplina de matemática e com os professores, interesse pela matemática, a relação que os pais estabeleceram com a disciplina de matemática enquanto estudantes, questionamentos sobre as emoções e sentimentos nas aulas de matemática, antes, durante e depois das avaliações, escolhas de carreira, entre outras. Enfim, com esse questionário as pesquisadoras tinham a intenção de investigar as crenças, emoções e sentimentos dos alunos sobre e em relação à matemática, ao professor e ao contexto de sala de aula.

Após as observações e os questionários, Neves e Carvalho (2006) realizavam entrevistas semiestruturadas com os alunos a fim de aprofundar os afetos evidenciados nos questionários. Da análise de todo o material, afirmam que a relação afetiva estabelecida entre os alunos e

a matemática é fortemente influenciada pela relação afetiva entre os alunos e o professor da disciplina. A relação de confiança estabelecida entre professor e alunos é refletida na aprendizagem dos conhecimentos matemáticos, e conseqüentemente, no desempenho dos alunos. O acompanhamento dos pais também é um fator bastante importante, pois promove um sentimento de segurança nos alunos ajudando no controle das emoções em sala de aula, antes e durante a realização de avaliações. As pesquisadoras apontam ainda para a relação afetiva dos alunos com a matemática 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 alunos nas aulas de matemática, com relação as 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.

As autoras concluem que a postura participativa e atenta dos alunos 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. Os níveis e desempenho escolares dos alunos nas avaliações influenciam suas atitudes nas aulas: os que atingem níveis iguais ou acima das suas próprias expectativas tendem a se esforçar mais no futuro; os que atingem níveis abaixo de suas expectativas, desistem das atividades matemáticas mais facilmente, redirecionando sua atenção e investimento a outras disciplinas.

Furinghetti e Morselli (2009) buscaram esclarecer a interação cognição-afeto na resolução de problemas matemáticos que exigem a comprovação ou demonstração de alguma sentença. O processo de comprovação ou demonstração é considerado um caso especial de resolução de problemas, em que fatores cognitivos e afetivos o influenciam. Entre os aspectos afetivos, os pesquisadores enfocaram nesse estudo as emoções e as crenças dos alunos, em especial as crenças sobre si mesmo e sobre a matemática. Segundo os autores, emoções e crenças estão relacionadas na medida em que as crenças indicam a origem de algumas das emoções experienciadas 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 utilizam ainda o modelo teórico da atribuição causal de Weiner para entender e explicar o desempenho dos alunos do ponto de vista do sucesso e do fracasso.

O estudo de Furinghetti e Morselli (2009) foi desenvolvido com alunos do último ano de um curso universitário de educação matemática que já tinham cursado o ciclo básico de disciplinas, bem como cursos avançados de matemática. Entre os estudantes que participaram da investigação apenas foram considerados aqueles que se envolveram regularmente nas atividades propostas. A atividade consistia na resolução de um problema pelos estudantes que trabalhavam individualmente, e em seguida, as resoluções praticadas eram socializadas e avaliadas por todos os alunos da classe. Os alunos eram solicitados a escrever todo o processo de demonstração e comprovação, mas não eram questionados explicitamente com relação aos sentimentos e emoções. A sentença a ser comprovada vinha acompanhada da seguinte frase: “Na medida em que executam/fazem a tarefa, prestem atenção em seu processo de pensamento; anotem na folha também suas ideias abandonadas, tentativas falhas, etc. Esta anotação poderá ser usada na sua discussão em classe. Se você quer apagar o que escreveu, por favor, apenas rasure então o texto original para que possa ser visto” (Furinghetti e Morselli, 2009, p. 76, tradução nossa). Os estudantes podiam utilizar pseudônimos e trabalhar o tempo que fosse necessário a fim de evitar a influência do tempo sobre o desempenho. Frequentemente, os alunos retornavam suas resoluções em no máximo uma hora.

Segundo Furinghetti e Morselli (2009), o objetivo nessas atividades não era avaliar o desempenho no processo de demonstração e comprovação por si só, nem ao menos eram atribuídos conceitos aos processos desenvolvidos. O objetivo consistia em fazer os estudantes refletirem sobre o que acontece no desenvolvimento de um processo de demonstração e comprovação, e em desenvolver habilidades de análise desse processo. Segundo os autores, essa seria a primeira e única vez ao longo do curso que os alunos eram formalmente desafiados a participarem desse tipo de atividade. Até então, estavam habituados às demonstrações e comprovações que eram apresentadas pelos professores, e que deveriam ser estudadas e reproduzidas. Entre os oito alunos que participaram da atividade, cinco tiveram êxito na demonstração e comprovação (ver Furinghetti e Morselli, 2007), e três deles encontraram problemas e dificuldades que os levaram ao fracasso na resolução da atividade.

Ao explorarem dois casos de fracasso em Furinghetti e Morselli (2009), as autoras assinalam que esses dois alunos são bons em matemática e que tiveram, nas disciplinas de álgebra, base suficiente para encarar e resolver o problema proposto. A análise apresentada foi

realizada com base nos relatórios individuais escritos pelos alunos durante a resolução, ricos em informações com relação aos caminhos cognitivo e afetivos trilhados durante o processo de demonstração e comprovação. Da análise desses relatórios, as autoras perceberam que algumas reações afetivas como ficar em pânico e desmotivado, 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. Com relação às crenças sobre a matemática, apesar da formação matemática forte e bem sucedida que os alunos investigados tiveram, a visão que tem sobre a atividade matemática é de algo centrado em um produto acabado, e não como um processo de construção.

As crenças ainda modelam as reações às dificuldades e às falhas no processo de demonstração e comprovação, pela influência da atribuição causal. Enquanto um dos alunos atribuiu suas falhas e fracasso à falta de memória e de conhecimento (atribuição causal interna e incontrolável), impedindo ao aluno de refletir e revisar a estratégia escolhida, levando assim à desistência; o outro aluno atribuiu suas falhas e fracasso à escolha inadequada de definição e forma de representação (atribuição causal controlável), promovendo uma flexibilidade na resolução desse problema. 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 dos diferentes fracassos.

2.2. UMA LUZ METODOLÓGICA À NOSSA INVESTIGAÇÃO

As investigações exploradas na seção anterior sinalizam para a importância do domínio afetivo nas atividades didáticas de resolução de problemas. Como fica perceptível, esse tema vem sendo estudado pelos pesquisadores em educação matemática há algumas décadas, apresentando contribuições consideráveis ao seu ensino e à sua aprendizagem. Entretanto, diferentemente da educação matemática, o ensino de física ainda é bastante carente no que diz respeito às investigações sobre a interação cognição-afeto, especialmente nas

atividades escolares em contexto de sala de aula. Além de todas as justificativas já apresentadas para a importância do estudo do domínio afetivo e sua interação com a cognição, a ausência de pesquisas que abordem essa temática no ensino de física em é mais um indicativo para que também inserimos em nossas investigações questões relativas aos afetos. Alguns professores e pesquisadores podem argumentar que o tema é bastante complexo e ainda um tanto difuso. No entanto, podemos encarar esse fato como uma possibilidade de caminharmos livremente pelas perspectivas teóricas e as explorarmos de acordo com os problemas que forem sendo encontrados. Dessa maneira, além de contribuímos com o desenvolvimento da temática da afetividade, fazendo proposições para a consolidação de um quadro teórico que também compreenda as particularidades da física, de seu ensino e de sua aprendizagem, avançaremos no que diz respeito à tradição em pesquisa em resolução de problemas.

Entre as investigações apresentadas, percebemos a concentração de estudos dentro da perspectiva cognitivista dos afetos, desenvolvidas a partir das ideias de Mandler e Mcleod. Essas pesquisas, assim como pretendemos em nossa investigação, consideram as crenças, as atitudes e as emoções, como variáveis afetivas que influenciam a aprendizagem dos conceitos matemáticos, o desempenho dos alunos nas atividades escolares, bem como, o vínculo que estabelecem com o conhecimento matemático. Notamos também que essas investigações, mesmo aquelas realizadas na década de 80, trazem elementos metodológicos bastante interessantes para o estudo dessas variáveis, e de outros componentes afetivos, como a motivação, os valores e o meta-afeto. Foi inspirados nessas investigações, e em outras que trabalham com a formação de professores inicial e continuada, como é o caso da desenvolvida por Gómez-Chacón (2003) que desenvolvemos nossos instrumentos de investigação.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA EM SALA DE AULA

Pensando em todo o tempo que se dedica e permanece em campo, o planejamento da pesquisa é importante para prever e estabelecer ações no ambiente e contexto a ser investigado, essenciais na interação com os sujeitos ou objetos focos da pesquisa. Vale ressaltar que a intenção de propor um planejamento está em nortear as ações e que no decorrer da pesquisa sofre mudanças de acordo com as características e condições do ambiente investigado. Em nosso caso, o planejamento foi se moldando à escola, às salas de aulas, e aos sujeitos investigados. Dessa forma, inicialmente caracterizamos nossa investigação dentro de um referencial metodológico, seguindo à apresentação dos instrumentos de pesquisa elaborados e utilizados, e por fim, à apresentação do contexto pesquisado.

3.1. CARACTERIZANDO A PESQUISA

Uma característica predominante nas investigações sobre resolução de problemas e afetividade apresentadas no capítulo anterior consiste na abordagem de pesquisa qualitativa, privilegiando uma análise descritivo-interpretativo das interações entre cognição e afeto. A utilização desse tipo de abordagem é interessante quando objetivamos tratar essa interação dentro de uma perspectiva que considera o sujeito em um contexto mais amplo, como alguém que interage com o outro, constituído de concepções, crenças e valores provenientes de sua história e cultura, que determinam suas atitudes e posicionamentos.

Considerar todos esses fatores em nossa pesquisa, em que investigamos afeto, cognição, aprendizagem, e alunos em sala de aula, é possível desde que sejam utilizados técnicas e instrumentos de pesquisa que possibilitem certo grau de interação com os sujeitos investigados. Por esse motivo, optamos por desenvolver/desenhar uma investigação que combinem as técnicas próprias da etnografia com as dos estudos de caso e a reflexão sobre a própria ação (GÓMEZ-CHACÓN, 1998). Poderíamos denominar nossa pesquisa simplesmente como qualitativa. Os diferentes entendimentos sobre o termo ‘qualitativo’ têm implicado a sua utilização de forma ampla e genérica, coexistindo muitas vezes conceituações distintas sobre a expressão ‘pesquisa qualitativa’. Essa situação acaba sendo prejudicial ao próprio desenvolvimento da abordagem qualitativa, levando algumas vezes a um total descrédito dessa modalidade. Além do mais, o aceite dessa ambiguidade de

conceituações pode acabar encobrendo discussões a cerca dos fundamentos teóricos e epistemológicos desses estudos (ANDRÉ, 1995).

Com a intenção de evitar os problemas apontados anteriormente, reservando, portanto, a denominação qualitativo(a) para os instrumentos de coleta de dados, ou mesmo, para os dados coletados, caracterizamos a investigação proposta como sendo um **estudo de caso do tipo etnográfico**, definido como a “adaptação da etnografia ao estudo de caso educacional” (ANDRÉ, 2005, p.23). Essa adaptação pode ser entendida como uma aproximação da prática etnográfica, no que concerne às técnicas e procedimentos frequentemente utilizados na etnografia, ao estudo de caso no contexto educacional.

O estudo de caso, caracterizado como o “estudo da particularidade e da complexidade de um caso singular, levando a entender sua atividade dentro de importantes circunstâncias” (STAKE, 1995, p. xi), é aqui utilizado devido ao nosso interesse em conhecer e compreender uma instância em particular em sua complexidade e totalidade, buscando retratar o dinamismo dessa situação em seu contexto habitual. No caso que nos propomos a investigar, a instância particular são os alunos de uma sala de aula específica, em uma escola específica, com um professor específico, de uma disciplina específica; e assim, cada aluno dessa sala de aula com seus limites definidos consistem na unidade de pesquisa desse estudo de caso.

Apesar de nosso objetivo declarado em investigar casos de alunos envolvidos na resolução de problemas em um ‘contexto habitual’, temos claro que na sala de aula, a presença do pesquisador que não pertence ao grupo é sempre novidade aos alunos e ao professor. Ainda que o trabalho docente não seja tema ou foco da investigação, indiretamente, o professor tem seu trabalho avaliado por desempenhar um papel fundamental na maioria das relações estabelecidas em sala de aula. Além do mais, os próprios afetos do pesquisador – crenças, atitudes, emoções, valores e motivações – explicitados em sua fala enquanto se apresenta e propõe as atividades a serem desenvolvidas na pesquisa, inevitavelmente são determinantes nos resultados da investigação.

Vale ressaltar ainda que a ênfase desse trabalho está no processo, no que está ocorrendo em sala de aula durante a resolução de problemas, e não no produto final da atividade. Devido a isso, temos grande preocupação com o significado e a maneira com que o aluno vê a si mesmo no contexto determinado, as experiências que traz, e o mundo que o cerca. Além disso, nesse estudo de caso, a descrição e a indução são características presentes, e atuam na reconstrução de uma grande

quantidade de dados descritivos como situações, ambientes, diálogos e depoimentos. Nesse sentido, as percepções trazidas do ambiente investigado são essenciais, e o pesquisador, nessa perspectiva, constitui um importante instrumento de coleta de informações, senão o principal. Por fim, nessa investigação utilizaremos os seguintes instrumentos de pesquisa: **observações participantes; questionário; sessões de resolução de problemas de lápis e papel;** e, **entrevistas**. Cada um deles será especificado a seguir.

3.1.1. *Observações participantes*

As observações são denominadas de participantes, pois 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 observações tínhamos a intenção de ‘perceber’ cada um dos alunos, o professor, as relações estabelecidas entre eles, bem como as normas sociais estabelecidas em sala de aula (COBB, YACKEL e WOOD, 1989). A partir das primeiras observações, orientamos nosso olhar para os indícios de emoções que se manifestavam nos sujeitos nas diferentes atividades realizadas em sala de aula, em especial, nas atividades de resolução de problemas.

3.1.2. *Questionários*

Esse instrumento foi desenvolvido inspirado em questionários sobre motivação e crenças dos alunos, como o *Motivated Strategies for Learning Questionnaire* (PINTRICH e DEGROOT, 1990; PINTRICH, SMITH, GARCIA e MCKEACHIE, 1991), o *On-line Motivation Questionnaire* e o *Mathematics Related Beliefs Questionnaire* (OP’T EYNDE e HANNULA, 2006; OP’T EYNDE, DE CORTE e VERSCHAFFEL, 2006), e nas escalas de atitudes (FENNEMA e SHERMAN, 1976) com o objetivo de traçar os perfis afetivos dos alunos. O questionário era constituído de blocos de questões em torno das 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; das atitudes desses alunos nas atividades didáticas de resolução de problemas; e ainda, das emoções desencadeadas/experimentadas quando estão engajados nesse tipo de atividade.

Em estudos anteriores, utilizamos o mesmo instrumento com estudantes de física, cujos resultados foram analisados e publicados em

Perini e outros (2009), e Custódio, Clement e Ferreira (2011). A partir dos resultados e análise de uma primeira versão do questionário, realizamos algumas modificações nas questões propostas com o intuito de aplicar o mesmo instrumento com um maior número de alunos em sala de aula (FERREIRA e CUSTÓDIO, 2011). No quadro a seguir (quadro 02) apresentamos as questões divididas de acordo com as categorias de análise: **autoeficácia, orientações para metas de realização, crenças sobre o professor, crenças sobre as atividades de resolução de problemas, gosto/interesse pela física e atitudes e emoções**. O questionário apresentado aos alunos encontra-se em anexo (anexo A).

Quadro 02 – Questionário motivacional.

<p>Crença sobre si mesmo – autoeficácia</p> <p>1. Você se considera um bom solucionador de problemas de física?</p>
<p>Orientações para metas de realização</p> <p>2. Quando você resolve problemas de física, o faz procurando melhorar sua aprendizagem, se preparar para obter boas notas, ou por outros motivos?</p>
<p>Crenças sobre o professor</p> <p>3. Qual o papel/função do professor nas atividades de resolução de problemas? 4. O que ele deveria fazer para melhorar o seu desempenho na resolução de problemas de física?</p>
<p>Crenças sobre as atividades de resolução de problemas</p> <p>5. Quais habilidades você julga serem necessárias para conseguir resolver corretamente um problema 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?</p>
<p>Gosto/interesse pela física</p> <p>9. Você gosta de física? Isso influencia seu desempenho durante a resolução de problemas?</p>
<p>Atitudes e Emoções</p> <p>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 (caso houver). 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</p>

3.1.3. Sessões de resolução de problemas

Nas sessões de resolução de problemas tínhamos a intenção de caracterizar as variáveis afetivas quanto ao tipo, localização e intensidade com que ocorriam. Nessas sessões eram propostos exercícios/problemas a cerca do conteúdo que estava sendo abordado em sala de aula. Juntamente com os exercícios/problemas solicitávamos aos alunos que comentassem por escrito no próprio formulário de resolução, em um espaço reservado para tanto, o que sentiam, pensavam e faziam em cada passo tomado durante a resolução utilizando suas próprias palavras e/ou **marcadores emocionais**. Os **marcadores emocionais**, elencados no quadro a seguir (quadro 03), já utilizados em Perini e outros (2009), Custódio, Clement e Ferreira (2011) e Ferreira e Custódio (2011), consistem em marcações (desenhos) que os alunos fazem junto à resolução do problema para indicar como se sentem durante a atividade. Optamos por utilizar esses marcadores, pois são bastante familiares aos estudantes, que os utilizam constantemente para expressar seus sentimentos e emoções em redes sociais, salas de bate-papo na *internet*, diários virtuais, correspondências eletrônicas, cartas e bilhetes.

Os estados emocionais consistem em emoções denominadas básicas ou suas derivações definidas e conceituadas em estudos sobre emoções humanas (IZARD, 1977; EKMAN, 1984; EPSTEIN, 1984; SHAVER e outros, 1987). Optamos por listar as emoções evidenciadas com maior frequência pelos alunos nas respostas aos questionários e manifestadas por eles em sala de aula respeitando o vocabulário utilizado pelos estudantes para expressá-las. Dessa forma, definimos as emoções **alegria** ou **felicidade**, **tristeza**, **frustração** (derivada da categoria de emoção básica definida como raiva), **satisfação** (derivada da categoria amor), **assustado** (derivada da categoria surpresa), **ansiedade** (derivada da categoria medo), **medo**, **interesse** (derivada da categoria tristeza), **desinteresse** (derivada da categoria alegria), **euforia** (derivada da categoria amor). Definimos também a categoria **sem alteração** ou **normal**, como uma opção às situações em que os alunos não observassem ou sentissem qualquer reação emocional, que, assim como as reações emocionais, é bastante importante à nossa investigação. A princípio não há como determinar a intensidade das emoções listadas sem a contextualização dessas emoções, ou seja, não há como afirmar, por exemplo, que a ansiedade experimentada por um aluno tem maior intensidade que o medo sem conhecermos sua origem e o contexto em que ocorre e por esse motivo optamos por não ordená-las ou classificá-

las por intensidade em um primeiro momento. O gráfico emocional, apresentado na sessão seguinte, foi essencial para a determinação da intensidade com que ocorrem as emoções para cada aluno.

Quadro 03 - Marcadores emocionais.

Alegria ou felicidade	=)
Tristeza	=(
Frustração	=/
Satisfação	=D
Assustado	=O
Ansiedade	={
Medo	=X
Interesse	O.O
Desinteresse	¬¬
Sem alteração ou normal	=
Euforia	=))))))

Assim, quando o aluno percebia algum estado emocional negativo, poderia utilizar os marcadores =(, =O e ¬¬ para designar as expressões **triste**, **assombrado/assustado** e **desinteressado**, respectivamente; ao perceber algum estado emocional positivo, o aluno poderia utilizar outros marcadores como =) e =)))) para designar as expressões **feliz** e **eufórico**; ou ainda, o marcador =| para designar a expressão **sem alterações** ou **normal**. Os alunos foram incentivados também a criarem outros marcadores, caso os propostos não contemplassem o estado emocional em que se encontrava. Dois marcadores criados pelos alunos e que apareceram com frequência foram os marcadores =S e =ZzZ, para designar as expressões **confusão** e **sono**. O marcador **confusão** foi considerado na análise, pois está relacionado com os processos cognitivos envolvidos na resolução de problemas. Entretanto, o marcador **sono** foi descartado, pois, além de não estar relacionado a processos cognitivos, os alunos que o utilizaram, justificaram-se argumentando não terem descansado adequadamente na noite anterior à aula de física, e que o sono não teria relação com outros marcadores, como o desinteresse, por exemplo.

Os exercícios/problemas aplicados em sala foram elaborados juntamente com o professor da disciplina. Em sala de aula os alunos foram solicitados a trabalharem em grupos (dois, três ou quatro alunos) para que fosse possível a conversação/falação sobre a atividade. Para registrar a atividade realizamos videografações com duas câmeras de

vídeo focadas nos grupos selecionados para análise resolvendo problemas, e gravadores de áudio sobre as mesas para registrar as falas desses alunos. Além de úteis na evidencição e caracterização das variáveis afetivas, as gravações foram utilizadas nas entrevistas individuais semiestruturadas com autoscopia que abordaremos à frente.

As instruções com relação ao preenchimento do formulário de resolução, dos marcadores emocionais e dos comentários encontram-se em anexo (anexo B), bem como os formulários de resolução de problemas I, II, III, IV, V, e VI (anexos C, D, E, F, G e H, respectivamente).

3.1.4. Gráfico emocional

Ainda com o intuito de caracterizar as emoções dos estudantes e diagnosticar a interação cognição-afeto, utilizamos um instrumento denominado gráfico emocional (adaptado de GÓMEZ-CHACÓN (2003, p. 87)). Nesse instrumento os alunos eram solicitados a responderem questões referentes às suas reações emocionais manifestadas na atividade, bem como a construir um gráfico que relacionava suas reações afetivas no decorrer do tempo de resolução (quadro 04). Essas questões relacionavam 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 eram explicitadas pelos traços realizados pelos alunos ao desenhar o gráfico de suas emoções e pelas anotações realizadas sobre as exigências cognitivas necessárias para resolver a atividade proposta. Além disso, esse gráfico proporcionou uma análise das variações das emoções experimentadas pelos alunos durante as atividades didáticas de resolução de problemas. A partir dele também foi possível complementar, contrastar e aprofundar essas relações posteriormente nas entrevistas. O gráfico emocional apresentado aos alunos encontra-se em anexo (anexo I).

O gráfico emocional também foi utilizado em duas avaliações, planejadas e aplicadas pelo professor de física. Nessas atividades tínhamos o objetivo de estabelecer um comparativo entre os estados emocionais dos alunos antes e após sua realização. Como não eram orientados a utilizar os marcadores emocionais e fazer comentários durante a resolução de problemas da avaliação, adaptamos o gráfico emocional das sessões de resolução para esse tipo específico de atividade, de maneira a possibilitar a evidencição dos afetos dos alunos

quando envolvidos em uma situação avaliativa. O gráfico emocional da avaliação apresentado aos alunos encontra-se em anexo (anexo J).

Quadro 04 - 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.



3.1.5. Entrevistas

As entrevistas foram 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. Na entrevista, aplicamos a técnica da autoscopia que 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 (SADALLA, 2004). Para isso, durante as entrevistas individuais os alunos tiveram acesso às gravações das sessões de resoluções de problemas em que participaram, e a partir dessas imagens analisaram e refletiram as ações individuais e do grupo ao qual pertenciam. Além das imagens, as produções escritas também foram utilizadas tanto na preparação como no decorrer das entrevistas para a confrontação dos alunos com os processos cognitivos desenvolvidos na

resolução e problemas e os afetos explicitados nos formulários de resolução.

Outros estudos sobre afetividade e resolução de problemas, já esboçados no capítulo anterior, utilizam técnicas semelhantes como o *Video Based Stimulated Recall Interview* (OP'T EYNDE e HANNULA, 2006; OP'T EYNDE, DE CORTE e VERSCHAFEEEL, 2006) também com o objetivo de confrontar o aluno com sua própria imagem enquanto engajado em uma atividade. As entrevistas foram realizadas apenas com cinco alunos selecionados *a posteriori*. Os critérios de escolha de nossa amostra serão descritos na próxima seção.

3.2. CARACTERIZANDO O CAMPO DE INVESTIGAÇÃO

A escola é um espaço de construção de identidade da criança e do adolescente, e uma das primeiras experiências da criança fora do ambiente familiar que se estende por mais de dez anos. Lugar de estabelecimento de novas relações hierárquicas e de parcerias com professores, diretores, demais funcionários e colegas da escola. Lugar de construção de concepções e de crenças, de formação de atitudes, de experiências emocionais curtas e duradouras. Particularmente, a escola que investigamos tem a uma característica bastante singular de que os alunos permanecem na mesma instituição por quase toda a vida escolar. Os professores, a maioria concursados, também fazem sua carreira dentro da instituição que oferece estabilidade profissional ao seu corpo docente. A disciplina de física, ministrada nos primeiros, segundo e terceiros anos finais, é dividida entre três professores cada um responsável por três aulas semanais de três ou quatro turmas de cada série. Esses professores trabalham em regime de dedicação exclusiva à instituição, com possibilidades concretas de desenvolver projetos de pesquisa, ensino e extensão com alunos e outros professores.

Nossa investigação foi desenvolvida particularmente nas 3^a séries do ensino médio dessa escola, durante as aulas de física. Participaram da primeira parte desse estudo, respondendo ao questionário motivacional, 67 alunos das três turmas das 3^a séries. Após o primeiro contato, optamos por concentrar nossa investigação em apenas uma das turmas. A turma escolhida foi aquela que retornou o maior número os termos de consentimento livre e esclarecido para a participação na pesquisa e os questionários respondidos. Com essa turma em específico, acompanhamos todas as aulas de física durante um semestre letivo, com atenção especial às aulas em que havia a realização de atividades didáticas de resolução de problemas, em que desenvolvíamos as

atividades planejadas. Como já mencionado, todas as atividades propostas faziam parte do planejamento didático da disciplina de física feito pelo professor, de forma que os problemas propostos se moldavam ao conteúdo proposto, evitando-se assim inserções alheias ao assunto que estava sendo estudado.

O termo de consentimento livre e esclarecido consiste em um documento exigido pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina, para a realização de qualquer tipo de pesquisa com seres humanos. Nosso projeto de pesquisa foi submetido para análise e julgamento dos procedimentos que envolveriam seres humanos e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa (Processo nº 1868, Folha de Rosto nº 429065). O termo de consentimento livre esclarecido encontra-se em anexo (anexo L).

3.2.1. Amostra

Os critérios para a escolha dos alunos com os quais aprofundaríamos nossa investigação foram basicamente: (i) aceitação em participar da pesquisa com a entrega do termo de consentimento livre e esclarecido devidamente assinado; (ii) participação efetiva nas atividades propostas, preferencialmente em grupos; (iii) disponibilidade em participar das entrevistas. Com relação ao primeiro critério, percebemos que mesmo após preencherem os termos de consentimento livre e esclarecido, o que caracterizava a aceitação em participar da pesquisa, alguns estudantes pareciam tímidos com a ideia de divulgar suas resoluções de problemas, talvez pelo receio em serem avaliados. Como não tínhamos a intenção de extrapolar a relação de confiança estabelecida até então, buscamos identificar os alunos que relutavam em entregar suas produções e centralizar as câmeras e gravadores nos alunos que pareciam dispostos a participar da pesquisa. Aqueles alunos que pareciam indispostos, também acompanhavam e realizavam as atividades propostas, entretanto, essa indisposição parecia estar relacionada ao receio em divulgar as produções para análise. Em sala de aula ressaltávamos constantemente o caráter opcional em participar da pesquisa e a possibilidade dos alunos de retirarem seu consentimento de participação a qualquer momento.

Relacionado ao segundo critério de escolha dos alunos para o aprofundamento da investigação, era essencial que os alunos participassem efetivamente das atividades propostas, preenchendo e utilizando todos os instrumentos disponibilizados. Nossa preferência

pelos alunos que resolviam as atividades em grupos esteve relacionada ao favorecimento da discussão entre os colegas sobre as atividades quando reunidos. Priorizamos também os grupos de alunos que mantiveram a sua formação ao longo das aulas de física, o que possivelmente evidenciaria aspectos interessantes que gostaríamos de explorar das relações estabelecidas entre os alunos. Com relação ao último critério de escolha, nos parecia essencial que os alunos tivessem disponibilidade em participar das entrevistas, que ocorreram na própria instituição entre os horários das aulas que ocorriam no contraturno.

Com a finalidade de aprofundar a investigação desenvolvida nessa escola, optamos então por focar nosso olhar em cinco alunos, os quais denominamos Sara, Raquel, Daniel, Marcos e Mateus. Para cada aluno apresentaremos e analisaremos os perfis afetivos, as atividades de resolução de problemas e os gráficos emocionais para cada sessão, as avaliações e os gráficos emocionais para cada atividade avaliativa, integrados às observações em sala de aula, às gravações em áudio e vídeo, e às entrevistas.

3.2.2. *Procedimentos*

Acompanhamos 52 aulas de física (três aulas semanais, distribuídas em dois dias na semana) de uma turma de 3ª série do ensino médio durante um semestre letivo, em que foram abordados os conteúdos relativos à eletrostática e à eletrodinâmica. Como referência ao conteúdo trabalhado, os alunos possuíam o livro didático, disponibilizado gratuitamente pela escola, e utilizavam ainda uma apostila desenvolvida pelo professor como guia de estudo. Essa apostila continha basicamente os resumos dos conteúdos tratados, listas de equações, exemplos de exercícios/problemas resolvidos e listas de exercícios/problemas. Grande parte dos exercícios/problemas contidos nessa apostila, semelhantes aos presentes no livro didático, era resolvida em sala de aula em sessões de resolução, além daquelas propostas em nossa pesquisa, deixando evidente assim a centralização das aulas de física nesse tipo de atividades.

Com o intuito de localizar os elementos que serão explorados a seguir no tempo e espaço das aulas de física apresentamos no quadro a seguir (quadro 05) uma sistematização das aulas acompanhadas, codificadas por S(X), em que X corresponde ao número da aula. Por exemplo, S(1) se refere à primeira aula de física acompanhada; S(2,3) se refere às aulas geminadas 2 e 3; S(4) à quarta aula, e assim por diante. Os marcadores RP I, RP II, RP III, RP IV, RPV e RPVI que

acompanham a numeração de cada aula referem-se às sessões de resolução de problemas I, II, III, IV, V e VI, respectivamente.

Quadro 05 – Codificação das aulas de física acompanhadas na investigação.

Código das aulas acompanhadas	Atividades de investigação
S(1)	Período de adaptação: as aulas acompanhadas não foram registradas em áudio ou vídeo.
S(2,3)	
S(4)	
S(5,6)	
S(7)	
S(8,9)	
S(10)	
S(11,12)	
S(13)	
S(14,15)RP I	
S(16)	
S(17,18)RP II	Sessão de RP II com gráfico emocional
S(19)	
S(20,21)	
S(22)	
S(23,24)RP III	Sessão de RP III com gráfico emocional
S(25)	
S(26,27)	
S(28)	
S(29,30)RP IV	Sessão de RP IV com gráfico emocional
S(31)	
S(32,33)	Avaliação com gráfico emocional
S(34)	
S(35)	
S(36,37)	
S(38)	
S(39,40)	
S(41)	
S(41)	
S(42,43)RP V	Sessão de RP V com gráfico emocional
S(44)	
S(45,46)	
S(47)	
S(48,49)RP VI	Sessão de RP VI com gráfico emocional
S(50)	
S(51,52)	Avaliação com gráfico emocional

As gravações das aulas só foram iniciadas a partir da aula S(13), aproximadamente um mês após o início de nossas observações em sala de aula. Nesse período, bastante importante para a adaptação dos sujeitos investigados à presença do pesquisador em sala de aula, aplicamos os questionários motivacionais essenciais para a construção dos perfis afetivos. A partir da aula S(13) passamos a gravar todas as aulas de física dessa turma, exceto aquelas em que eram realizadas avaliações. Ao todo foram acompanhadas 52 aulas, nas quais aplicamos seis sessões de resolução de problemas e acompanhamos duas avaliações utilizando o gráfico emocional.

4. RESULTADOS AFETIVOS E SUAS IMPLICAÇÕES

Neste capítulo apresentaremos as análises de cinco casos de alunos nos quais focamos nossa investigação com o intuito de compreender a interação entre as variáveis afetivas e os processos cognitivos nas atividades didáticas de resolução de problemas, e a influência que elementos da afetividade podem ter sobre a aprendizagem de física. Portanto, para cada aluno, traçamos perfis afetivos com base em suas crenças, interesses, orientações para metas e experiências emocionais; e ainda, analisamos sessões de resolução de problemas, inclusive durante as avaliações, com gráficos emocionais que possibilitam a evidenciação da interação dos afetos com os processos cognitivos durante as atividades.

Apesar da apresentação de cada caso individualmente, levamos em consideração as relações que os alunos estabelecem em sala de aula com os colegas e com o professor. Com essa sistematização buscamos um aprofundamento dos episódios em que os elementos afetivos pudessem ser evidenciados. Episódios que pensamos ser uma maneira efetiva de contextualizar e particularizar elementos afetivos em situações reais de sala de aula e de propor elementos que possibilitem ao professor refletir sobre eles e gerenciá-los.

Para tanto, dentro de cada caso, organizamos a análise em três grandes blocos: **perfil afetivo**, **atividades de resolução de problemas**, e **avaliações**. Na seção **perfil afetivo** apresentamos os perfis dos alunos traçados com base nos descritores afetivos explorados no primeiro capítulo divididos nos seguintes blocos: crenças sobre si mesmo, gosto/interesse pela física, orientação para metas, crenças sobre o professor, crenças sobre RP, e experiências emocionais. Na seção **atividades de resolução de problemas** apresentamos os gráficos emocionais, os processos resolutivos desenvolvidos pelos alunos, e os afetos desencadeados durante os processamentos cognitivos, buscando explicá-los em termos das crenças, das atitudes, das emoções e das motivações dos alunos em cada sessão de resolução de problema. Os gráficos emocionais foram bastante úteis na análise das variações desses afetos. Na seção **avaliações** discutimos os afetos dos alunos desencadeados em duas atividades avaliativas com base nos gráficos emocionais.

Os perfis afetivos dos alunos foram construídos com base nas respostas fornecidas nos questionários e nas entrevistas, bem como pelas observações em sala de aula e das gravações. Algumas respostas já obtidas no questionário foram reforçadas e outras aprofundadas durante

as duas entrevistas. Na primeira entrevista exploramos aspectos relacionados ao perfil afetivo, às aulas gravadas em áudio e vídeo e às atividades de resolução de problemas. Já na segunda entrevista abordamos os gráficos emocionais produzidos pelos alunos durante as avaliações.

Ressaltamos que a análise de todo o material aqui apresentado foi feita com base nas produções dos alunos, gravações em áudio e vídeo, percepções durante as intervenções em sala de aula e entrevistas. A variedade de instrumentos de coleta de dados e o cruzamento de todas essas informações possibilitou inclusive a análise de inconsistências nas falas dos alunos em momentos e situações distintas. Tão importantes quanto às consistências em seus comportamentos que possibilitam a corroboração de algumas hipóteses nossas, as inconsistências são exploradas e analisadas com base nos elementos afetivos que nos propusemos a investigar.

4.1. CASO SARA

4.1.1. *Perfil afetivo*

Crenças sobre si mesmo

No seu julgamento de **autoeficácia**, Sara revela que não se considera uma boa solucionadora de problemas de Física. Ela acredita que as habilidades necessárias para conseguir resolver um problema são “*inteligência, pensamento ‘rápido e lógico’ e entendimento sobre o assunto*”.

Gosto/interesse pela física

Sara afirma gostar de alguns conteúdos de física, e acredita que isso influencia seu desempenho durante a resolução de problemas e sua aprendizagem, pois para ela “*quando gostamos, aprendemos mais rápido*”. Para a aluna, gostar do conteúdo de física é um fator essencial para se engajar nas atividades referentes à disciplina. Entretanto, considera que seu nível de motivação para estudar física está associado ao entendimento dos conteúdos estudados.

Na entrevista, Sara exemplificou seu interesse indicando gostar mais do conteúdo referente à diferença de potencial e energia potencial elétrica, do que o estudado anteriormente referente ao conceito de campo elétrico. Apesar de afirmar que seu gosto pelo conteúdo

influencia seu desempenho diário, a aluna diz que o desempenho na avaliação “*depende do estado da pessoa no dia*”. Sara parece ter consciência de que seus estados emocionais influenciam seu engajamento e desempenho durante as avaliações.

Orientação para metas

Na entrevista, Sara declara estar orientada para meta de “*passar no vestibular*”, razão pela qual estuda física. No entanto, sua opinião divergiu daquela anteriormente apresentada no questionário, em que havia respondido que seu objetivo era “*procurar melhorar a própria aprendizagem*”, caracterizando assim uma meta intrínseca.

Temos a impressão de que a mudança na orientação para metas da aluna pode estar relacionada à atitude do professor em incentivar constantemente os alunos a pensarem e se prepararem para o vestibular. Vale ressaltar que o questionário foi respondido pela aluna no início do ano letivo, já a entrevista foi realizada após três meses de aula. Ao que parece, as atitudes e as crenças do professor, explicitadas em suas falas e posturas adotadas em sala de aula, exercem influência sobre as metas e motivações, crenças e atitudes dos alunos.

Crenças sobre o professor

Sara acredita que o papel do professor durante a resolução de problemas consiste em auxiliar os alunos em eventuais dúvidas, e que este poderia resolver mais exemplos de exercícios e problemas ao quadro como forma a auxiliar e melhorar o desempenho da estudante na resolução de problemas de física.

Quando questionada sobre o que acredita ser o papel ou a função do professor de Física, Sara descreve dois professores de física com quem teve aulas: um com perfil perfeccionista, organizado e ‘certinho’; e outro com perfil descontraído. Quanto a esses professores, diz preferir as aulas daqueles com perfil mais descontraído, pois acredita que a descontração do professor, envolve mais os alunos, fazendo com que prestem mais atenção às aulas de física. No relato abaixo a aluna explicita suas preferências e crenças sobre o professor:

Sara: (...) pra te prestar atenção é muito mais fácil, porque não se torna uma coisa maçante, quando tá no meio da aula ele fica fazendo aquelas... mesmo aquelas piadinhas que eu não gosto (...) [sobre futebol], [risadas] é engraçado, entendeu? (...) Porque quando conta uma piada é óbvio que toda turma entende, todo

turma começa a prestar atenção, então eu acho que isso faz com que a turma se interesse mais pela física.

Sara considera a prática pedagógica do professor, bem como o desempenho que exhibe em sala fatores motivador para estudar. Gosta dos professores descontraídos e que utilizam brincadeiras para chamar a atenção dos alunos ao conteúdo que está sendo explorado.

Crenças sobre resolução de problemas

Sara acredita que a resolução de problemas de física é uma atividade importante “*pois desenvolve o pensamento lógico e ajuda a fixar o conteúdo*”. Entretanto, enfatiza que a repetição de atividades de resolução de problemas acaba se tornando cansativa e desestimulante para estudar física, pois “*a gente está ali [na sala de aula] cinco horas por dia, a gente quer sempre alguma coisa diferente, e aí se o professor toda aula passa a mesma coisa acaba se tornando chato*”.

Para Sara, um bom problema de física é aquele que apresenta os dados bem claros e definidos. A aluna não gosta de fazer os exercícios propostos no livro didático, pois afirma que geralmente são mais extensos e trabalhosos. Prefere fazer os exercícios que o professor propõe na apostila, pois considera mais fáceis do que aqueles propostos no livro. A apostila consiste em um material desenvolvido pelo professor da disciplina em que é apresentado um resumo do conteúdo de física que está sendo estudado durante cada trimestre, além de listas de exercícios e problemas correspondentes aos conceitos, leis e teorias abordados.

Na aula S(26,27), em que o professor propôs algumas questões do livro para resolver, a aluna exclamou com um tom de desânimo: “*As [questões] do livro também tem que fazer?*”. A aluna evidencia uma crença de que as questões do livro são difíceis por serem muito extensas (muitas vezes utilizam figuras e textos a fim de contextualizar os fenômenos abordados), e relaciona a isso o fato de não conseguir resolvê-las. Esta parece ser uma postura contraditória de Sara, pois comparados os exercícios e problemas da apostila com os do livro percebe-se que muitos dos propostos na apostila são idênticos aos do livro. O próprio professor da disciplina confirmou que para propor os exercícios e problemas na apostila se baseia nas listas de atividades do livro didático adotado.

Experiências emocionais

Sara conta que seus primeiros contatos com a física foram no 1º ano do ensino médio, e que ouvia as pessoas comentarem que “*física é complicado*”. Quando solicitada a descrever suas experiências escolares com a física, classificando-as em positivas e negativas, relata que a experiência mais negativa ocorreu na classificação do vestibular em que se sentiu péssima por ter obtido uma baixa pontuação. Quanto a esse fato, a aluna afirmou que se tivesse “*estudado teria ido bem melhor*”. Entretanto, atribui o mau desempenho nessa situação a um fator interno, instável e controlável relacionado à ação típica de esforço que é a falta de estudo para a realização da prova. A aluna não cita ou identifica elementos relacionados às pressões externas e às próprias emoções desencadeadas no momento da realização de provas e concursos importantes.

Quanto às experiências positivas, Sara relata duas experiências. Na primeira delas, apesar de classificar como uma experiência positiva, contraditoriamente descreve sentimentos positivos e negativos para essa situação. A aluna relata que se sentiu feliz ao obter um bom desempenho em uma avaliação de física (nota 9,5), para a qual havia estudado muito, mas que também se sentiu triste por não alcançar nota máxima nessa avaliação, argumentando ter cometido apenas um pequeno equívoco ao construir o gráfico de uma das questões.

A segunda experiência positiva que Sara descreveu e classificou como positiva ocorreu no 2º ano do ensino médio em uma aula de recuperação¹⁰ no laboratório didático de física na qual a professora propôs que os alunos resolvessem/respondessem um problema verbalmente. Sara afirma ter se sentido envergonhada ao expor sua explicação para a professora, pois “*ela [professora] poderia estar me escutando falar um monte de asneira*”. Entretanto classificou essa experiência como positiva, pois sentiu-se como se tivesse “*descoberto aquilo*” que explicava à professora. Sara comparou essa experiência com o momento da entrega de uma avaliação escrita ao professor, em que também diz sentir-se envergonhada. No trecho a seguir Sara relata essa situação de constrangimento:

¹⁰ As aulas de recuperação são bastante comuns na educação básica da instituição, sendo oferecidas no turno oposto ao que ocorrem normalmente as aulas. Os alunos são convidados a participarem dessas aulas, a fim de recuperarem conteúdos e notas.

Sara: E eu achei muito mais difícil [explicar verbalmente à professora], porque na hora de entregar a prova para o professor, me dá vergonha porque eu posso ter feito uma besteira na primeira página e ele olhar... E para ela, eu estava explicando, ou seja, aquilo era muito pior. Ela poderia estar me escutando falar um monte de asneira.

A aluna enfatiza o constrangimento que enfrenta ao necessitar expor seu conhecimento aos professores, tanto nas situações em que é solicitada a se expressar verbalmente, tanto no momento de entrega da avaliação escrita ao professor. Nas situações de avaliação que acompanhamos em sala, percebemos que a aluna, ao entregar sua produção ao professor, sempre a mistura entre as produções dos colegas como se quisesse escondê-la, evitando que o professor leia ou corrija suas resoluções na sua presença. Esses fatos observados evidenciam os sentimentos descritos pela aluna de vergonha e constrangimento ao ser avaliada.

4.1.2. Atividades de resolução de problemas

A aluna Sara participou de todas as sessões de resolução de problemas propostas, preenchendo os gráficos emocionais nas sessões IV, V e VI e na avaliação. Percebemos que a aluna geralmente faz as atividades em grupo com quatro colegas, e parece precisar de alguém que a incentive nas atividades em sala de aula. Nas atividades em grupo, Raquel (uma das colegas de Sara que também terá suas produções analisadas nessa investigação em outro momento) geralmente se encarrega de manter Sara concentrada nas atividades escolares. Apesar de constantemente se distrair em conversas paralelas durante as aulas, Sara aceita gentilmente o convite de Raquel para retomar e acompanhá-la nos estudos.

Quanto à dinâmica que estabelecem em sala para resolver os problemas, Sara conta que ela e as quatro colegas sempre resolvem os exercícios juntas. A princípio todas lêem e tentam compreender o exercício, em seguida cada uma faz em sua folha [caderno ou bloco de anotação] e depois comparam. Se há alguma divergência entre as resoluções, uma explica à outra. Se ainda restar alguma dúvida, Sara recorre a algum outro colega, e por fim ao professor. Afirma gostar dessa dinâmica e de trabalhar com esse grupo, fazendo o seguinte comentário:

Sara: Então, é porque assim, a Marcela [colega de Sara] é muito inteligente, a Raquel é muito inteligente, a Cátia [outra colega de

Sara] é muito inteligente, e ali eu me sinto inteligente [risadas]. E ai eu consigo fazer os exercícios.

Essa declaração evidencia que uma das motivações para a aluna se engajar e procurar um bom desempenho nas atividades de resolução de problemas está relacionado ao fato de resolvê-los em seu grupo, pois afirma que se sentir inteligente a incentiva a resolver os problemas, proporcionando assim o sucesso na resolução. Em tentativas de resolver problemas com outros colegas nas aulas de recuperação de estudos, afirmou não obter sucesso nas resoluções, por não ter ocorrido qualquer interação ou harmonia entre os alunos para que um auxiliasse o outro.

Sessão de resolução de problemas I – S(14,15)RP I

Na primeira sessão de resolução (codificação da aula S(14,15)RP I), Sara resolveu os exercícios em seu grupo, solicitando explicações constantes a uma das colegas. Utilizou como marcadores para o primeiro problema =| e =O, que representam os estados **normal** ou **sem alteração** e assustado, respectivamente (figura 05). Em relação ao seu comentário para a primeira etapa do primeiro problema no formulário de resolução: “Fiquei meio assustada por não entender uma parte do exercício, mas depois que compreendi o que solicitava foi normal.” A aluna afirma que a compreensão do problema veio com o auxílio de suas colegas, que explicaram como resolvê-lo.

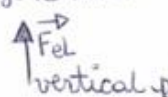
Marcatador	Resolução	Comentários
=	$m = 1,0g = 0,0010 \times 10^{-3} \text{Kg}$ $q = 5,0 \text{ mC} = 50 \times 10^{-6} \text{C}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$  vertical p/ cima	Fiquei meio assustada por não entender uma parte do exercício. Mas, depois que compreendi o que solicitava, foi normal
=O	$F = m \cdot g$ $F = 10 \times 10^{-3} \cdot 10$ $F = 1 \cdot 10^{-2}$ $E = \frac{F}{q} = \frac{1 \times 10^{-2}}{50 \times 10^{-6}}$ $E = 0,2 \times 10^4$ $E = 2 \text{ N/C}$	

Figura 05 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 1, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).

Na segunda etapa desse mesmo problema, quando teria que acessar informações referentes a alguns conteúdos apreendidos em anos escolares anteriores (conceitos de força peso e Segunda Lei de Newton), a aluna afirmou sentir-se assustada.

No segundo problema utilizou novamente o marcador =| representando o estado **normal** ou **sem alteração**, e ao final da resolução utilizou o marcador =D que representa o estado de **satisfação** (figura 06).

Marcador	Resolução	Comentários
=	$q = 2C$ $F = 6N$ $q_2 = 3C$ $F = ?$ $E = \frac{F}{q} \rightarrow \frac{6}{2} = 3$	
= =D	$E = \frac{F}{q} \rightarrow E \cdot q = F$ $3 \cdot 3 = 9$ $F = 9N$	

Figura 06 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 2, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).

Aparentemente, o problema 1 era mais difícil que o problema 2. 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. Enquanto que, 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 exercício poderia ser facilmente resolvido utilizando uma relação de proporção direta entre os valores fornecidos de carga elétrica e força elétrica, 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.

Já no problema 1, 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 no 1º ano 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 para que a partícula ficasse em equilíbrio. Além disso, o primeiro problema exigia que os alunos trabalhassem com muitas casas decimais ou utilizassem notação científica.

Sessão de resolução de problemas II – S(17,18)RP II

Na segunda sessão de resolução (codificação da aula S(17,18)RP II), a aluna também resolveu os exercícios em grupo. A aluna parecia estar bastante distraída durante a atividade, e ainda assim apresentou corretamente parte das resoluções ao primeiro problema e ao segundo, não finalizando o terceiro deles pelo fato de ter acabado a aula. Na entrevista, Sara relatou que nesse dia estava cansada e com sono, e, portanto indisposta para resolver problemas, sendo esse o motivo de não ter se envolvido na atividade proposta. Utilizou um marcador que denominou *sono* e que não categorizamos por não representar um estado emocional. Apresentamos as resoluções a seguir (figuras 07 e 08), mas não há análise a ser feita dessa resolução, visto que a aluna pouco se engajou na atividade apresentando como justificativa para essa indisposição o fato de estar com sono. Os problemas propostos eram totalmente internos aos conceitos de campo elétrico e força elétrica, sendo que o primeiro deles exigia a manipulação e coleta de informações a partir do gráfico $E \times d$.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
XX 0	$E = \frac{kQ}{d^2} \quad Q = E \cdot d^2 \quad Q = 5,4 \times 10^{-6} \cdot (1 \times 10^{-2})^2$ $Q = \frac{5,4 \times 10^{-6} \cdot 1 \times 10^{-4}}{9 \times 10^9} = \frac{5,4 \times 10^{-10}}{9 \times 10^9} \quad 0,6 \times 10^{-5}$ 6×10^{-6}	como!!
	b)	

Figura 07 – Extrato da atividade didática de resolução de problema II – problema 1, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).

Já o segundo problema exigia uma abstração maior em torno da situação apresentada, em que era necessário calcular o ponto entre duas cargas Q_1 e Q_2 em que o campo elétrico resultante devido às duas cargas era nulo (figura 08).

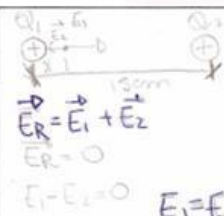
Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
XX 0	 $E_R = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ $E_R = 0$ $E_1 = E_2$ $\frac{k \cdot Q_1}{d^2} = \frac{k \cdot Q_2}{d^2}$ $\frac{4}{x} = \frac{9}{(15-x)^2} \Rightarrow x^2 = 4 \cdot (15-x)^2$	$4x^2 = 4(225 - 30x + x^2)$ $4x^2 = 900 - 120x + 4x^2$ $5x^2 - 120x - 900 = 0$ $x^2 - 24x - 180 = 0$ $x = 6 \text{ cm}$

Figura 08 – Extrato da atividade didática de resolução de problema II – problema 2, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).

Sessão de resolução de problemas III – S(23,24)RP III

Na terceira sessão de resolução (codificação da aula S(23,24)RP III), Sara resolveu os problemas propostos com uma de suas colegas, a aluna Cátia. Apesar de Cátia ser uma das colegas com as quais Sara afirma gostar de realizar atividades, percebemos pouca interação entre as duas colegas nesse dia. Para o primeiro problema, Sara assinalou o marcador =, referente ao estado **normal** ou **sem alteração** no primeiro problema (figura 09).

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
=	a) $V_{AB} = \frac{44J}{0,2C} = \frac{44}{0,2} = 220V$	
=	b) $V_{AB} = \frac{T_{AB}}{q} \rightarrow q = \frac{T_{AB}}{V_{AB}} \rightarrow q = \frac{1100J}{220V} = 5C$	

Figura 09 – Extrato da atividade didática de resolução de problema III – problema 1, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).

No segundo e terceiro problemas, a aluna não assinalou nenhum marcador para seus estados emocionais, apesar de resolver corretamente os problemas que se seguiram. Pensamos que ela não tenha utilizado os marcadores pelo seguinte fato: alguns minutos depois que os problemas foram propostos o professor passou a resolvê-los no quadro, a fim de esclarecer dúvidas que surgiram em torno da resolução. Percebemos que muitos alunos ao acompanharem a explicação do professor no quadro, foram copiando a resolução que estava sendo apresentada. Logo não fizeram a sua própria resolução e não utilizaram os marcadores, ou ainda, elencaram os estados **normal** ou **sem alteração** nas questões. Sara iniciou a resolução do primeiro problema no formulário, mas assim que o professor iniciou a explicação, resolvendo-os ao quadro, passou a acompanhar a explicação, fazendo anotações e copiando a resolução do professor.

No geral, ao analisar as resoluções que Sara faz em sala de aula e os marcadores que assinala, é possível perceber que a aluna não sofre muitas alterações emocionais. Quando questionada sobre como se sente durante as resoluções afirma não ter muitas alterações em seus estados emocionais quando resolve exercícios em situações em que não está sendo avaliada, conforme podemos observar no trecho a seguir:

Sara: (...) Eu não mudo muito quando eu estou fazendo exercício, só em prova dá um nervosismo.

A aluna reconhece alterações relevantes em seus estados emocionais apenas durante as avaliações. Quando questionada sobre as situações de avaliação em que não consegue resolver exercícios, a aluna diz que “*Na prova eu me sinto desesperada*”. Já nas aulas encara de maneira mais natural, busca ajuda de alguém, mas não experimenta os

sentimentos negativos na mesma intensidade com que experimenta na avaliação. No trecho abaixo, a aluna justifica o porquê dessa diferença:

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

Sara afirma não persistir na resolução de um problema que não esteja conseguindo resolver em sala de aula, por não estar sendo avaliada. Apesar de declarar solicitar auxílio aos colegas, relata:

Sara: Eu acho que não existe esse negócio de pedir explicação, porque ninguém pede explicação, todo mundo copia o exercício. Então tu acabas não entendendo... Tu tiveste dúvida e tu acabas não entendendo aquele exercício. Tu só copia da pessoa. Eu sou assim. (...) Que difícil admitir isso, mas eu sou assim.

Em síntese, percebemos que o apoio do grupo as 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 que 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. Em vários momentos Sara afirma sentir-se bem quando resolve problemas em grupo, mas que nas situações em que tem que fazê-lo individualmente, como nas avaliações, desencadeiam afetos negativos.

Sessão de resolução de problemas IV – S(29,30)RP IV

Na quarta sessão de resolução (codificação da aula S(29,30)RP IV), Sara resolveu os problemas propostos em grupo com suas colegas. No gráfico emocional (figura 10) construído pela aluna, podemos perceber que os traços se concentraram no lado positivo do gráfico, evidenciando afetos bastante positivos nessa sessão, especialmente no segundo problema.

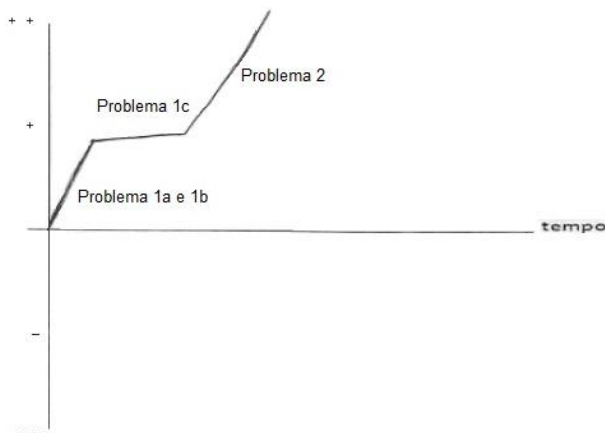


Figura 10 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema IV, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).

Apesar de elencar alguns estados emocionais positivos para o problema 1 no formulário de resolução, os afetos da aluna iniciaram em um estado neutro e foram se encaminhando para a polaridade positiva, por conta do sucesso experimentado pela aluna no decorrer da resolução.

Para o primeiro problema Sara assinalou os marcadores \neq , $=D$ e \neq , referentes aos estados **frustração**, **satisfação** e **frustração** respectivamente (figura 11). Nesse problema era necessário determinar o potencial elétrico em diferentes pontos, devido à ação do campo elétrico gerado por duas cargas Q_1 e Q_2 . A frustração experimentada por Sara esteve relacionada ao fato da aluna não conseguir resolver os itens a e b em uma primeira tentativa por conta de dificuldades no manuseio dos expoentes das potências ao longo do problema, pois não manteve todas as potências com mesmo expoente, tornando mais trabalhosa a sua solução. A satisfação veio com o sucesso na resolução.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
=/ =D	<p>a) $V_A = \frac{kQ_z}{d} = \frac{9 \times 10^9 \times (-2 \times 10^{-5})}{5 \times 10^{-2}} = -18 \times 10^5$</p> <p>$V_A = -3,6 \times 10^5$</p> <p>$V_A = \frac{kQ}{d} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-5}}{5 \times 10^{-2}} = 9 \times 10^5$</p>	<p>$V_{AB} = V_A + V_B$</p> <p>$V_{AB} = -3,6 \times 10^5 + 9 \times 10^5$</p> <p>$5,4 \times 10^5$ // V</p>
=/	<p>b) $V_B = \frac{kQ_z}{d} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-5}}{10^{-1}} = 45 \times 10^3$</p> <p>$V_B = 45 \times 10^4$</p> <p>$V_B = 4,5 \times 10^5$ V</p>	<p>$V_B = \frac{kQ_z}{d} = \frac{9 \times 10^9 \times (-2 \times 10^{-5})}{2 \times 10^{-1}}$</p> <p>$\frac{-18 \times 10^3}{2} = -9 \times 10^4$ //</p> <p>$V_{AB} = 4,5 \times 10^5 + (-9 \times 10^4)$</p>
	<p>c) $5,4 \times 10^5 - 3,6 \times 10^5 = 1,8 \times 10^5$ //</p>	<p>$V_{AB} = 3,6 \times 10^5$ //</p> <p>irra.</p>

Figura 11 – Extrato da atividade didática de resolução de problema IV – problema 1, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).

No segundo problema a aluna assinalou os marcadores =D referente ao estado emocional de **satisfação** em toda a resolução (figura 12). Nesse problema era necessário analisar afirmativas sobre o campo elétrico entre placas A, B, C e D, e assinalar as sentenças que estariam corretas ou incorretas, justificando as respostas. O problema tinha quatro itens, entretanto a aluna resolveu apenas três itens (a, b, c). A aluna obteve sucesso na resolução, apresentando justificativas adequadas para cada uma das sentenças. Novamente a satisfação esteve relacionada com o sucesso na resolução.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
=D	<p>a) $E = \frac{V_{AB}}{d} = E = \frac{3 \times 10^2}{92 \times 10^{-2}} = 1,5 \times 10^4 //$</p> <p>O campo é de B para A, pois A é negativo. E o campo sempre vai do positivo para o negativo</p>	
=D	<p>b) O campo é nulo, pois dentro da caixa metálica não há campo elétrico.</p>	
=D	<p>c) É verazado porque C é positivo e D negativo. $C \rightarrow D$. E o potencial é o mesmo da questão A.</p>	

Figura 12 – Extrato da atividade didática de resolução de problema IV – problema 2, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).

Sessão de resolução de problemas V – S(42,43)RP V

Na quinta sessão de resolução (codificação da aula S(42,43)RP V), Sara resolveu os problemas propostos com sua colega Raquel. No gráfico emocional (figura 13) construído pela aluna para essa resolução, percebemos o direcionamento de suas emoções para o lado positivo do gráfico que culminaram com a finalização da atividade. O único estado emocional negativo experimentado foi no início da atividade (item 1a) no qual a aluna afirmou não ter compreendido a solução que ela mesma apresentou no formulário, que por sinal, estava incorreta.

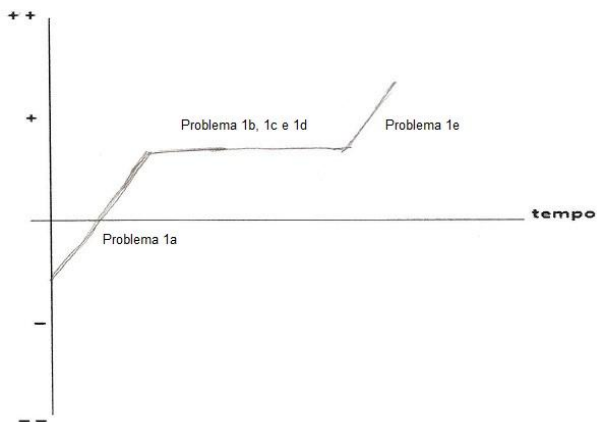


Figura 13 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema V realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).

Para o problema proposto nessa sessão de resolução (figuras 14 e 15) Sara utilizou os marcadores =(, =), =(, =), =(, =) e =D que representam os estados emocionais **tristeza**, **alegria** ou **felicidade**, **alegria** ou **felicidade**, **alegria** ou **felicidade**, **alegria** ou **felicidade**, **alegria** ou **felicidade** e **satisfação** respectivamente.

Nesse problema era exigido que os alunos assinalassem algumas sentenças como sendo corretas ou incorretas sobre o comportamento de um resistor a partir da interpretação do gráfico V (volts) \times i (mA), justificando-as. No primeiro item do problema em que era afirmado: a resistência desse resistor tende a aumentar com o seu aquecimento, devido ao aumento da corrente, Sara assinalou a sentença como verdadeira. Para justificá-la, coletou pontos no gráfico (P_1 (600mA; 3,0V) e P_2 (800mA; 5,0V)) e calculou a resistência a partir da relação de resistores ôhmicos ($R = V/i$), chegando a relação direta de proporcionalidade: quanto maior a corrente elétrica, maior a resistência elétrica. Entretanto a aluna estranhou os resultados encontrados, de forma que elencou o estado emocional tristeza e afirmou: “*Não entendo como a resposta pode ser essa*”.

A tristeza experimentada por Sara se deveu à incompreensão da sentença e possivelmente a uma análise equivocada feita pela aluna da relação $R = \frac{V}{i}$, em que R é a resistência elétrica, V a diferença de potencial e i a corrente elétrica, sem fazer as devidas substituições dos pontos do gráfico. Apesar de ter assinalado como verdadeira essa sentença (a resposta apresentada está fisicamente adequada), em uma

primeira análise que não aparece no formulário, Sara estabeleceu uma relação inversamente proporcional entre a resistência elétrica R e a corrente elétrica i , devido à disposição desses elementos na equação $R = \frac{V}{i}$, que implicaria em: quanto maior fosse a corrente elétrica i , menor seria a resistência elétrica R . No entanto, a aluna não se deu conta de que os valores para a corrente elétrica i são geralmente dados em mA, ou seja, uma ordem de grandeza de 10^{-3} , o que torna a relação entre R e i diretamente proporcional, justificando a veracidade da sentença. A partir do segundo item do problema, a aluna assinalou marcadores positivos representando estados emocionais de alegria e satisfação com a resolução praticada, justificando corretamente suas respostas. No entanto, a aluna não teceu comentários sobre suas emoções e resoluções.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
= (<p>a) (V) A resistência desse resistor tende a aumentar com o seu aquecimento, devido ao aumento da corrente.</p> $R = \frac{V}{i} \rightarrow \frac{3,0}{0,6} = 5 \Omega$ $\frac{5,0}{0,8} = 6,25 \Omega$	<p>Não entendo como a resposta pode ser essa.</p>
=)	<p>b) (V) No trecho de 0 a 600 mA, o resistor é considerado ôhmico, pois o valor da resistência é constante.</p> <p>É uma reta, obedece a lei de Ohm.</p>	
=)	<p>c) (F) No trecho de 600 mA até 800 mA, a relação $R = \frac{V}{i}$ não pode ser aplicada, pois o resistor não é mais ôhmico.</p> <p>Lei de Ohm pode ser aplicada mas a razão não é constante</p> $R = \frac{V}{i} = \text{cte}$	

Figura 14 – Extrato da atividade didática de resolução de problema V, itens a, b e c, realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).

Nos dois últimos itens (d, e) do problema proposto (figura 15), Sara continuou elencando marcadores positivos. Entretanto, no item e apresentou uma resposta e justificativa equivocada à questão.

Na resolução do último item, em que deveria ser determinado o comprimento l de um fio de resistividade $\rho = 1,5 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$ e área $A = 1,5 \text{ mm}^2$ para a construção de um resistor com resistência $R = 5 \Omega$, substituindo os dados fornecidos na equação $R = \frac{\rho l}{A}$, Sara experimentou novamente os estados de alegria e satisfação. Apesar de assinalar estados emocionais positivos, a resposta fornecida pela aluna não estava correta. Mesmo substituindo os valores na equação adequada, a aluna não fez a transformação correta de unidade de área de mm^2 para m^2 . O estado emocional de satisfação de Sara esteve associado à finalização/conclusão da atividade.

\Rightarrow	<p>d) (F) Quando passa pelo resistor uma corrente de 800 mA, a resistência elétrica do mesmo é 5Ω.</p> $\frac{50}{0,8} = 6,25 \Omega$	
\Rightarrow $= D$	<p>e) (F) Se o técnico desejar construir um resistor de resistência igual a 5Ω, utilizando um fio de níquel cromo ($\rho = 1,5 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$) com área da secção reta de $1,5 \text{ mm}^2$, o comprimento deste fio deverá ter 5 m.</p> $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$ $R = 1,5 \times 10^{-6} \cdot \frac{5}{1,5 \times 10^{-3}}$ $R = 5 \times 10^{-3}$ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> $1,5 \neq 5 \times 10^{-3}$ </div>	<p>Terminou !!</p>

Figura 15 – Extrato da atividade didática de resolução de problema V, itens d e e, realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).

Sessão de resolução de problemas VI – S(48,49)RP VI

Na sexta sessão de resolução (codificação da aula S(48,49)RP VI), Sara resolveu os problemas propostos novamente com sua colega Raquel. No gráfico emocional (figura 16) construído pela aluna, fica perceptível a variação nos estados emocionais da aluna que no primeiro problema apresentou estados que se direcionaram para o lado negativo, e no final do primeiro problema e no segundo problema se direcionaram para estados positivos.

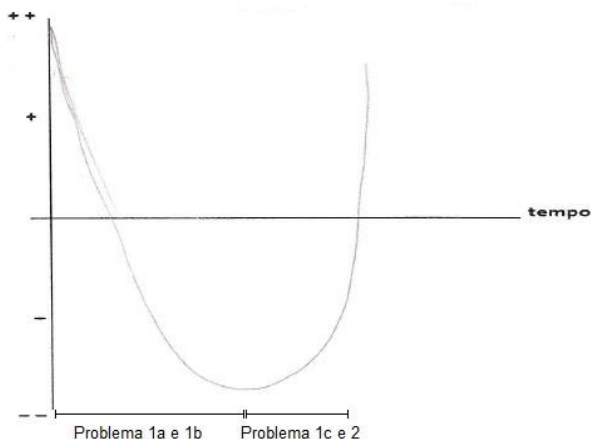


Figura 16 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema VI realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).

No primeiro problema (figura 17) utilizou os marcadores =X, =X, =) que representam os estados emocionais **medo**, **medo** e **alegria** ou **felicidade** respectivamente. Nesse problema deveriam ser determinados os valores da corrente elétrica i em um circuito elétrico submetido a uma diferença de potencial V , composto por uma lâmpada e um reostato (resistor de resistência variável) ligados em série, para diferentes resistências do reostato. Para determinar a corrente elétrica circundante era necessário calcular a resistência equivalente do circuito para cada valor de resistência do reostato. Como todos os elementos do circuito estavam ligados em série, a resistência equivalente seria a soma das resistências de cada um dos elementos (lâmpada e reostato). Mesmo executando corretamente seu plano de resolução, Sara elencou o marcador negativo referente ao estado de medo nos dois primeiros itens

do problema, experimentando apenas a partir do terceiro item estados positivos relacionados com o sucesso na resolução.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
Z_z $= X$	a) $R = \frac{V}{i} \rightarrow i = \frac{V}{R} = \frac{12\phi}{20\phi} = \frac{3}{5} = 0,6A$ $i = 0,6A$	
Z_z $= X$	b) $i = \frac{V}{R} = \frac{12\phi}{30\phi} = \frac{6}{15} = 0,4A$ $i = 0,4A$	<i>Muito difícil!</i>
Z_z $=)$	c) $i = \frac{V}{R} = \frac{12\phi}{40\phi} = \frac{6}{20} = \frac{3}{10} = 0,3A$ $i = 0,3A$	

Figura 17 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 1, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).

O sentimento de medo afirmado pela aluna parece motivado pelo fato de que essa sessão de resolução de problemas antecedia a avaliação, situação em que a aluna geralmente se sente tensa e nervosa. Essa sessão aconteceu uma semana antes da realização da atividade avaliativa referente ao mesmo conteúdo. Aulas de resolução de problemas antecedentes às avaliações geralmente são utilizadas pelos alunos como momentos para esclarecer dúvidas. Além do mais, os problemas propostos pelo professor nas sessões antecedentes às avaliações são geralmente encarados pelos alunos como modelos ou exemplares dos problemas que serão propostos na avaliação. Esse fato parece justificar a importância de compreender esses problemas para a obtenção de um bom desempenho nas atividades avaliativas, e dos afetos positivos e

negativos estarem associados ao sucesso e ao fracasso nessas resoluções.

No segundo problema (figura 18) dessa mesma resolução, Sara utilizou apenas o marcador =) que representa o estado emocional **alegria** ou **felicidade**.


Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
=)	<p>a)</p> $\frac{1}{R_4} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \rightarrow \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$ <p>$R_4 = 3 \Omega$</p> $R_x = 3 + 3 = 6$ $R_2 = 6 + 6 = 12$ $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{2+1}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$ <p>$R_{eq} = 4 \Omega$</p>	
	<p>b)</p> $R = \frac{V}{i} \Rightarrow i = \frac{V}{R} = \frac{24}{4} = 6A$ <p>$i = 6A$</p>	
	<p>c)</p> $i_x = \frac{V}{R_x} \rightarrow i_x = \frac{24}{6} = 4A$ <p>$i_x = 4A$</p> $i_z = \frac{V}{R_z} = \frac{24}{12} = 2A$ <p>$i_z = 2A$</p>	

Figura 18 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 2, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).

Esse problema, mais trabalhoso que o anterior, apresentava um circuito elétrico composto por resistores associados em série e em paralelo, em que deveriam ser calculados: a resistência equivalente da associação, a corrente elétrica total do circuito e a corrente elétrica que passava em cada um dos resistores. Os cálculos apresentados por Sara nos itens a e b estão corretos, e no item c, incompletos, pois a aluna apresenta apenas o cálculo das correntes elétricas que passam na

associação superior e inferior do circuito, faltando as correntes unitárias de cada resistor. A aluna não fez comentários na folha de resolução, no entanto, como já comentado anteriormente, o estado de alegria está relacionado ao sucesso alcançado na resolução.

4.1.3. Avaliações

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 é confortante e lhe dá a sensação de segurança. Quando questionada sobre suas emoções e sentimentos ao resolver exercícios durante as atividades avaliativas, a aluna afirma:

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

Avaliação I – S(32,33)

Essa avaliação (codificação da aula S(32,33)) era composta de sete questões. As três primeiras consistiam na resolução de problemas discursivos/dissertativos e as outras quatro consistiam na resolução de problemas numéricos, todas envolvendo os conceitos de carga elétrica, campo elétrico e diferença de potencial. Nessa avaliação, os alunos deveriam resolver cinco questões, escolhendo duas questões entre as três dissertativas, e três questões entre os quatro problemas numéricos. É uma prática comum do professor, permitir que os alunos escolham individualmente, entre as questões oferecidas, as que serão resolvidas.

Sara declarou estar se sentindo “*Preocupada e ansiosa. Tenho medo de ir mal, pois a prova é peso 2.*” No gráfico construído pela aluna durante a avaliação, fica evidente a concentração de seus estados emocionais no lado negativo (figura 19). A aluna relata que ao final da avaliação que se sentia “*com mais medo, pois não consegui resolver duas questões (alternativas c). E não tenho certeza das respostas.*”

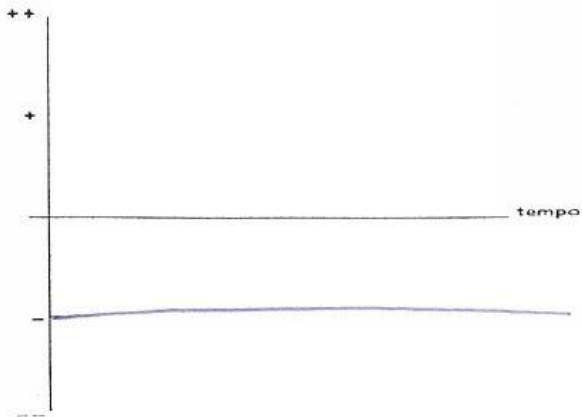


Figura 19 – Gráfico emocional construído por Sara para suas reações emocionais durante a avaliação S(32,33).

Antes de iniciar a atividade, Sara se encontrava em um estado negativo, preocupada, ansiosa e com medo de um possível mau desempenho na avaliação por conta da importância da avaliação (última avaliação do trimestre, que incidiria no desempenho trimestral da aluna). Devido a essa preocupação, Sara apontou seu estado emocional no eixo negativo do gráfico, mantendo-o constante até o momento da entrega da prova. Quanto as suas emoções durante a resolução, a aluna declara que:

Sara: A prova é muito pior, (...) porque na sala a gente está ali fazendo exercício e pode olhar o caderno, pode pedir ajuda, e quando tu pede ajuda, é mais fácil. O professor 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. Eu já não cheguei na aula feliz [apontando para o gráfico emocional da avaliação], quando eu terminei a prova...

Sara afirmou que suas emoções e sentimentos ficam ainda mais negativos ao sair da sala e ver os colegas comparando as respostas e soluções praticadas na avaliação, pois suas resoluções e respostas geralmente não conferem com as dos colegas. A aluna afirma que ao retornar à sala de aula, não sente mais as emoções que experimentou durante a avaliação, mas volta a experimentar emoções/sentimentos negativos quando o resultado é divulgado.

Nessa avaliação, o desempenho de Sara foi baixo, obtendo apenas 4,8 dos 10,0 pontos possíveis. Relembramos que essa avaliação foi a última do trimestre escolar, contribuindo fortemente para a nota

trimestral. A preocupação de Sara se intensificou no momento de divulgação das notas, pois os alunos não teriam chance de recuperar essa nota.

Avaliação II – S(51,52)

Essa avaliação (codificação da aula S(51,52)) era composta de cinco questões. As duas primeiras consistiam na resolução de problemas discursivos/dissertativos e as outras três consistiam na resolução de problemas numéricos, todas envolvendo conceitos de eletrodinâmica e elementos dos circuitos elétricos.

Sara declarou estar se sentindo “*Triste e angustiada. Triste, pois não estudei direito para a prova e angustiada pois depois tem prova de biologia.*” No gráfico construído pela aluna durante a avaliação, fica evidente os estados emocionais para cada problema (figura 20).

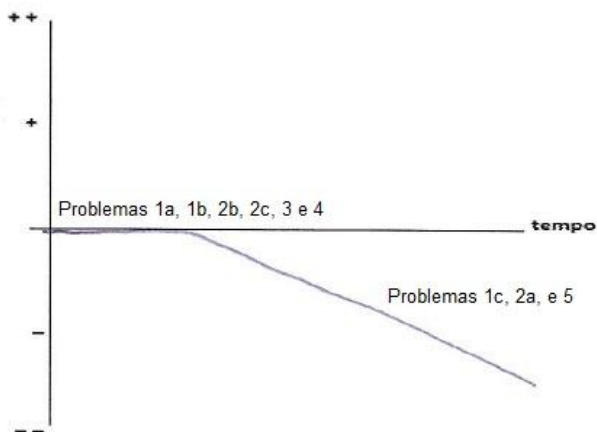


Figura 20 – Gráfico emocional construído por Sara para suas reações emocionais durante a avaliação S(51,52).

A aluna relata que ao final da avaliação se sente “*Pior que no início, não consegui terminar algumas questões*”. As questões as quais a aluna se refere foram os itens c e a dos problemas 1 e 2, respectivamente, representados pelo trecho decrescente do gráfico emocional.

O desempenho de Sara nessa avaliação foi superior ao obtido na avaliação anterior, obtendo 6,0 dos 10,0 pontos possíveis. Percebemos também que o desempenho de Sara foi superior nos problemas da

avaliação semelhantes aos resolvidos em sala de aula (problemas 3 e 4), obtendo 4,0 dos 4,75 pontos possíveis nessas questões. O problema 4 em particular, apresentava um gráfico de $V \times i$ semelhante ao da sessão de resolução de problemas V (S(42,43)RP V), em que a aluna havia experimentado uma série de afetos positivos.

Das duas avaliações acompanhadas percebemos que os afetos de Sara geralmente se concentram no lado negativo do gráfico emocional. Essa concentração se deve à insegurança da aluna em resolver problemas individualmente e à sua orientação extrínseca para obter bom desempenho em avaliações, em especial, no vestibular. Esses dois fatores contribuem para a origem de estados emocionais negativos em situações em que está sendo avaliada e para aumentar o constrangimento que aluna enfrenta ao necessitar expor seu conhecimento aos professores. Como mencionado anteriormente, percebemos que nas avaliações, ao entregar sua produção ao professor, a aluna procura evitar que o professor leia ou corrija suas resoluções ainda em sala de aula. Esses fatos observados evidenciam os sentimentos descritos pela aluna de vergonha e constrangimento ao ser avaliada.

4.2. CASO RAQUEL

4.2.1. *Perfil afetivo*

Crenças sobre si mesmo

No seu julgamento de **autoeficácia**, Raquel se considera boa solucionadora de problemas. Acredita que o raciocínio lógico e interpretação de texto são habilidades necessárias e fundamentais para conseguir resolver um problema de física. Sente-se segura resolvendo aqueles exercícios/problemas cuja solução pode ser facilmente encontrada utilizando lógica e interpreta seus erros e falhas nas resoluções geralmente estando relacionadas a essas duas habilidades.

Gosto/interesse pela física

Raquel afirma que seu gosto pela física varia conforme o conteúdo em estudo, ao professor e aos seus interesses profissionais atuais. A aluna acredita que a necessidade da escolha profissional no último ano escolar básico (3ª série do ensino médio) por conta do vestibular, as rápidas mudanças e as pressões para a escolha de uma carreira, faz com que os alunos mudem constantemente seus gostos e

preferências. No entanto, afirma que as mudanças e escolhas estão relacionadas com os interesses e preferências sobre cada uma das disciplinas escolares.

A aluna acredita que gostar de física influencia seu desempenho e engajamento na resolução de problemas. Apesar de Raquel afirmar que “*não tenho muito prazer estudando [física]*”, relata que seu interesse em física aumenta quando os conceitos estudados auxiliam na compreensão de fenômenos cotidianos, em especial, os que explicam as ideias errôneas do senso comum. Para a aluna “*às vezes a gente tem uma ideia muito errada no senso comum e a gente aprende isso [as explicações corretas] em física. (...) isso influencia meu desempenho, porque eu fico com mais vontade de fazer os exercícios e com mais vontade de prestar atenção na aula.*”

Raquel acredita que conhecer a utilidade da matéria que está estudando a incentiva a se engajar nas aulas e nas resoluções de exercícios/problemas de física. Relata perceber que a ideia do senso comum sobre alguns fenômenos físicos é bastante equivocada, e que com a física escolar é possível conhecer/aprender as causas e funcionamento desses fenômenos.

Orientação para metas

Raquel declara estar orientada para a meta/objetivo de obter boas notas e melhorar sua aprendizagem, razões pela qual estuda física e se engaja nas atividades propostas em sala, inclusive na resolução de problemas. A aluna parece não se conformar com notas em torno de sete, afirmando “*eu odeio tirar sete, (...) é uma nota feia pra mostrar no boletim*”. Mesmo estando acima da média escolar, declara que o esforço que dispensa para estudar física é muito superior quando comparado a outras disciplinas em que apresenta desempenho maior.

Crenças sobre o professor

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, seja macro ou micro, em que o fenômeno pode ser observado. Essas crenças aparecem em vários momentos da fala da aluna, em especial no trecho abaixo, em que fala sobre a relação do conhecimento físico com o cotidiano:

Raquel: (...) o professor de física, especificamente, acho que ele não tem que saber só física, acho que ele tem que saber física teórica, e acho que ele tem que saber relacionar muito com o cotidiano, porque às vezes falta uma base, “ah e para que eu vou usar isso na vida real, sabe?!”

Além disso, Raquel parece acreditar que o professor também influencia na escolha profissional dos alunos, visto que a aluna deposita sobre ele certa responsabilidade em articular a disciplina em questão com os cursos universitários. Ela acredita que o professor deve preparar os alunos e “*dar uma noção de como é no ensino superior*”.

Por fim, a aluna declara que quando o professor utiliza recompensas externas para incentivar a participação dos alunos nas atividades escolares se sente motivada, ainda que extrinsecamente, a realizá-las.

Raquel: Eu acho que, sei lá, uma coisa que, eu acho que dá mais... torna mais difícil e mais fácil, depende do tipo de aluno que tu é, é... por exemplo, a Ester [professora de física da série anterior] no segundo ano cobrava os exercícios. Só que ela assim: “ah, tem tal exercício, para amanhã, valendo ponto positivo ou valendo nota” e daí isso fazia com que tu fizesses exercício. E os professores do terceiro ano só sugerem que tu faças a lista, então para alguns alunos é melhor, porque eles vão fazer a lista uns cinco dias antes da prova, só que se não vale nota eu não consigo fazer. (...) Eu preciso dessa cobrança de “ahh, vai valer ponto positivo, então vocês façam esse exercício para amanhã” e daí eu faço. Se não, eu só faço um dia ou dois dias antes da prova.

Raquel afirma que as aulas de física poderiam ser mais dinâmicas e com aplicações práticas e ‘visíveis’, como por exemplo, na demonstração de um tubo de raios catódicos apresentada pelo professor. Apesar da tentativa do professor em demonstrar uma aplicação prática do conceito de campo elétrico, Raquel afirmou não conseguir identificar ou mesmo imaginar o objeto apresentado em sala dentro de sua televisão (relembrei a aluna de que o professor se referia à televisão mais antiga, conhecida como televisão de tubo de imagem). Esse episódio reforça a crença e necessidade da aluna de que em fenômenos, conceitos e objetos físicos abstratos, o professor tem o papel de estabelecer os limites, a validade e as dimensões do fenômeno, ou objeto observado.

Raquel afirma que questões teóricas também deviam ser exploradas com mais frequência em sala de aula, e acredita que apenas a resolução de exercícios e problemas envolvendo cálculos não garante a aprendizagem de conceitos e teorias, constantemente cobradas pelo professor. Nas aulas de física, é possível perceber que o professor explora questões conceituais e teóricas, entretanto não há uma formalização e sistematização ao quadro em forma escrita, assim como é feito para o formalismo matemático, por exemplo. Na maioria das vezes a exploração das questões teóricas se encerra no discurso do professor, e segundo a aluna, “*não tem como anotar tudo que ele fala*”.

Crenças sobre resolução de problemas

Raquel acredita que resolver problemas de física é uma atividade importante, desde que se estabeleçam relações com o cotidiano, para ela “*há muitas coisas [na resolução de problemas] que podem ser aplicadas no dia a dia*”. A aluna também considera a prática de resolução de problemas importante para o aprendizado de habilidades cognitivas como a interpretação textual e o raciocínio lógico-matemático, bem como para treinar o reconhecimento de heurísticas de resolução para cada tipo de problema. Na opinião de Raquel, um bom problema é aquele que oferece os dados precisos e imagens ilustrativas que facilitam o entendimento do problema.

Experiências emocionais

Raquel relaciona experiências positivas em física com bom desempenho nas avaliações, sucesso na resolução de problemas, realização de atividades experimentais e visitação ao Planetário e ao Parque Viva à Ciência da Universidade Federal de Santa Catarina. Suas experiências negativas estão relacionadas ao mau desempenho nas avaliações. No trecho abaixo a aluna relata uma dessas experiências em que cometeu um erro em uma avaliação pelo fato de ter interpretado a questão de uma maneira diferente do que a professora esperava:

Raquel: Em uma prova que eu tive ano passado sobre calorimetria, tinha uma questão que era de Kelvins em que tinha que descobrir um monte de coisa. Só que eu tive um erro de interpretação, eu e o Samuel da minha sala. A gente errou a questão porque entendeu o contrário do que a professora estava fazendo. Por causa de uma vírgula. (...) Se fosse daquele jeito que a gente interpretou estaria certo, só que era de outro jeito. Do

jeito que a professora interpretou, sabe?! Só uma [aluna] da minha sala acertou aquela, interpretou do jeito que a professora queria. (...) A gente ficou com nove na prova, e eu fiquei com muita raiva porque eu sabia fazer a questão só que eu entendi de outro jeito por causa de uma vírgula. Então eu fiquei muito brava (risadas).

A aluna afirma se sentir satisfeita ao conseguir resolver um problema de física, relatando que o sucesso na resolução de problemas parece consolidar sua aprendizagem:

Raquel: [Me sinto] Muito bem. Muuuuito bem. Tu te sentes de certa forma mais inteligente. Parece que, de repente, a informação, o conhecimento, entra na tua cabeça, ele se consolida ali, não que ele não estivesse, mas tu não estavas ciente que ele estava ali.

Já quando não consegue resolver problemas de física, a aluna afirma se sentir frustrada com o fracasso, expressando baixa em sua autoestima, por conta de sua autoeficácia elevada:

Raquel: É... Me sinto uma burra, uma inútil. A única coisa que eu tenho que fazer na minha vida é estudar e nem disso eu dou conta.

Quando questionada sobre sua variação emocional durante a resolução de problemas de física, que vai do afeto positivo ao negativo, Raquel diz que gostaria que seus afetos fossem mais estáveis e associas essas variações à exigência que cada indivíduo faz de si mesmo:

Raquel: Eu acho que eu podia ser mais estável (...)! Eu acho que é normal as pessoas terem dificuldade, (...) mas às vezes a gente exige demais da gente mesmo. Acho que isso é um problema.

No relato da aluna, é possível identificar ainda a relação entre frustração e bloqueio que interagem na construção de atitudes negativas.

Raquel: Às vezes [eu faço] uma tempestade do nada! Um exercício errado e fico “eu odeio essa matéria!”. Então eu tenho que conseguir fazer exercícios, se não dá um problema, e eu não quero mais estudar aquilo aquela noite, [falo] “ahh, eu estou de saco cheio disso” daí eu só vou ver um dia antes da prova.

Quando não consegue finalizar um plano de solução na resolução de problemas, Raquel fica bloqueada diante da resolução e afirma se sentir frustrada por isso. A aluna revela interpretar essa situação com uma carga bastante negativa e relata desistir da resolução sempre que fica bloqueada. Sucessivos encontros como esse são propícios à construção de uma atitude negativa, que se traduzem em frases como “*eu odeio física*”.

4.2.2. Atividades de resolução de problemas

A aluna Raquel participou de todas as sessões de resolução de problemas propostas, preenchendo os gráficos emocionais em todas as sessões, inclusive nas avaliações. A aluna geralmente faz as atividades em grupo com quatro colegas, entre elas Sara, auxiliando-as e incentivando-as nas atividades em sala de aula.

Sessão de resolução de problemas I – S(14,15)RP I

Na primeira sessão de resolução (codificação da aula S(14,15)RP I), Raquel resolveu os exercícios em seu grupo fornecendo explicações constantes às suas colegas. Utilizou como marcadores para o primeiro problema ={|, =/ e =| que representam os estados emocionais de **ansiedade**, **frustração** e **normal** ou **sem alteração**, respectivamente (figura 21).

Marcador	Resolução	Comentários
={ =/ =	<p> $(100^2) \cdot \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot 9,00 \times 10^2$ $C = \frac{100 \cdot 20}{5,0 \times 10^2} = 2,0\%$ </p> <p>Equilíbrio</p> <p>altura p/ cima vertical</p>	<p>frustração e ansiedade por ter demorado para entender o exercício</p>

Figura 21 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 1, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).

Apesar de apresentar a resolução correta ao primeiro problema, a aluna comenta no formulário de resolução: “*frustração e ansiedade por ter demorado para entender o exercício*”, a aluna afirma que:

Raquel: É porque quando tem um exercício, eu gosto de não ficar muito tempo lá tentando entender o enunciado, eu gosto de ir para a conta. E daí eu tenho que ler e às vezes eu não entendo. Ai me dá uma agonia porque eu tenho os dados ali, os dados estão todos ali, eu só preciso organizar eles, ai eu fico ansiosa. (...) Ai quando eu não entendo, eu fico assim sabe?! Vontade de dizer assim “ui como tu é burra” dá vontade de dizer assim, porque é português, dificuldade em português, interpretação de texto.

O relato de Raquel evidencia sua crença de que as habilidades necessárias para conseguir resolver um problema se resumem a

habilidades cognitivas, como organizar os dados e interpretar o enunciado. A aluna declara sempre ficar ansiosa para chegar aos resultados dos problemas que resolve, pois é o momento em que acredita testar seus conhecimentos e verificar sua aprendizagem.

No segundo problema Raquel utilizou os marcadores ={|, =|, =O e =D representando os estados **ansiedade**, **normal** ou **sem alteração**, **assustado** e **satisfação** (figura 22).

Marcador	Resolução	Comentários
={ = =O =D	<p> $q = 2C$ $F = 6N$ $\begin{matrix} 2 - C \\ 3 - x \end{matrix}$ $E = \frac{F}{q} \rightarrow F = 9N$ $E = \frac{F}{q} \rightarrow \frac{2x = 11}{x = 5}$ $E = \frac{9}{3} \rightarrow 3NC$ $E = \frac{6}{2} \rightarrow 3NC$ <i>o campo não se altera</i> </p>	OK

Figura 22 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 2, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).

Quando questionada sobre seus estados emocionais, a aluna afirma que ficou satisfeita ao final desse problema, por conseguir resolvê-lo utilizando lógica. É possível perceber em seu formulário de resolução que apesar de escrever a equação que relaciona campo elétrico, força elétrica e carga elétrica, encontrou a resposta solicitada utilizando uma relação de proporcionalidade ao invés de utilizar a equação:

Raquel: Eu não gosto de usar fórmula, então eu só uso quando eu preciso. E quando eu consigo resolver alguma coisa por regra de três eu fico melhor, sabe?! [grifo nosso]

A aluna parece satisfeita em encontrar um algoritmo ou resultado numérico, independente de fazer ou não uma análise física adequada do problema. Como já evidenciado em suas crenças sobre resolução de problemas, a aluna prefere problemas que oferecem os dados precisos em seu enunciado, que possam ser organizados e combinados por meio de alguma relação de lógica, sem a necessidade de análise física, para chegar a um resultado numérico. A dificuldade e repúdio em utilizar signos matemáticos são enfatizados pela aluna na seguinte afirmação: “*eu não gosto de usar fórmula*”.

Em ambos os problemas, a aluna iniciou a resolução **ansiosa**, variando suas emoções ao estado **normal** no primeiro, e ao estado de **satisfação** no segundo problema. Como já mencionado na análise feita

ao caso Sara, a resolução do primeiro problema exigia uma interpretação física com relação aos conceitos de força e equilíbrio nos campos elétrico e gravitacional. Já na resolução do segundo problema, a estratégia adotada por Raquel consistiu em uma relação de proporcionalidade entre os valores de força e carga elétrica que forneceram o valor esperado como resultado para o problema, apesar de não conter a análise física adequada.

Sessão de resolução de problemas II – S(17,18)RP II

Na segunda sessão de resolução (codificação da aula S(17,18)RP II), Raquel também resolveu os exercícios em seu grupo. No gráfico emocional construído pela aluna para essa sessão, apresentou uma declinação de um estado neutro para o negativo ao longo da resolução do primeiro problema (figura 23).

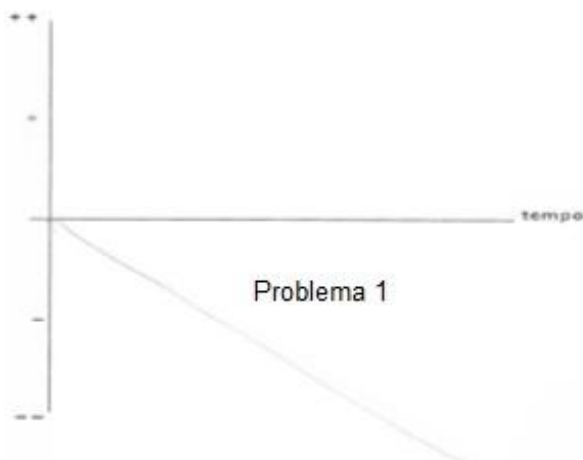


Figura 23 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema II, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).

Relacionado ao gráfico emocional acima, Raquel afirma que nas aulas de física suas emoções geralmente são negativas, justificando que, apesar de gostar do conteúdo, não gosta quando a dinâmica proposta pelo professor em sala de aula se restringe a apresentar definições, conceitos e teorias, seguidos de exercícios de aplicação. Ao interpretar seu gráfico emocional, a aluna relata suas emoções:

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

Nessa sessão, Raquel parecia estar bastante distraída durante a atividade, envolvendo-se apenas a resolução do primeiro problema (havia outros dois problemas a serem resolvidos). Para esse problema utilizou os marcadores = {, ∩∩ e ∩∩ que representam os estados emocionais de **ansiedade**, **desinteresse** e **desinteresse**, respectivamente (figura 24).

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
= { ∩∩	a) $E = \frac{kQ}{d^2}$ $5,4 \times 10^6 = \frac{9,0 \times 10^9 \cdot Q}{(0,6)^2}$ $5,4 \times 10^6 \cdot 10^2 = \frac{9,0 \times 10^9 \cdot Q}{3,6}$ $5,4 \times 10^8 = 3 \times 10^9 Q$ $Q = \frac{5,4 \times 10^8}{3 \times 10^9}$ $Q = 0,6 \times 10^{-1} C$	
∩∩	b) $E = \frac{kQ}{d^2}$ $5,4 \times 10^6 = \frac{9,0 \times 10^9 \cdot 6,0 \times 10^{-6}}{(0,6)^2}$	

Figura 24 – Extrato da atividade didática de resolução de problema II – problema 1, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).

Nesse problema era necessário 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 . Essencialmente, esse problema exigia a manipulação e coleta de informações a partir de um gráfico $E \times d$. A aluna justificou seus estados emocionais de **ansiedade** e **desinteresse** pela presença do gráfico no problema, essencial à resolução do mesmo. Raquel declara não gostar de gráficos, e recorda que essa atitude é ‘resultado’ de sua experiência com a matemática na 7ª série:

Raquel: **Eu não gostei da questão, eu odeio gráfico.**

Pesquisadora: Tu odeias 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 tu 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, ai “agora, monte um gráfico”. **Eu odeio isso, eu odeio, eu odeio o gráfico.**

Pesquisadora: Mas tu nem tentas pensar em ‘dar uma chance’ para o gráfico?

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

Raquel afirma ser comum abandonar o processo resolutivo quando se depara com a representação gráfica já no enunciado do problema. No extrato da resolução apresentado acima, a aluna insistiu apenas na resolução do primeiro item do problema por estar junto ao seu grupo e se sentir motivada por isso. Entretanto, acabou abandonando os demais problemas por conta dos afetos negativos desencadeados nessa resolução. 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 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 essas representações em outras situações. 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.

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 por Raquel 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.

Sessão de resolução de problemas III – S(23,24)RP III

Na terceira sessão de resolução (codificação da aula S(23,24)RP III), Raquel resolveu os problemas propostos novamente com suas colegas. No gráfico emocional (figura 25) construído para essa resolução, a aluna evidenciou uma variação entre afetos negativos (problema 1) e afetos positivos (problemas 2 e 3).

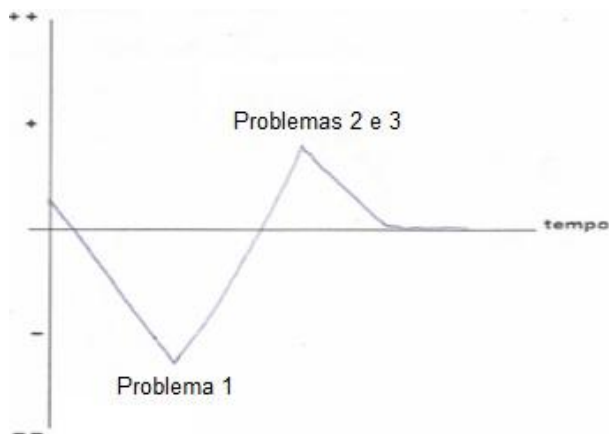


Figura 25 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema III, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).

Para uma análise adequada do gráfico emocional e das resoluções de Raquel, alguns eventos que ocorreram nessa sessão precisam ser comentados. Como muitos alunos apresentaram dificuldades nessa sessão, o professor explicou e apresentou heurísticas de resolução adequadas à resolução de cada um dos problemas. Alguns alunos copiaram a resolução, outros somente acompanharam, conferindo suas respostas. De qualquer forma, a ação do professor interferiu no processo resolutivo e nos estados emocionais elencados pelos alunos em seus formulários de resolução.

Observando Raquel em sala de aula e nas gravações podemos perceber que a aluna fez várias anotações, mesclando assim suas próprias resoluções com aquelas apresentadas pelo professor. Além disso, o traçado do gráfico, em especial o trecho positivo relacionados aos problemas 2 e 3, não parece condizente com os marcadores elencados e comentários feitos pela aluna durante as resoluções desses problemas. Outra inconsistência percebida está relacionada aos afetos desencadeados durante a explicação dada pelo professor. Apesar do traçado no gráfico se direcionar para o lado positivo no trecho que representa os problemas 2 e 3, ou seja, a partir do momento em que o professor passa a esclarecer as dúvidas dos alunos, a aluna afirma que os afetos desencadeados nesse tipo de situação geralmente são negativos, como veremos na análise que segue.

No primeiro problema, a aluna assinalou os marcadores =|, =O e =|, referente aos estados **normal** ou **sem alteração**, **assustado** e **normal** ou **sem alteração**, respectivamente (figura 26).

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
=	<p>a) $T = 44$ $q = 0,20C$ a) $dU = P \cdot t$</p> $V_A - V_B = \frac{T \cdot \Delta B}{q}$ $V_A - V_B = \frac{44}{0,2} \rightarrow \boxed{\Delta DP = 220 V}$	Fácil
=O =	<p>b) $V_{AB} = \frac{T \cdot \Delta B}{q} \rightarrow V_{AB} = \frac{1100}{q}$</p> $q = \frac{1100}{V_{AB}}$ $q = \frac{1100}{22,0}$ $\boxed{q = 5C}$	"Como Distribuir?"

Figura 26 – Extrato da atividade didática de resolução de problema III – problema 1, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).

No primeiro item do problema, em que assinalou o marcador **sem alteração**, Raquel comentou que o problema era fácil. Já no segundo item do problema em que afirma se sentir **assustada**, a aluna relatou que não havia entendido o problema, e que somente após receber orientação de um colega conseguiu resolvê-lo corretamente. Apesar de ter solicitado auxílio, afirma não gostar de pedir ajuda ou esclarecer dúvidas com colegas ou professor. Sua justificativa é de que a explicação dada pelo professor é a mesma para todos os alunos, e que não entendê-la é uma irresponsabilidade do aluno:

Raquel: Eu não gosto muito de pedir ajuda, eu odeio pedir ajuda. (...) Para o professor principalmente! Porque o professor deu a mesma explicação para todo mundo, então eu estava lá e aquelas outras pessoas também estavam lá, elas tiveram a mesma explicação que eu, e elas entenderam, e eu não. Então é uma responsabilidade e um problema meu na verdade.

Nesse trecho Raquel explicita uma crença sobre como ocorre o entendimento e a aprendizagem da física. Para a aluna, esses são processos puramente cognitivos e, uma vez que o professor explica um conceito ou resolve algum problema, devem ocorrer de forma homogênea, ou seja, todos os alunos deveriam ser capazes de compreender e aprender igualmente. Segundo a teoria da atribuição causal, a crença de que a capacidade de entendimento e de aprendizagem da física são responsabilidades exclusivas do aluno, pode

levar Raquel a atribuir situações de fracasso na resolução de problemas a causas internas, estáveis e incontroláveis à sua competência, causando bloqueios nessas atividades.

No segundo problema a aluna assinalou o marcador =O referente ao estado emocional **assustado** em toda a resolução (figura 27).


Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
=O	a) 	
=O	b) $T_{AB} = 0$ (pela força elétrica) $T = F \cdot d \cdot \cos\alpha$ $T = F \cdot d \cdot \cos 90^\circ$ $T = F \cdot d \cdot 0$ $T = 0$	medo da prova
=O	c) $V_A - V_B = \frac{q}{9}$ $V_A - V_B = \frac{0}{9} \rightarrow \text{DDP} = 0$	

Figura 27 – Extrato da atividade didática de resolução de problema III – problema 2, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).

Durante a resolução de problemas Raquel assinalou o marcador assustado afirmando estar com “*medo da prova*”. Nesse problema, como a direção da força elétrica que agia sobre a carga elétrica era perpendicular ao deslocamento de A para B dessa mesma carga, o trabalho realizado pela força elétrica nesse deslocamento é nulo. Essa informação não era explicitada no enunciado do problema e deveria ser deduzido pelos alunos ao interpretarem a situação. A resolução apresentada por Raquel está correta, no entanto, no momento da solução, a aluna parece não ter compreendido a razão pela qual o trabalho era zero. Raquel relata que questões como essa em que alguns dados não são explicitados a deixa receosa e com medo das questões da prova.

Raquel: Mas é porque demorou a cair a ficha que o trabalho era zero. E se a prova fosse assim de “ah, aqui o trabalho é zero”? Se eu não descobrisse essas coisas como “o trabalho é zero”? Ele

não está te dando o dado, tu não vais atrás para descobrir o trabalho, aí se a prova fosse assim, eu sabia que ia me dar mal. Então eu fiquei com medo da prova.

Nesse trecho fica evidente a preocupação da aluna com as atividades avaliativas, em especial, em situações em que não compreende ou consegue resolver um problema corretamente. A aluna interpreta a situação em que se encontra, como antecipação do fracasso na avaliação.

No problema 3, Raquel assinalou os marcadores \neg e $=|$, referentes aos estados **desinteresse** e **normal** ou **sem alteração** (figura 28).

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
\neg	<p>a)</p> $V_A - V_B = \frac{T_{AB}}{q}$ $300 = \frac{F \cdot d \cdot \cos\theta}{q}$ $V_{AB} = E \cdot d$ $300 = E \cdot 0,05$ $\frac{300}{0,05} = E$ $E = 6000 \text{ V/C}$	<p>Vou tirar zero Odeio esse conteúdo</p>
$= $	<p>b)</p> $F = qE$ $F = 2 \times 10^{-7} \cdot 6000$ $F = 12000 = 10^{-7}$ $F = 1,2 \times 10^{-3} \text{ N}$	
	<p>c)</p> $T_{AB} = q E \cdot d$ $T_{AB} = 2 \times 10^{-7} \cdot 6000 \cdot 0,005$	

Figura 28 – Extrato da atividade didática de resolução de problema III – problema 3, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).

Em relação ao comentário no formulário de resolução: “*vou tirar zero, odeio esse conteúdo*”, Raquel afirma prever o fracasso na avaliação, visto não ter compreendido a heurística desenvolvida pelo professor na resolução desse problema. Além do mais, na solução apresentada acima, há um equívoco na conversão de unidades da distância d . Antes de substituir os dados nas equações adequadas, as unidades devem ser convertidas de forma a respeitar o sistema internacional de unidades. Sendo assim, a distancia d fornecida no problema ficaria $d = 5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-3} \text{ m} = 0,005 \text{ m}$. Esse equívoco acabou comprometendo o restante da resolução.

Raquel afirma ainda que é bastante comum seus afetos com relação à física variarem da extremidade positiva a negativa, e relata situações na resolução de problemas em que isso acontece. Por exemplo, ao fracassar na resolução de um problema de eletrostática, em que era solicitado determinar as características do vetor campo elétrico afirmou odiar esse conteúdo. Já em um momento seguinte, ao obter sucesso na resolução de um problema semelhante, essa situação se inverteu completamente, e a aluna afirmou adorar o conteúdo relacionado ao campo elétrico, cogitando a possibilidade de escolher o curso de graduação em Física como opção no vestibular. Os afetos positivos desencadeados na resolução de problemas relacionado ao conteúdo de campo elétrico pode ser observado na seção seguinte.

Sessão de resolução de problemas IV – S(29,30)RP IV

Na quarta sessão de resolução (codificação da aula S(29,30)RP IV), Raquel resolveu os problemas propostos em grupo com as mesmas colegas. No gráfico emocional (figura 29) construído pela aluna, podemos perceber que os traços se concentraram no lado positivo do gráfico, evidenciando afetos bastante positivos como observaremos nos marcadores assinalados pela aluna ao longo da resolução.

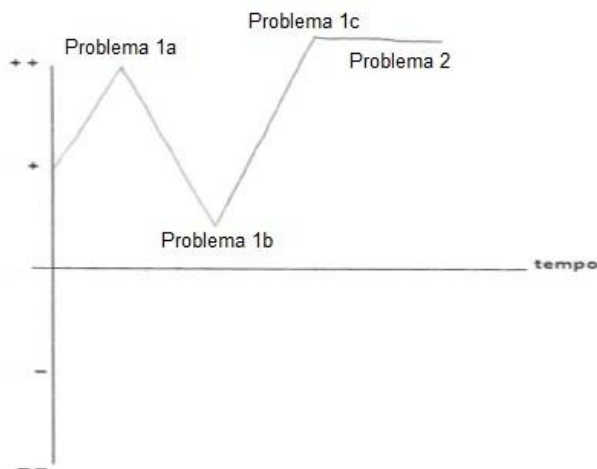


Figura 29 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema IV, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).

Nessa sessão, a aluna experimentou uma série de situações de sucesso na devido à facilidade em resolver os problemas propostos. O sucesso foi responsável por desencadear a sequência de estados emocionais positivos representada no traçado do gráfico.

Para o primeiro problema, a aluna assinalou os marcadores =|, =O e =), referentes aos estados **normal** ou **sem alteração**, **assustado**, **alegria** ou **felicidade** no primeiro item do problema; =|, =O e ∩∩, referentes aos estados **normal** ou **sem alteração**, **assustado**, **desinteresse**, no segundo item do problema; e ainda, =|, ∩∩ e =D, referentes aos estados **normal** ou **sem alteração**, **desinteresse**, e **satisfação**, no terceiro item do problema (figura 30).

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
= =O =)	<p>a) $VPA = kQ_1 \rightarrow \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{0,05} = \frac{18 \times 10^4}{5 \times 10^{-1}} = 3,6 \times 10^5 V$</p> <p>$V_{B1} = kQ_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-1}} = 9 \times 10^4 V$</p> <p>$V_B = V_{A1} + V_{B2} = 3,6 \times 10^5 V + 9 \times 10^4 V = 4,5 \times 10^5 V$</p>	Legal, fácil
= =O ∩∩	<p>b) $V_{PB} = kQ_1 = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6}}{1,0 \times 10^{-1}} = \frac{4,5 \times 10^4}{1 \times 10^{-1}} = 4,5 \times 10^5 V$</p> <p>$V_{PB2} = kQ_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{2,0 \times 10^{-1}} = \frac{1,8 \times 10^4}{2 \times 10^{-1}} = 9 \times 10^4 V$</p> <p>$V_{PB} = 4,5 \times 10^5 + (-9,9 \times 10^4) = 3,6 \times 10^5 V$</p>	resultado estranho (medo)
= ∩∩ =D	<p>c) $V_A - V_B =$ $5,4 \times 10^5 - 3,6 \times 10^5 V$ $1,8 \times 10^5 V$</p>	dúvidas uhul

Figura 30 – Extrato da atividade didática de resolução de problema IV – problema 1, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).

No primeiro item (a) do problema, era necessário determinar o potencial elétrico em um ponto A entre duas cargas Q_1 e Q_2 , no segundo item (b), o potencial elétrico em um ponto B externo as duas cargas Q_1 e Q_2 , e no terceiro item (c) a diferença de potencial entre A e B. A resolução dos itens a e b do problema era bastante semelhante. Entretanto, enquanto no primeiro item a aluna expressou afetos positivos em seus comentários sobre a resolução (“*legal, fácil*”) elencando marcadores positivos, no segundo item a aluna expressou desconfiança em relação ao resultado encontrado, comentando em seu

formulário de resolução: “*resultado estranho*”, e elencando marcadores negativos. Os cálculos realizados nos dois itens estão corretos, entretanto o que ocasionou o estranhamento no item b foi a diferença entre as potências dos resultados dos cálculos de cada item. No cálculo de V_{PB_2} a aluna escreveu o resultado na potência 10^4 , diferindo dos outros resultados que foram escritos na potência 10^5 . As dúvidas e o estranhamento de Raquel em relação às potências envolvidas ainda permaneceram no terceiro item, em que era necessário calcular a diferença de potencial entre os pontos A e B. Após perceber seu equívoco, encontrou o resultado correto e elencou o marcador satisfeito. Percebemos que em situações nas quais Raquel enfrenta bloqueios com relação à manipulação do aparato matemático, como nessa resolução, a aluna geralmente persiste na resolução. O abandono de um problema pela aluna geralmente ocorre quando a dificuldade está relacionada aos conceitos físicos.

No segundo problema, a aluna assinalou os marcadores =|, =O e =D, referentes aos estados **normal** ou **sem alteração**, **assustado**, **satisfação** no primeiro item do problema; =| e =), referentes aos estados **normal** ou **sem alteração**, **alegria** ou **felicidade**, no segundo item do problema; e ainda, =) referentes ao estado **alegria** ou **felicidade**, no terceiro item do problema (figura 31).

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
= =O =D	<p>a) $E = \frac{V_{AB}}{d} \rightarrow 6 \cdot 300 = \frac{150 \times 10^2}{2 \times 10^{-2}} \Rightarrow 1,50 \times 10^4 \text{ V/m}$</p> <p>Campo de B p/ A pois B (+) A (-). assustada</p>	<p>Fórmula estranha uhul</p>
= =)	<p>b) O campo elétrico entre B e C é nulo pois, dentro de uma caixa metálica o campo é sempre nulo.</p>	<p>O.O que coisa chéida</p>
=)	<p>c) Sim, somente pois C (+) D (-). campo de mesmo módulo que em A pois d é o mesmo, potencial é o mesmo.</p>	<p>ihaaa Fácil</p>

Figura 31 – Extrato da atividade didática de resolução de problema IV – problema 2, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).

Esse problema consistia basicamente em analisar afirmativas sobre o campo elétrico entre placas A, B, C e D, e assinalar as que estariam corretas ou incorretas, justificando as respostas. O problema tinha quatro itens, e assim como Sara, Raquel resolveu apenas três (a, b, c). A aluna obteve sucesso na resolução, apresentando justificativas adequadas para cada uma das sentenças. No formulário de resolução observamos comentários como “uhul”, “que coisa doida” e “ihaaa, fácil” associados aos marcadores positivos de **satisfação**, **alegria** e **alegria**. Nas gravações em áudio e vídeo percebemos que essas expressões são comuns na fala de Raquel e geralmente estão associadas à situações gerais em sala de aula em que a aluna experimenta emoções positivas.

Sessão de resolução de problemas V – S(42,43)RP V

Na quinta sessão de resolução (codificação da aula S(42,43)RP V), Raquel resolveu os problemas propostos com sua colega Sara. No gráfico emocional (figura 32) construído pela aluna para essa resolução, percebemos a concentração de seus estados emocionais no lado negativo do gráfico.

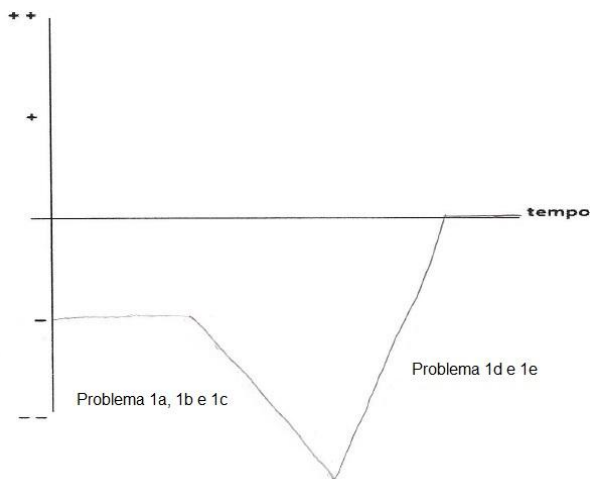


Figura 32 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema V realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).

No problema dessa sessão deveriam ser assinaladas como corretas ou incorretas algumas sentenças sobre um resistor cujo comportamento era descrito em um gráfico de $V \times i$. Logo, para assinalar e justificar cada proposição era necessário realizar a análise do gráfico apresentado no problema. Como já evidenciado na sessão de resolução de problemas II (S(17,18)RP II), a aluna Raquel declara não gostar de resolver problemas que contenham representações gráficas, apresentando uma atitude negativa com relação a essa forma de representação. Por esse motivo, os afetos de Raquel no gráfico emocional se concentram no lado negativo, direcionando para um estado neutro ao final da resolução.

Podemos distinguir dois momentos nessa sessão. O primeiro deles é durante a resolução dos itens a, b e c, representado no gráfico emocional pelo traço constante depois decrescente. E o segundo momento durante a resolução dos itens d e e, representado no gráfico pelo traço crescente depois constante. Raquel relaciona o traço decrescente do primeiro momento ao fato de não conseguir resolver os três primeiros itens sem orientação de algum colega ou do professor. Já o traço crescente, a aluna associa com a compreensão dos dois últimos itens do problema. Entretanto, a partir da solução apresentada pela aluna, podemos identificar a presença do gráfico no enunciado do problema como principal causador dos estados emocionais negativos de Raquel.

Nos três primeiros itens do problema (a, b, c), a aluna assinalou os marcadores =O, =|, \neg , \neg , =O, =| e \neq que representam os estados emocionais **assustado**, **ansiedade**, **desinteresse**, **desinteresse**, **assustado**, **normal** ou **sem alteração** e **frustrado**, respectivamente (figura 33). Dos sete marcadores assinalados, seis representam estados negativos e apenas um deles um estado neutro. Na solução apresentada nesses três primeiros itens fica perceptível a tentativa da aluna em utilizar as informações e características do gráfico para analisar e justificar as sentenças relacionado aos marcadores negativos.

No primeiro item, a aluna coletou pontos do gráfico $V \times i$, calculando a resistência elétrica e verificando seu aumento com o aumento da corrente. Entretanto, seu comentário “*não entendi nada*” revela a incompreensão da heurística utilizada para resolução desse item. No segundo item, a aluna justificou a sentença com base em uma característica do gráfico: “*é uma reta então obedece a lei de Ohm*”. Apesar disso, enfatizou no comentário “*não gosto de gráficos*”, seu repúdio a esse tipo de representação. No terceiro item, a própria sentença sugeria a necessidade de análise do gráfico e da curva traçada

para o trecho de 600 mA até 800 mA, o que, assim como nas sentenças anteriores, desencadeou afetos negativos em Raquel. Como na sessão de resolução de problemas III (S(23,24)RP III), Raquel interpretou a incompreensão da sentença como a antecipação de seu fracasso na avaliação.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
=0 ={ ~ ~	<p>a) (✓) A resistência desse resistor tende a aumentar com o seu aquecimento, devido ao aumento da corrente.</p> <p>$R = \frac{V}{i} \rightarrow R = \frac{30}{6} \rightarrow 5 \Omega$</p> <p>$R = \frac{V}{i} \rightarrow R = \frac{30}{4.6} \rightarrow 6,25 \Omega$</p>	não entendi nada.
~ ~	<p>b) (✓) No trecho de 0 a 800mA, o resistor é considerado ôhmico, pois o valor da resistência é constante.</p> <p>é uma reta então obedece a lei de Ohm</p>	Não gosto de gráficos.
=0 =1 = /	<p>c) (F) No trecho de 600 mA até 800 mA, a relação $R = \frac{V}{i}$ não pode ser aplicada, pois o resistor não é mais ôhmico.</p> <p>Pode ser aplicada, mas a razão não é constante</p>	Matéria muito doída. O na prova.

Figura 33 – Extrato da atividade didática de resolução de problema V, itens a, b e c, realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).

Entretanto, nos dois últimos itens do problema (d, e), Raquel assinalou os marcadores positivos =D e =D que representam o estado emocional de **satisfação** (figura 34). No item d, era necessária a substituição dos valores de corrente elétrica i e voltagem V na relação $R = \frac{V}{i}$. Nessa situação o valor de resistência elétrica R seria 6,25 Ω , e

não 5Ω , como afirmado na sentença. Raquel apresentou uma resolução adequada, porém não podemos afirmar, assim como na resolução apresentada por Sara, se a aluna optou por substituir os dados fornecidos na sentença, ou coletou os valores do gráfico, o que seria mais adequado. Fizemos essa observação pelo fato de a aluna ter declarado que não gosta de manusear e trabalhar com gráficos. Coincidentemente, nesse problema, o ponto no gráfico referente a corrente elétrica $i = 800\text{mA}$ era $V = 5,0\text{V}$, mesmo valor numérico da resistência elétrica $R = 5\Omega$. Por encontrar um resultado numérico que tornava falsa essa sentença (resposta compartilhada entre os alunos durante a sessão de resolução de problemas), a aluna confiou no cálculo desenvolvido como justificativa que invalidava a sentença, sem auxílio dos colegas ou do professor, como pode ser observado no comentário feito pela aluna de que “entendi sozinha”.

=D	<p>d) (τ) Quando passa pelo resistor uma corrente de 800 mA, a resistência elétrica do mesmo é 5Ω.</p> $R = \frac{V}{i} \rightarrow \frac{5,0}{800 \times 10^{-3}} \rightarrow 6,25 \Omega$	entendi sozinha.
=D	<p>e)) (τ) Se o técnico desejar construir um resistor de resistência igual a 5Ω, utilizando um fio de níquel cromo ($\rho = 1,5 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$) com área da secção reta de $1,5 \text{ mm}^2$, o comprimento deste fio deverá ter 5 m.</p> $R = \rho \frac{l}{A}$ $5 = \frac{1,5 \cdot 10^{-6} \cdot l}{1,5 \times 10^{-3}}$ $5 \cdot 10^3 = 10^{-6} \cdot l$ $5 = \frac{10^{-6} \cdot l}{10^{-3}}$ $5 = 10^{-3} l$ $\frac{5}{10^{-3}} = l$ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">0,005 m</div>	Zuh! Fácil.

Figura 34 – Extrato da atividade didática de resolução de problema V, itens d e e, realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).

Já para a resolução do último item, em que deveria ser determinado o comprimento l de um fio de resistividade $\rho = 1,5 \times 10^{-6} \Omega \text{ m}$ e área $A = 1,5 \text{ mm}^2$ para a construção de um resistor com

resistência $R = 5 \Omega$, a resposta poderia ser obtida com a substituição dos dados fornecidos na equação $R = \frac{\rho l}{A}$, sem necessidade de recorrer ao gráfico para respondê-lo. Devido a isso, Raquel elencou novamente o marcador satisfação, e comentou “*uhul, fácil*” nessa resolução. Apesar de assinalar um estado emocional positivo, a resposta fornecida não estava correta. Mesmo substituindo os valores na equação adequada, assim como Sara, a aluna Raquel não fez a transformação de unidade de área de mm^2 para m^2 corretamente.

Nessa sessão de resolução de problemas ficam evidentes os afetos negativos de Raquel pela representação gráfica. Como já mencionado na sessão de resolução de problemas II, a atitude negativa da aluna em evitar o tratamento de um gráfico, pode trazer sérias implicações ao seu aprendizado, visto que, não somente na disciplina de física, mas nas disciplinas de química, matemática e geografia, a representação gráfica é bastante comum e importante no entendimento de diversos conceitos.

Sessão de resolução de problemas VI – S(48,49)RP VI

Na sexta sessão de resolução (codificação da aula S(48,49)RP VI), Raquel resolveu os problemas propostos novamente com sua colega Sara. No gráfico emocional (figura 35) construído pela aluna para essa resolução, fica evidente que os estados emocionais de Raquel se concentram no eixo negativo do gráfico, sendo que, dos 15 marcadores assinalados pela aluna, apenas dois são positivos.

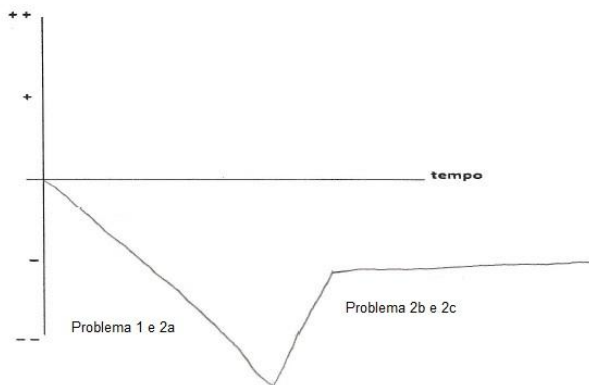


Figura 35 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema VI realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).

A concentração dos afetos no lado negativo do gráfico esteve relacionado ao desinteresse da aluna em resolver esses problemas e na antecipação de seu fracasso na avaliação. A análise dos afetos desencadeados em cada problema são explorados na sequência.

No primeiro problema utilizou os marcadores =/, =), O.O, =X, =O, 77, 77, 77 e 77, que representam os estados emocionais **frustração**, **alegria** ou **felicidade**, **interesse**, **medo**, **assustado**, **desinteresse**, **desinteresse**, **desinteresse** e **desinteresse**, respectivamente (figura 36).

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
=/ =)	<p>a) $R = \frac{V}{i} \rightarrow 200 = \frac{120}{i}$ $i = 0,6 \text{ A}$</p> <p>$i = \frac{120}{200} \rightarrow \frac{6}{10} \rightarrow \frac{3}{5}$</p>	Acho que é mais oi, de não for isso não sei fazer.
O.O =X =O	<p>b) $R = \frac{V}{i} \rightarrow 300 = \frac{120}{i}$</p> <p>$i = \frac{120}{300} \rightarrow \frac{6}{15}$ $0,4 \text{ A}$</p>	Muito chato.
77 77 77 77	<p>c) $R = \frac{V}{i} \rightarrow 400 = \frac{120}{i}$</p> <p>$i = \frac{120}{400}$</p> <p>$\frac{6}{20} \rightarrow \frac{3}{10}$</p> $0,3 \text{ A}$	ihá!

Figura 36 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 1, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).

Nesse problema era apresentado um circuito elétrico constituído por uma fonte, uma lâmpada e um reostato (resistor de resistência variável) ligados em série, e solicitado que fossem calculados a corrente elétrica que passaria pela lâmpada para diferentes posições do cursor do reostato. A princípio, o problema parecia bastante simples, pois na associação em série, a corrente que passa em cada resistência é igual a

corrente total do circuito. Raquel resolveu corretamente todos os itens do problema, entretanto, parecia bastante desinteressada durante essa resolução, como foi evidenciado pela própria aluna no último item desse problema em que elencou quatro marcadores que representam o estado de desinteresse. O comentário da aluna sobre a resolução do primeiro item em que afirmou: “*acho que é isso ai, se não for isso não sei fazer*”, parece indicar uma desmotivação e desinteresse em resolver o problema. O comentário feito passa a impressão de insegurança quanto à heurística desenvolvida e desmotivação em resolver esse problema.

No segundo problema dessa mesma resolução, Raquel utilizou os marcadores =X, =|, =(, =O, \neg e =) que representam os estados emocionais **medo**, **normal** ou **sem alteração**, **tristeza**, **assustado**, **desinteresse** e **alegria** ou **felicidade** respectivamente (figura 37).

Esse problema, mais trabalhoso que o anterior, apresentava um circuito elétrico composto por resistores associados em série e em paralelo, em que deveriam ser calculados: a resistência equivalente da associação, a corrente elétrica total do circuito e a corrente elétrica que passava em cada um dos resistores. Raquel apresentou os cálculos corretos para os itens a e b, e cálculos um pouco confusos para o item c, mas de acordo com as gravações, seus comentários (“*não gostei*”, “*não entendi nada*”) e os marcadores utilizados, percebemos a incompreensão da heurística utilizada nas resoluções apresentadas. A satisfação no item b do problema, único marcador positivo elencado, esteve relacionada à facilidade da aluna em solucionar o problema tão facilmente, quando comparado aos outros itens do problema. No último item a aluna não elencou nenhum marcador para seus estados emocionais, no entanto, associada a uma resolução incompleta e confusa do problema, Raquel escreveu o seguinte comentário: “*Não entendi nada. Obs.: Não colocar uma questão dessa na prova. Obrigada :)*”, revelando sua preocupação com as atividades avaliativas, e o não entendimento dos conteúdos estudados como antecipação do fracasso na avaliação.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
$= \times$ $= $ $= ($ $= 0$ $??$	<p>a)</p> $\frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{R_7}$ $\frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{1}{R_7} \Rightarrow R_7 = 3\Omega$ $\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_{E2}}$ $\frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{1}{R_{E2}} \Rightarrow R_{E2} = 3\Omega$ $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{E2}} = \frac{1}{R_{E1}}$ $\frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1}{R_{E1}} \Rightarrow R_{E1} = 2\Omega$ <p>RZ: $R_1 + R_7 = R_{E1}$ $2 + 3 = R_{E1}$ $R_{E1} = 5\Omega$</p> <p>RA: $R_2 + R_3 = R_{E2}$ $6 + 6 = R_{E2}$ $R_{E2} = 12\Omega$</p> <p>RB: $R_4 + R_5 = R_{E3}$ $6 + 6 = R_{E3}$ $R_{E3} = 12\Omega$</p>	Não gostei
$=)$	<p>b)</p> $R = \frac{V}{i}$ $4 = \frac{24}{i} \Rightarrow i = 6A$	legal
	<p>c)</p> $R_2 = \frac{V}{i} = \frac{6}{24} = \frac{1}{4} \Rightarrow R_2 = 4\Omega$ $R_1 = \frac{V}{i} = \frac{12}{24} = \frac{1}{2} \Rightarrow R_1 = 2\Omega$	Não entendi nada Obs: Não colocar uma questão dessa na prova. Obrigada :)

Figura 37 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 2, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).

4.2.3. Avaliações

Raquel afirma se sentir tensa e em pânico ao resolver exercícios nos momentos de avaliação. Segundo a aluna, seus afetos negativos geralmente estão associados ao “medo de esquecer tudo” e à insegurança “quanto aos conhecimentos teóricos”. Sua preocupação com as questões discursivas/dissertativas cobradas pelo professor na avaliação, já evidenciadas em outro momento, pode ser observada nos gráficos emocionais analisados a seguir.

Avaliação I – S(32,33)

Raquel iniciou a resolução dessa atividade pelas questões 1 e 2 discursivas/dissertativas, e em seguida resolveu os problemas numéricos 4, 5 e 6. No gráfico emocional construído pela aluna para essa avaliação (figura 38), percebemos afetos negativos associados à resolução dos problemas 1 e 2 que exigiam a aplicação de conhecimentos teóricos, e afetos positivos na resolução dos problemas 4, 5 e 6, que exigiam a realização de cálculos do campo e potencial elétrico. Em particular, o problema 5 era bastante semelhante ao primeiro problema da sessão de resolução de problemas IV (S(29,30)RP IV), na qual a aluna também experimentou uma sequência de afetos positivos pelo sucesso na resolução. Após concluir a atividade, Raquel afirmou que estava se sentindo “*razoavelmente bem, acho que poderia me sentir melhor*”, pois acreditava não ter respondido adequadamente às questões discursivas/dissertativas (problemas 1 e 2).

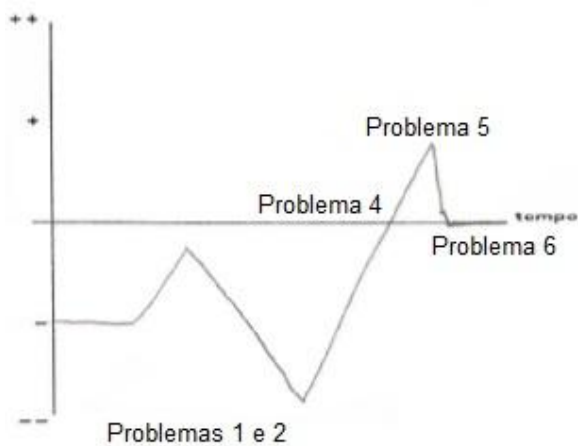


Figura 38 – Gráfico emocional construído por Raquel para suas reações emocionais durante a avaliação S(32,33).

Raquel obteve sucesso na resolução dos problemas numéricos (4, 5 e 6), obtendo 5,8 dos 6,0 pontos possíveis. No entanto, na resolução dos problemas discursivos/dissertativos (1 e 2), a aluna obteve apenas 2,0 dos 4,0 pontos possíveis. A insegurança da aluna em momentos de avaliação dos conhecimentos teóricos e a falta de preparo da aluna para

a resolução desse tipo de questão, além de desencadear afetos negativos, exerce influências sobre o desempenho da aluna na avaliação.

Avaliação II – S(51,52)

Raquel declarou estar se sentindo “*em pânico, porque vou ter duas provas hoje e tenho uma vaga sensação de que não estudei o suficiente para uma delas (física)*”. A aluna iniciou a resolução a resolução dessa atividade pelas questões 1 e 2 discursivas/dissertativa, passando aos problemas numéricos 4 e 5, e por fim ao problema 3. No gráfico construído pela aluna para essa avaliação (figura 39), percebemos os afetos negativos associados à resolução dos problemas 1 e 2 que exigiam a aplicação dos conhecimentos teóricos, afetos positivos na resolução dos problemas 4 e 5, e novamente afetos negativos na resolução do problema 3, que exigiam a realização de cálculos de corrente elétrica, resistência elétrica equivalente, voltagem e potência. A aluna relata não se sentir muito bem ao final da avaliação, pois “*não conseguiu responder uma questão*” se referindo ao problema 3 proposto na avaliação.

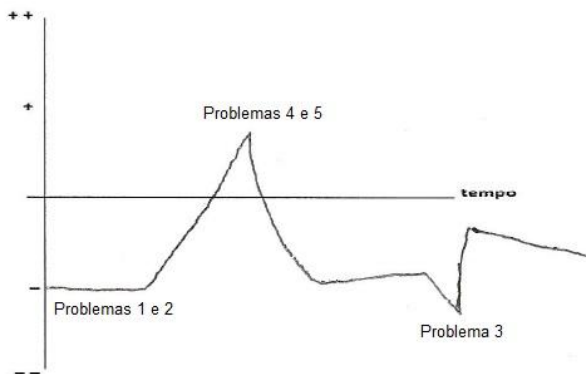


Figura 39 – Gráfico emocional construído por Raquel para suas reações emocionais durante a avaliação S(51,52).

Assim como na avaliação anterior (S(32,33)), os estados emocionais de Raquel na resolução dos problemas discursivos/dissertativos (problemas 1 e 2), se concentraram no lado negativo do gráfico, obtendo 2,25 dos 3,5 pontos possíveis. Já os estados emocionais da aluna na resolução de problemas numéricos (problemas 4 e 5), se concentraram no lado positivo do gráfico, obtendo 3,5 dos 3,5

pontos possíveis. Por encontrar dificuldades em solucionar o problema 3, a aluna traçou para esse momento da avaliação uma variação de estados negativos, justificado pelo fato de não conseguir resolver esse problema, obtendo apenas 1,0 dos 3,0 pontos possíveis. Como já justificado pela aluna, sua insegurança na resolução de problemas discursivos/dissertativos desencadeia afetos negativos, e sua autoeficácia em resolver problemas numéricos a motiva a resolver os problemas que exigem cálculos numéricos, exercendo influências sobre o desempenho da aluna nesses tipos de questões.

4.3. CASO DANIEL

4.3.1. *Perfil afetivo*

Crenças sobre si mesmo

No seu julgamento de **autoeficácia**, Daniel se considera um bom solucionador de problemas de física. Ele acredita que as habilidades necessárias para conseguir resolver um problema são “*conhecimento e boa capacidade de interpretação*”.

Gosto/interesse pela física

Daniel afirma gostar de física, e acredita que isso seja fator essencial para se engajar nas atividades referentes à disciplina, que influencia no seu desempenho durante a resolução de problemas e nas avaliações. Essa crença é reforçada no seguinte trecho da entrevista:

Pesquisadora: Você gosta de física?

Daniel: Eu gosto. De vez em quando eu fico meio desesperado quando eu estudo e digo que eu não gosto, mas é mentira. Eu gosto sim, eu gosto, eu gosto sim, e também é uma das disciplinas que eu me dou bem na escola.

Pesquisadora: E gostar de física influencia no seu desempenho nas avaliações e na resolução de problemas?

Daniel: Bastante. Pelo fato de ser uma coisa que eu gosto de estudar, a gente acaba estudando mais, não é?! E na hora de resolver o problema a gente acaba se interessando, então fica mais fácil resolver, não é aquela coisa “Ah que saco eu tenho que fazer o problema!”.

Daniel relaciona o bom desempenho nas avaliações e nas resoluções de problemas ao fato de gostar do professor, gostar da disciplina e ter facilidade nas disciplinas classificadas como exatas.

Orientação para metas

Na entrevista, Daniel declarou que seu objetivo ao estudar física é obter aprovação escolar e em concursos vestibulares, caracterizando assim uma meta extrínseca. No entanto, sua opinião divergiu daquela anteriormente apresentada no questionário, em que havia respondido que seu objetivo era “*aprender a interpretar e resolver situações-problema, e para entender como a física funciona*”, o que caracterizaria uma meta intrínseca.

Assim como a aluna Sara, o aluno Daniel apresentou mudanças em sua orientação para metas. Nossa impressão é de que essa mudança pode estar relacionada às atitudes e às crenças do professor que incentiva constantemente os alunos a estudarem física com o objetivo de prestar concursos vestibulares. As atitudes e crenças do professor são constantemente explicitadas em suas falas e acabam exercendo influência sobre as metas e motivações, crenças e atitudes dos alunos. Parece que Daniel deseja obter aprovação, mas também há certa internalização do motivo para estudar física, como aparece na primeira citação da seção *gosto/interesse pela física*. Embora Daniel valorize o desempenho, também gosta de aprender, havendo portanto uma meta intrínseca.

Crenças sobre o professor

Daniel acredita que o papel do professor durante a resolução de problemas consiste em ajudar a interpretar os problemas e esclarecer dúvidas. Afirma que o vínculo estabelecido com a disciplina de física está relacionado ao fato de gostar do professor da disciplina e declara que:

Daniel: Eu gosto do professor e isso acaba me dando um negócio assim: “não posso decepcionar ele”. Isso acontece comigo sabe?! Eu não posso tirar um três e ficar por isso mesmo. Eu tenho que tirar pelo menos uma nota que agrade o professor e que me agrade também, porque mesmo que eu tire uma nota que o professor fique satisfeito, corre o risco de eu ficar frustrado comigo mesmo sabe?! Quando eu gosto do professor, eu acabo gostando da matéria. Sempre foi assim!

Para o aluno, o vínculo criado com o professor, além de fator motivador para se engajar nas atividades da disciplina, o incentiva a obter um alto desempenho nas avaliações. Crença refletida em sua fala de que um baixo desempenho decepcionaria o professor, e a si próprio.

Daniel declara que nas primeiras séries do ensino médio gostava de física porque a professora e a qualidade de seu ensino foram incentivos para a construção desse vínculo positivo. O aluno diz que “*gostava muito de física*” e “*de estudar física por causa disso*”. Ele acredita que essa relação foi crucial para o bom desempenho na disciplina, pois “*adorava assistir a aula de física, e fazer exercícios*”.

O aluno afirma que o professor tem a função de ensinar explorando as equações, conceitos e aplicações dos conteúdos, fazendo demonstrações e principalmente ajudando na resolução de problemas. Para Daniel, além desses elementos, é essencial que o professor dedique algum tempo para auxiliar os alunos em atendimentos extraclasse, afirmando que “*esse atendimento [extraclasse] é essencial para o aprendizado de qualquer disciplina*”, por considerar ser um momento em que há uma interação mais intensa entre aluno e professor.

Daniel valoriza a prática pedagógica do professor, e relaciona seu interesse pela disciplina à forma com que ela é apresentada:

Daniel: Eu vejo assim: o interesse que eu tenho nas matérias, é principalmente pelo jeito que o professor me apresentou ela sabe?! Se por exemplo eu tenho um professor que é muito chato, que chega: “A matéria é isso aqui, e vocês podem estudar”, eu tenho certeza que eu vou detestar. Eu não vou gostar de fazer aquilo. Agora se o professor consegue me chamar para a matéria, consegue me fazer procurar, pesquisar, aí eu começo a gostar da matéria para valer mesmo.

No relato de Daniel podemos perceber que o aluno considera a interação com o professor em sala de aula, objetivando o conhecimento, essencial para sua aprendizagem. Em nossas observações em sala de aula ficou evidente a participação ativa do aluno nas atividades escolares, sempre questionando e discutindo temas relacionados aos conceitos físicos abordados. A constante interação de Daniel com seus colegas e com o professor de física parece apontar a preferência do aluno a um estilo de aprendizagem ativa.

Crenças sobre resolução de problemas

Daniel acredita que a resolução de problemas de física é uma atividade importante para “*entender os fenômenos que acontecem no*

nosso cotidiano”. O aluno relaciona a utilidade e importância da resolução de problemas de física em sala de aula como forma de preparação para a realização de provas e concursos. Todavia, Daniel não limita a função das atividades de resolução de problemas à melhoria do desempenho atual e futuro em avaliações, acreditando que “*a importância de saber resolver um problema de física agora, é para, no futuro, também saber resolver esse problema na prática*”.

Para o aluno, um bom problema de física é aquele em que o enunciado possibilite uma interpretação clara do fenômeno, exija raciocínio lógico do solucionador e envolva vários conceitos físicos. Entretanto, Daniel considera esse tipo de problema como de difícil resolução, visto a necessidade do aluno em fazer associações entre conceitos de diferentes campos conceituais da física. Além disso, para Daniel um problema de difícil resolução é aquele mal formulado, em que o fenômeno não está claro, e quando envolve muitos cálculos.

Experiências emocionais

Daniel atribui suas experiências emocionais positivas à obtenção de sucesso nas avaliações, descrevendo seus sentimentos nessas situações como sendo de interesse e prazer, conforme explicitado no trecho a seguir:

Daniel: Experiências positivas para mim na escola, por exemplo, é tirar nota boa, isso é uma experiência positiva. Estudar e alcançar o meu objetivo. Isso para mim é uma experiência em que eu fico feliz, é uma experiência boa para mim, principalmente quando eu estudo e consigo chegar onde eu quero.

O aluno atribui suas experiências negativas ao baixo desempenho nas avaliações, descrevendo seu sentimento nessa situação como sendo de tristeza. Apesar de afirmar que o baixo desempenho na avaliação é uma experiência negativa, o aluno diz não passar por situações de fracasso na disciplina de física com frequência. Entretanto, conta o caso de uma avaliação em que não ficou satisfeito com o seu desempenho, relatando que “*fiquei um pouco frustrado, porque foi a prova que eu mais estudei*”.

Daniel afirma sentir-se satisfeito ao conseguir resolver um problema de física, relatando que o sucesso na resolução lhe proporciona uma sensação de competência nas tarefas escolares e preparação para etapas posteriores, como descrito no trecho a seguir:

Daniel: Ao conseguir [resolver um problema] eu me sinto bem satisfeito, como eu coloquei em quase todas as minhas

resoluções. Eu me sinto realizado quando eu consigo resolver. Eu me sinto assim: “Eu consigo entender, eu consigo interpretar.” Eu me sinto preparado para fazer qualquer coisa quando eu consigo resolver.

Entretanto, quando não consegue resolver problemas de física, o aluno afirma sentir-se frustrado com o fracasso, expressando uma baixa em sua autoestima:

Daniel: Ai, eu me sinto um lixo. Eu me sinto frustrado sabe?! De vez em quando não é nem frustração, mas é porque eu olho assim e tento resolver de qualquer jeito e eu vejo: “Eu podia ter pensado nisso, eu podia ter pensado naquilo.” Mas geralmente é quando eu me dedico para fazer e eu não consigo chegar onde eu queria chegar que eu fico meio chateado. Porque eu peguei essa mania de querer sempre fazer tudo perfeito.

Apesar da frustração intensa, quando não consegue resolver algum problema de física, Daniel solicita auxílio aos colegas mais próximos e ao professor, afirmando não desistir da resolução. Possivelmente, Daniel não bloqueia frente às discrepâncias entre suas expectativas e seu plano de ação durante a resolução de problemas, devido à sua autoeficácia elevada. A autoeficácia elevada é um forte indicativo da preferência de Daniel por atividades desafiadoras, e de seu esforço e persistência diante de dificuldades, a busca por novas estratégias quando as aplicadas falhas, e o estabelecimento de altos objetivos. Nas atividades de resolução de problemas que serão apresentadas a seguir, é possível perceber, além dessa, evidências de outros objetos de crença de Daniel explorados em seu perfil afetivo.

4.3.2. *Atividades de resolução de problemas*

O aluno Daniel participou de todas as sessões de resolução de problemas propostas, resolvendo os problemas e preenchendo os gráficos emocionais tanto das sessões como das avaliações. Daniel sempre se envolve nas atividades propostas em sala de aula, seja individualmente, em parceria com seu colega Davi ou em grupo com outros colegas. Quanto à dinâmica estabelecida com o colega Davi, Daniel relata que:

Daniel: O Davi sempre me ajuda sabe?! Porque é uma pessoa em quem eu confio para perguntar, porque eu sei que ele não vai ficar jogando na cara, entendeu?! (...) O Davi me dá segurança! (...) De todos [os alunos], é mais legal e é mais produtivo estudar com ele, porque a gente conversa melhor.

O aluno sente-se confortável em estudar com seu colega Davi, depositando sobre ele certa confiança para compartilhar ideias e discutir conceitos e fenômenos durante a resolução. Durante as aulas, percebemos que essa interação é fortalecida pelo respeito que cada um tem sobre as ideias do outro e sobre o tempo que cada um dedica à finalização de uma atividade.

Sessão de resolução de problemas I – S(14,15)RP I

Na primeira sessão de resolução (codificação da aula S(14,15)RP I), Daniel resolveu os exercícios com outros quatro colegas. Utilizou como marcadores para o primeiro problema =/ e =D, que representam os estados **frustração** e **satisfação**, respectivamente (figura 40). Em relação ao comentário sobre os marcadores do primeiro problema no formulário de resolução: “*Frustração por esquecer de passar para o SI [sistema internacional de unidades]. Satisfação por entender o erro.*” Daniel relaciona sua frustração à dificuldade em manusear os expoentes das potências na divisão $E = \frac{mg}{q} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}}$. Daniel não ficou bloqueado frente à discrepância encontrada, e ao perceber e compreender o erro cometido experimentou o estado emocional de satisfação. Essa reação de Daniel, de buscar uma solução até encontrar uma solução que o satisfaça é decorrente a sua autoeficácia elevada, como mencionado em seu perfil afetivo.

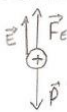
Marcador	Resolução	Comentários
=/	$m=1g \quad q=5mC=5 \cdot 10^{-3}C$ $\frac{F_E}{q} = E \quad P = m \cdot g$ $F_E = E \cdot q$ $F_E = P$ 	Para estar em equilíbrio, a força resultante deve ser 0. Logo, a força elétrica $F_E = P$. \vec{P} é sempre vertical-
=D	$E \cdot q = m \cdot g$ $E \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 10 \cdot 10^{-3}$ $E = \frac{10^{-2}}{5 \cdot 10^{-3}}$ $E = 2 N/C$ Vetor campo elétrico módulo: $2 \cdot 10^3 N/C$ direção: vertical sentido: para cima	cal e para baixo. Logo, F_E é vertical e para cima. Frustração por esquecer de passar p/ o SI. Satisfação por entender o erro

Figura 40 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 1, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).

No segundo problema utilizou os marcadores =| e =D representando os estados **normal** ou **sem alteração** e **satisfação** respectivamente (figura 41). De acordo com o comentário no formulário de resolução de problemas: “*Satisfação ao acertar. Normal ao resolver.*”, o aluno afirma que sempre fica satisfeito ao conseguir resolver problemas de física.

Marcador	Resolução	Comentários
=	$q' = 2C$ $F_E = 6N$ $q'' = 3C$ $E = \frac{F_E}{q'}$ $E = \frac{F_E}{q''}$ $E = \frac{6}{2}$ $3 = \frac{F_E}{3}$ $E = 3N$	E permanece constante. Calculei primeiro q e E com base nos dados.
=D	$F_E = 9N$	Depois, procurei a força. Satisfação ao acertar. Normal ao resolver.

Figura 41 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 2, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).

Mesmo sendo problemas de diferentes níveis de dificuldade (o primeiro deles exigia uma interpretação física com relação aos conceitos de força e equilíbrio nos campos elétrico e gravitacional mais aprofundada do que no segundo problema) Daniel obteve sucesso em ambas as resoluções. O único marcador negativo assinalado, no primeiro problema, esteve relacionado ao manuseio equivocado da divisão de potências. Devido a sua autoeficácia elevada, Daniel não sofre alterações quando a exigência cognitiva de um problema aumenta. Os erros não bloqueiam o aluno, que busca novas rotinas quando se depara com alguma discrepância. Daniel insiste na resolução até alcançar o sucesso e experimenta a satisfação em compreender e superar seu erro.

Sessão de resolução de problemas II – S(17,18)RP II

Na segunda sessão de resolução (codificação da aula S(17,18)RP II), mesmo com a orientação para resolver os problemas em grupos, Daniel resolveu os problemas propostos individualmente. No gráfico

emocional (figura 42) construído pelo aluno para essa sessão de resolução de problemas, ficam evidentes as variações das emoções do aluno Daniel. Iniciou a resolução do primeiro problema com afetos positivos, que se direcionaram ao lado negativo do gráfico no segundo e terceiro problemas.

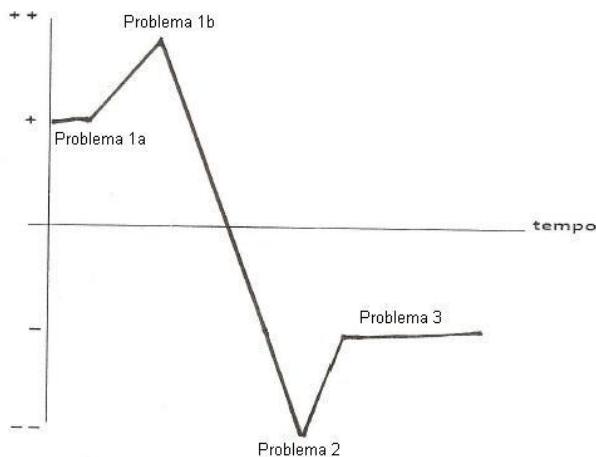


Figura 42 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema II, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).

Quando questionado sobre como se sentia depois de terminar o problema, Daniel relata o seguinte: “*Muito bem se consigo entendê-lo e resolvê-lo, conformado se erro e entendo o que errei, muito mal e decepcionado se erro e não entendo o meu erro.*”. O próprio aluno analisa suas emoções 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 desencadeando assim afetos negativos. Entretanto, devido à essa crença elevada, interrupções rotineiras e comuns, como aquelas relacionadas à interpretação de unidades ou à operações com potências, não chegam a bloquear o indivíduo. Daniel parece saber lidar com os primeiros sinais de afetos negativos.

Para o primeiro item do primeiro problema (figura 43), Daniel utilizou como marcadores = {, =), e =D que representam os estados emocionais de **ansiedade**, **alegria** ou **felicidade** e **satisfação**, respectivamente. Sobre esses marcadores, em seus comentários diz: “No começo eu pensava que não ia conseguir fazer e fiquei angustiado. Ai eu resolvi e fiquei feliz.” A angústia relatada por Daniel diz respeito ao marcador de ansiedade, e o sucesso da resolução aos marcadores felicidade e satisfação. No segundo item do mesmo problema, Daniel utilizou o marcador =D que representa o estado emocional de *satisfação*, e comentou: “Nessa [resolução] eu fiquei mais tranquilo e satisfeito com o resultado.”.

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

Figura 43 – Extrato da atividade didática de resolução de problema II – problema 1, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).

Na entrevista Daniel declarou ter ficado ansioso no início da resolução do primeiro problema pelo fato de não estarem explícitos no enunciado os dados a serem utilizados. É bastante comum os alunos esperarem que os dados estejam listados no problema, e quando há falta ou excesso de dados experimentarem estados emocionais negativos. No caso de Daniel, quando percebeu que os dados deveriam ser coletados a partir do gráfico se sentiu feliz, afirmando ter bastante facilidade em trabalhar com gráfico e imagens.

Já o segundo problema (figura 44) exigia uma abstração maior em torno da situação apresentada, em que era necessário calcular o ponto entre duas cargas Q_1 e Q_2 em que o campo elétrico resultante devido às duas cargas era nulo. Daniel utilizou como marcadores =/ e =(que representam os estados emocionais de **frustração** e **tristeza**, respectivamente, comentando que: “Me senti frustrado pois não sei o que fazer a partir dai [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.”

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
<p>=/</p> <p>= (</p>	<p>$Q_1 = 4 \mu\text{C}$ $Q_2 = 9 \mu\text{C}$ $d = 15 \text{cm}$</p> <p>$4 \cdot 10^{-6} \text{C}$ $9 \cdot 10^{-6} \text{C}$ $15 \cdot 10^{-2} \text{m}$</p> <p>essa parte eu tentei fazer sozinho</p> <p>$E = k \frac{Q}{d^2}$ $E'' = k \cdot \frac{Q_2}{d^2}$</p> <p>$E' = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{(15 \cdot 10^{-2})^2}$ $E'' = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 9 \cdot 10^{-6}}{(15 \cdot 10^{-2})^2}$</p> <p>$E' = 2,4 \cdot 10^7 \text{N/C}$ $E'' = 5,4 \cdot 10^7 \text{N/C}$</p> <p>$\frac{Q_1}{d_1} = \frac{Q_2}{d_2} \rightarrow \frac{4 \cdot 10^{-6}}{d_1} = \frac{9 \cdot 10^{-6}}{(15-x)^2}$</p> <p>$9x^2 = 4(15-x)^2$</p> <p>$9x^2 = 4(225 - 30x + x^2)$</p> <p>$9x^2 = 4x^2 - 120x + 900$</p> <p>$5x^2 + 120x - 900 = 0$</p> <p>$x^2 + 24x - 180 = 0$</p> <p>$5 = -24$</p> <p>$p = -180$</p> <p>$\Delta = 6$ $x' = -30$</p>	<p>Me sinto frustrado pois não sei o que fazer a partir daí. (Na realidade eu nem sei se fiz a coisa certa). Existe, porque só consegui entender vendo o professor fazer. Queria saber fazer por conta própria.</p>

Figura 44 – Extrato da atividade didática de resolução de problema II – problema 2, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).

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 em função de distâncias d_1 e d_2 , o aluno não tinha certeza do plano de ação escolhido, nem refletiu sobre 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 de cada uma das cargas do ponto que se pretendia determinar. 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. A autoeficácia elevada de Daniel, contribui para desencadear afetos negativos no aluno por não conseguir resolver o problema sozinho e, ao mesmo tempo, inibe alguma atitude negativa que poderia ser tomada por ele relacionada ao abandono do problema, mantendo-o, dessa forma, envolvido na tarefa.

O terceiro problema solicitava que fossem determinadas as características do vetor campo elétrico gerado por uma casca esférica condutora de raio R , eletrizada positivamente com uma carga elétrica Q , em quatro pontos diferentes. Daniel utilizou os marcadores =X e = {, que representam os estados emocionais **medo** e **ansiedade**, respectivamente. Como comentários, o aluno escreveu: “Não sei se está certo. Por isso fiquei ansioso.” Apesar de resolver corretamente o problema, Daniel

demonstrou insegurança em afirmar que sua resposta estava correta (figura 45).

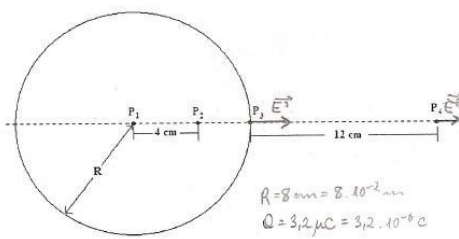
Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	<p>a)</p>  <p>$R = 8 \text{ cm} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $Q = 3,2 \mu\text{C} = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$</p>	
<p>=X = {</p>	<p>b)</p> <p>Em P_1 não existe campo elétrico Nem em P_2; Em P_3 o ^{módulo} campo elétrico se dá por: $E^3 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{3,2 \cdot 10^{-6}}{(8 \cdot 10^{-2})^2}$</p> <p>Em P_4: $E^4 = \frac{kQ}{d^2}$</p> <p>$E^4 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3,2 \cdot 10^{-6}}{(20 \cdot 10^{-2})^2}$</p> <p>$E^4 = \frac{28,8 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^0 \cdot 10^0}$ $E = 7,2 \cdot 10^3 \text{ N/C}$</p> <p>$E^3 = \frac{28,8 \cdot 10^3}{64 \cdot 10^{-4}}$ $E^3 = 28,8 \cdot 10^3$ $E^3 = 6,4 \cdot 10^{-3}$ $E^3 = 4,5 \cdot 10^6 \text{ N/C}$</p>	<p>Não sei se está certo. Por isso, eu fiquei ansioso</p>

Figura 45 – Extrato da atividade didática de resolução de problema II – problema 3, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).

Sessão de resolução de problemas III – S(23,24)RP III

Na terceira sessão de resolução (codificação da aula S(23,24)RP III), Daniel resolveu os problemas propostos assinalando o marcador =D, referente ao estado *satisfeito* por toda a resolução. No formulário de resolução não apresentou nenhuma interrupção cognitiva, apresentando todos os cálculos corretamente para os problemas propostos.

A **satisfação** fica evidente no gráfico emocional construído pelo aluno em que traçou uma curva crescente na direção positiva das emoções para toda essa sessão de resolução (figura 46). Novamente, Daniel experimentou estados emocionais positivos devido à confiança do aluno nos planos desenvolvidos e pelo sucesso na resolução.

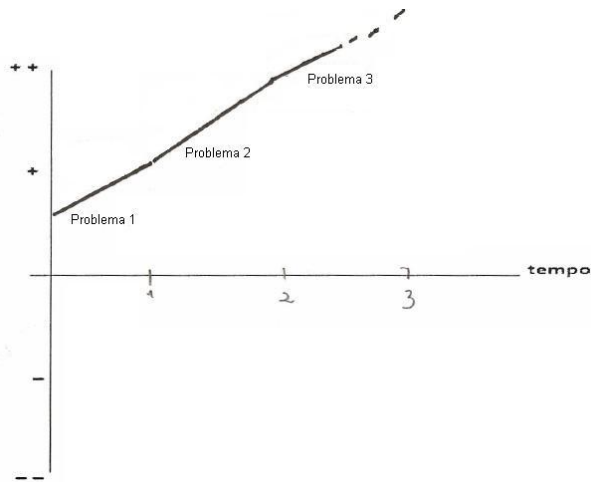


Figura 46 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema III, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).

Quando questionado sobre como se sentia após terminar a resolução desses problemas, Daniel afirmou “*Feliz, porque acho que acertei tudo e consegui raciocinar por conta própria*”, justificando que “*gosto de pensar com base no que aprendi e me sinto bem quando acerto*”.

Sessão de resolução de problemas IV – S(29,30)RP IV

Na quarta sessão de resolução (codificação da aula S(29,30)RP IV), Daniel resolveu os problemas propostos individualmente. No gráfico emocional (figura 47) construído pelo aluno para essa resolução, é possível perceber a variação das emoções do aluno Daniel, que iniciaram em estados positivos e ao longo da resolução se encaminharam para estados negativos.

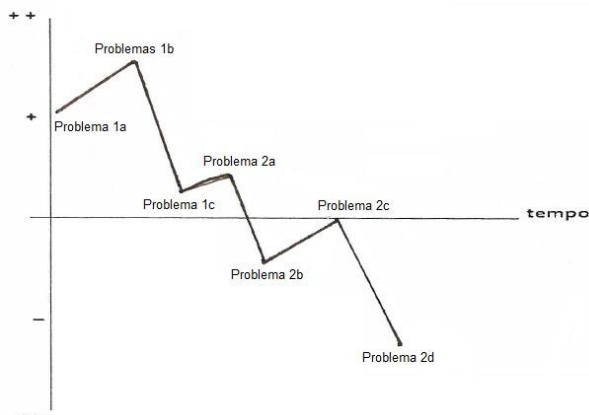


Figura 47 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema IV realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).

Ao interpretar seu gráfico emocional, Daniel relata como as emoções positivas e negativas desencadeadas durante a resolução de problemas variam e se relacionam frente ao sucesso ou fracasso da resolução:

Daniel: Dá de perceber que eu pensei para fazer isso [o gráfico emocional]. Quando a gente acerta sobe, mas quando a gente erra, parece que tipo, anula a felicidade e piora, sabe?!

Pesquisadora: Errar é mais intenso do que acertar?

Daniel: Nesse caso acho que sim, porque quando eu erro alguma coisa quando eu estou estudando, parece que não estou conseguindo lembrar do que eu estudei sabe?! Parece que eu não estudei.

A argumentação do aluno Daniel sobre seus afetos é bastante pertinente e chama a atenção pela clareza apresentada pelo aluno em refletir sobre suas emoções. O aluno relatou que após terminar o problema se sentiu “*Mal, pois percebi que tenho que estudar mais.*” Sua justificativa foi de que “*Eu me sinto bem quando consigo resolver o problema por conta própria. Não entender o problema já é motivo pra se sentir mal e ter que estudar mais.*”. Apesar dos estados emocionais negativos experimentados por Daniel, o aluno parece saber lidar com seus afetos, visto que encara a não resolução de um problema como um indicativo de que tem que estudar e se dedicar mais. O aluno se responsabiliza diante do fracasso, no entanto cria a expectativa de poderá prevenir um fracasso futuro. A falta de estudo ou esforço de Daniel se configura como uma causa interna, instável e controlável.

Para o primeiro problema utilizou os marcadores =D, =D e =/ que representam os estados emocionais **satisfação**, **satisfação** e **frustração** respectivamente (figura 48). Os estados de satisfação são decorrentes da solução correta apresentada pelo aluno nos dois primeiros itens do problema, e conseqüentemente, o estado de frustração, é decorrente de algum erro durante o último item da resolução. Nesse último item, Daniel exclamou: “Errei e tive que corrigir.”, justificando sua frustração. O aluno não evidenciou qual o erro cometido, nem mesmo como fez para resolvê-lo.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
=D	<p>a) $V_A = k \cdot \frac{Q_1}{d_{1A}} + k \cdot \frac{Q_2}{d_{2A}}$</p> $V_A = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-2}} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-2) \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-2}}$ $V_A = \frac{45 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^{-2}} + \left(\frac{-18 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^{-2}} \right) \rightarrow V_A = 9 \cdot 10^5 - 3,6 \cdot 10^5$ $V_A = 5,4 \cdot 10^5 \text{ V}$	Cchei que tive pouco espaço pra a) e b).
=D	<p>b) $V_B = k \cdot \frac{Q_1}{d_{1B}} + k \cdot \frac{Q_2}{d_{2B}}$</p> $V_B = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot 10^{-2}} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-2) \cdot 10^{-6}}{20 \cdot 10^{-2}}$ $V_B = \frac{45 \cdot 10^3}{10^{-1}} + \left(\frac{-18 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^{-1}} \right)$ $V_B = 45 \cdot 10^4 + (-9 \cdot 10^4) \rightarrow V_B = 3,6 \cdot 10^5$	
=/	<p>c) $V_{AB} = V_A - V_B$</p> $V_{AB} = 5,4 \cdot 10^5 - 3,6 \cdot 10^5$ $V_{AB} = 1,8 \cdot 10^5 \text{ V}$	Eu errei e tive que corrigir.

Figura 48 – Extrato da atividade didática de resolução de problema IV – problema 1, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).

Na entrevista Daniel relata que o que sente durante a resolução de um determinado problema dependerá da exigência que faz de si mesmo para determinado conceito ou conteúdo da física:

Daniel: Eu não gosto quando eu escrevo essas coisas [referente ao comentário “Eu errei e tive que corrigir” na folha de resolução], porque soa como se fosse: “Ah, tenho que corrigir, que droga!” ou como: “Não posso errar!”. Mas é porque quando eu acho que eu sei alguma coisa e eu erro, eu me sinto mal. Se eu erro quando estou começando [a aprender um conceito novo], eu acho que é uma coisa natural sabe?!

Os problemas solicitados nessa sessão, os quais versavam sobre os conceitos de campo elétrico e potencial elétrico, estavam sendo abordados em sala de aula há quase dois meses com os alunos. Por esse motivo a exigência de Daniel na solução de problemas relativos a esses conceitos seria bastante grande, devido a sua dedicação em resolver problemas sobre eletrostática nos últimos meses.

No segundo problema, Daniel utilizou os marcadores =), =D, =/, =D e =/ representando os estados emocionais de **alegria** ou **felicidade**, **satisfação**, **frustração**, **satisfação** e **frustração** respectivamente (figura 49). Nos itens em que o aluno elencou marcadores negativos, escreveu nos comentários que “*eu não saberia responder sozinho*” e “*não soube responder sozinho*”, experimentando assim a frustração. Como já evidenciado no gráfico emocional dessa sessão de resolução de problemas, Daniel relaciona a não realização de uma tarefa sem auxílio externo à falta de estudo, causa que pode ser controlada pelo aluno a fim de evitar um futuro fracasso.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
=) =D	<p>a) $V_{AB} = E \cdot d$ $E = \frac{30 \cdot 10^1}{2 \cdot 10^{-2}}$ de B para A, pois está do potencial maior para o menor</p> <p>$E = \frac{V_{AB}}{d}$ $E = 15 \cdot 10^3 \text{ N/C}$</p> <p>$E = \frac{300}{2 \cdot 10^{-2}}$ $E = 15 \cdot 10^4 \text{ N/C}$ correta</p>	
=/	<p>b) É nulo, pois temos ali uma superfície condutora energizada positivamente, e os cargas se alojam nas extremidades. Neste caso, o campo elétrico é nulo.</p> <p>correta</p>	Eu não saberia responder sozinho.
=D	<p>c) O campo elétrico nesse caso é de positivo para negativo, ou seja, de C para B.</p> <p>$E = \frac{30 \cdot 10^1}{2 \cdot 10^{-2}}$</p> <p>$E = 15 \cdot 10^3$</p> <p>$E = 15 \cdot 10^4 \text{ V/m}$ correta</p>	
=/	<p>d) A diferença de potencial entre A e B é 300V. Se A é nível de potencial, seu potencial é 0 e B tem 300V. Assim, C também tem 300V, considerando que é uma caixa. Se a ddp entre C e D é 300V, D é nulo.</p> <p>correta</p>	Não soube responder sozinho.

Figura 49 – Extrato da atividade didática de resolução de problema IV – problema 2, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).

Sessão de resolução de problemas V – S(42,43)RP V

Na quinta sessão de resolução (codificação da aula S(42,43)RP V), Daniel resolveu os problemas propostos com seu colega Davi. O gráfico emocional (figura 50) construído pelo aluno para essa resolução reflete as emoções positivas experimentadas pelo aluno Daniel ao longo da sessão de resolução de problemas.

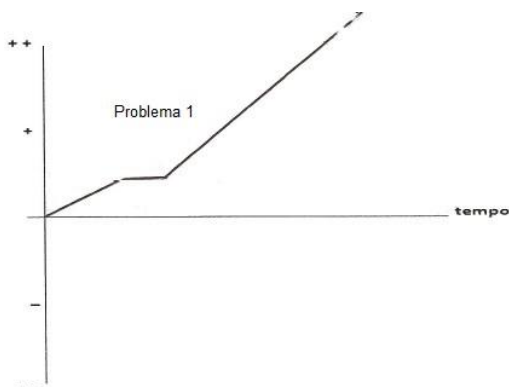


Figura 50 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema V realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).

Para o problema proposto utilizou os marcadores =), =D, =D, =D, =D, =D, =D e =) que representam os estados emocionais **alegria** ou **felicidade** e **satisfação** (figura 51). Os estados de satisfação e alegria apontados por Daniel são decorrentes do sucesso alcançado durante quase toda resolução do problema proposto, e seus comentários no formulário justificam seus afetos positivos devido ao sucesso alcançado.

Apesar de toda essa satisfação e alegria, no item d do problema, o resultado da divisão encontrado pelo aluno está equivocado. Mesmo assim, o aluno obteve um resultado que falsificava a sentença, como era esperado, justificando se sentir “*Satisfeito, pois eu soube responder sozinho*”.

Marcaadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
=)	<p>a) (V) A resistência desse resistor tende a aumentar com o seu aquecimento, devido ao aumento da corrente.</p> <p>O aquecimento aumenta a agitação das moléculas do condutor, aumentando a resistência.</p>	Me senti bem, pois consegui raciocinar e associar a conteúdos anteriores.
=>	<p>b) (V) No trecho de 0 a 600 mA, o resistor é considerado ôhmico, pois o valor da resistência é constante.</p> <p>Sim, pois a medida que se aumenta a tensão, aumenta-se proporcionalmente a intensidade da corrente elétrica.</p>	Satisfeito, pois consegui resolver.

(a)

=> => =>	<p>c) (F) No trecho de 600 mA até 800 mA, a relação $R = \frac{V}{i}$ não pode ser aplicada, pois o resistor não é mais ôhmico.</p> <p>A relação $R = \frac{V}{i}$ pode ser aplicada, porém, não será constante.</p>	Satisfeito, pois eu soube responder.
=>	<p>d) (F) Quando passa pelo resistor uma corrente de 800 mA, a resistência elétrica do mesmo é 5Ω.</p> $R = \frac{V}{i}$ $R = \frac{5}{0,8}$ $R = 6,25\Omega \quad (\neq 5\Omega)$	Satisfeito, pois eu soube responder.
=> =)	<p>e) (V) Se o técnico desejar construir um resistor de resistência igual a 5Ω, utilizando um fio de níquel cromo ($\rho = 1,5 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$) com área da seção reta de 1,5 mm², o comprimento deste fio deverá ter 5 m.</p> $R = 5\Omega \quad \rho = 1,5 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$ $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$ $5 = 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{l}{1,5 \cdot 10^{-6}}$ $5 = l$ $l = 5m$	<p>Satisfeito, pois eu soube responder.</p> <p>Alegre, pois eu terminei e acho que tudo está certo.</p>

(b)

Figura 51 – Extrato da atividade didática de resolução de problema V realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V): (a) itens a e b; (b) itens c, d, e e.

O problema proposto nessa sessão apresentava um gráfico relacionando os valores da diferença de potencial V em função da intensidade de corrente elétrica i que passava em um determinado resistor, em que os alunos deveriam coletar informações deste gráfico a fim de afirmarem serem corretas ou falsas as alternativas apresentadas. Quando questionado sobre a utilização e manuseio de gráficos em problemas de física, Daniel relata gostar de trabalhar com gráficos, afirmando se sentir 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 sim. (...) Gráfico é uma coisa que eu gosto.

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.

Sessão de resolução de problemas VI – S(48,49)RP VI

Na sexta sessão de resolução (codificação da aula S(48,49)RP VI), Daniel resolveu os problemas propostos novamente com seu colega Davi. No gráfico emocional (figura 52) construído pelo aluno, ficam evidentes as emoções desencadeadas nessa sessão de resolução que se concentraram no lado positivo do gráfico emocional.

Daniel resolveu a maior parte dos problemas com facilidade, confiança e segurança. O direcionamento do traçado do gráfico ao ponto mais negativo se deveu a um momento de confusão do aluno durante a resolução do problema 2c. no entanto, o aluno soube controlar sua emoção, ficando satisfeito após a finalização da atividade, redirecionando seus estados emocionais para pontos mais positivos. Ao final da resolução o aluno afirmou: “*Acertar os exercícios me deixa feliz e motivado a estudar.*”

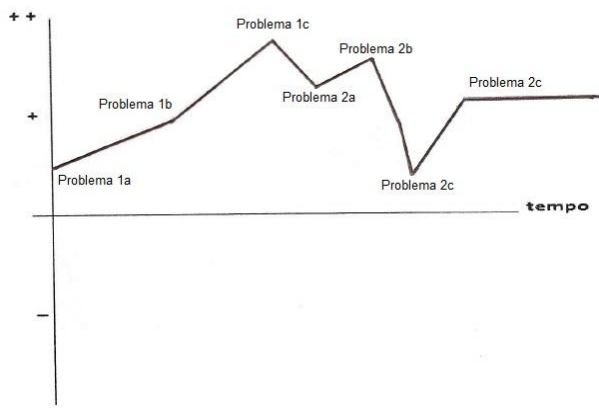


Figura 52 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema VI realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).

No primeiro problema utilizou os marcadores =), =) e =D que representam os estados emocionais **alegria** ou **felicidade**, **alegria** ou **felicidade** e **satisfação** respectivamente, sendo as justificativas apresentadas pelo aluno para suas emoções, as mesmas da sessão de resolução anterior, de ter ficado satisfeito por achar que solucionou corretamente os problemas.

No segundo problema dessa mesma sessão de resolução, Daniel utilizou os marcadores =D, =D, =S e =D que representam os estados emocionais **satisfação**, **satisfação**, **confusão** e **satisfação**, respectivamente (figura 53).

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
=>	<p>a)</p> $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$ $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6}$ $R_{eq} = \frac{6}{2} = 3\Omega$ $R_{eq} = R_1 + R_{eq}$ $R_{eq} = 3 + 3 = 6\Omega$ $R_{eq} = R_2 + R_3$ $R_{eq} = 6 + 6$ $R_{eq} = 12\Omega$ $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{eq}} + \frac{1}{R_{eq}}$ $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6}$ $R_{eq} = \frac{12}{3} = 4\Omega$	<p>É extenso, mas deu um número inteiro e positivo. Então, deve estar certo.</p>
=>	<p>b)</p> $R_{eq} = 4\Omega \quad V_{AB} = 24V \quad i = ?$ $R_{eq} = \frac{V_{AB}}{i}$ $i = \frac{V_{AB}}{R_{eq}}$ $i = \frac{24}{4} = 6A$	<p>Satisfeito pois eu resolvi bem rapidinho! /o/</p>
<p>=S</p> <p>↑ confusão</p> <p>=D</p>	<p>c)</p> $i = \frac{V_{AB}}{R_{eq}}$ $i = \frac{24}{6} = 4A$ $i = \frac{24}{12} = 2A$ $R_1 \rightarrow i = 4A$ $R_4 \rightarrow i = 2A \quad (R_4 = R_5)$ $R_5 \rightarrow i = 2A$ $R_2 \rightarrow i = 2A$ $R_3 \rightarrow i = 2A$	<p>muitas coisas para fazer, fiquei perdido, mas no final fiquei satisfeito porque ACHO que acertei.</p>

Figura 53 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 2, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).

Os marcadores de satisfação novamente estiveram atrelados ao fato do aluno ter sucesso na solução dos problemas. O comentário feito ao primeiro item desse problema chama a atenção. O aluno afirmou: “É extenso, mas deu um número inteiro e positivo. Então deve estar certo.” O aluno sabe que não existe resistência elétrica negativa e que geralmente é apresentado nos problemas, um número inteiro. Por conta disso, Daniel tem confiança de que seu resultado está correto. O

marcador confusão foi sugerido pelo aluno para representar o que sentia e pensava naquele momento da resolução em que relatou: “*Muitas coisas para fazer, fiquei perdido.*”. Em sua primeira tentativa, Daniel não solucionou corretamente a questão, e diferentemente de todas as soluções anteriores não ficou frustrado. Em relação a esse fato, o aluno relatou que:

Daniel: Essa questão, por exemplo, eu errei e não fiquei tão frustrado. Isso porque as outras eu fiz individual, essa eu fiz com o Davi, e a gente discutiu o erro. Então acho que eu me sinto melhor quando vejo que não fui só eu que errei.

Quando Daniel comete algum erro na resolução de um problema, e tem a possibilidade de discuti-lo com um colega, as emoções desencadeadas, apesar de negativas, não são tão intensas quanto nas situações em que resolve individualmente. Ao que parece isto se deve a cumplicidade e confiança estabelecida entre os dois alunos. A relação de amizade entre os dois permite a Daniel amenizar suas reações negativas.

Quando solicitado a opinar sobre as atividades desenvolvidas na sala de aula, e que levavam em consideração os afetos nessa disciplina, Daniel faz uma reflexão bastante interessante que merece ser destacada:

Pesquisadora: Então, tem mais alguma coisa que tu queiras falar? Sobre as aulas de física, sobre tudo o que aconteceu, sobre as atividades propostas?

Daniel: Muito massa. Na realidade eu nunca tinha pensado no que eu sinto enquanto eu faço uma atividade. Isso foi novidade para mim.

Pesquisadora: E o que tu achaste disso?

Daniel: Eu achei... É difícil dizer o que tu sentes quando tu fazes uma atividade entendeu? Principalmente porque você pensa, todo mundo geralmente pensa: “Física é uma coisa muito insensível.”

Pesquisadora: Insensível?

Daniel: Fria... É uma coisa que é óbvia, entendeu?! Não é uma coisa como humanas em que é tudo perfeito, tudo poético. Não! É mais cálculo, cálculo. As pessoas pensam assim e eu comecei a perceber que eu não penso assim. Eu acho que é difícil falar o que tu sentes quando tu fazes [uma atividade], mas é massa sabe?! É massa, é divertido, porque tu descobres coisas que tu nunca irias pensar que tu irias fazer.

Pesquisadora: Mas você achava antes que física é totalmente insensível?

Daniel: Um pouco. Achava que era uma coisa mais fria. A gente acaba vendo coisas que a gente nem sabia que tinha quando a

gente escreve. Quando a gente tem que dizer assim: “Como é que tu te sentes?”

Daniel reconhece a dificuldade inerente em refletir sobre sentimentos e emoções em atividades até então interpretadas por ele, e por grande parte dos alunos e professores, como atividades que exigiriam unicamente habilidades cognitivas para serem concluídas. O aluno aponta que a atividade que propusemos em sala de aula foi interessante para despertar um olhar mais sensível à disciplina de física. A reflexão meta-afetiva sobre as atividades de resolução de problemas despertaram em Daniel a consciência dos afetos. Daniel passou a perceber que a física tem um lado ‘quente’.

Relações que geralmente são feitas sobre o vínculo estabelecido entre aluno-professor-conhecimento, possuem uma componente afetiva que interfere no processo de ensino-aprendizagem escolar, e levantar essa discussão em sala de aula é importante para que professores, alunos e comunidade escolar se sensibilizem em relação ao gerenciamento desses elementos, como já apontamos aqui

4.3.3. Avaliações

Daniel afirma que nas avaliações geralmente se sente um pouco nervoso, porém confiante para resolver os problemas. Seu nervosismo é decorrente da importância atribuída pelo aluno às atividades avaliativas devido ao seu objetivo de um bom desempenho escolar. Já sua confiança parece ser reflexo de sua autoeficácia elevada na disciplina de física, em especial nas atividades didáticas de resolução de problemas.

Avaliação I – S(32,33)

Daniel declarou se sentir “*Um pouco nervoso e com medo, mas com bastante fé de que vou bem.*”, afirmando estar preparado para solucionar os problemas da avaliação como forma de justificar sua confiança. O aluno relaciona a parte do gráfico em que traça suas emoções se direcionando para o sentido negativo com a resolução do problema 4 da avaliação, em que afirmou não ter certeza da sua resolução (figura 54). Apesar da incerteza do aluno quanto à resolução desse exercício, a resolução apresentada pelo aluno estava correta.

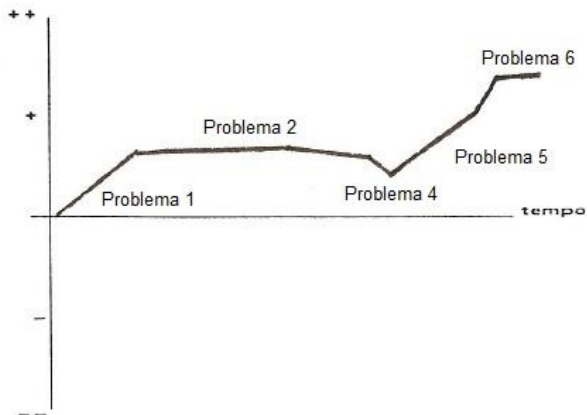


Figura 54 – Gráfico emocional construído por Daniel para suas reações emocionais durante a avaliação S(32,33).

Ao término da avaliação, Daniel relatou continuar se sentindo nervoso, porém desta vez, na espera da divulgação do resultado da avaliação. O aluno obteve um excelente desempenho nessa avaliação, obtendo 10,0 dos 10,0 pontos possíveis.

Avaliação II – S(51,52)

Daniel declarou estar se sentindo “*Tenso e nervoso, mas acho que sei fazer boa parte.*”, afirmando que “*Eu sempre fico nervoso antes de fazer alguma prova.*” O aluno relata que conseguiu resolver boa parte dos problemas propostos na avaliação, em especial as questões 3 e 4, em que seus estados emocionais culminam e estabilizam em um patamar bastante positivo. Entretanto, o insucesso da questão 5 direcionou os seus estados emocionais para o lado negativo do gráfico (figura 55).

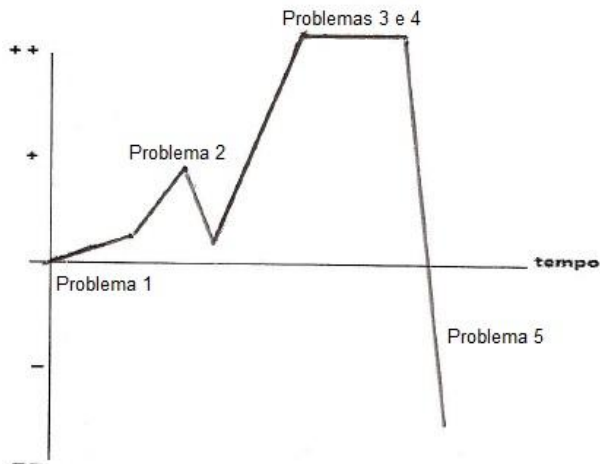


Figura 55 – Gráfico emocional construído por Daniel para suas reações emocionais durante a avaliação S(51,52).

Na entrevista, Daniel relata suas emoções e sentimentos referentes à última questão:

Daniel: Ah, eu estou com medo e com raiva. Porque eu acho que eu fui mal e porque eu não estudei o suficiente. Eu acho que eu fui mal, eu soube resolver a questão mais difícil, soube responder as questões que pediam conceitos, só que a última questão eu não sabia como fazer. Eu acho que eu sei o caminho por lógica sabe?! Mas eu acho que eu não vou acertar. E eu estou revoltado, estou com medo, estou triste, eu estou tudo de ruim por causa da última questão.

Durante situações em que está sendo avaliado, os estados emocionais de Daniel se intensificam devido a importância atribuída pelo aluno à obtenção de um bom desempenho na avaliação como resultado de sua aprendizagem.

4.4. CASO MARCOS

4.4.1. Perfil afetivo

Crenças sobre si mesmo

Em seu julgamento de **autoeficácia**, Marcos afirma não se considerar um bom solucionador de problemas de física. O aluno

declara ter facilidade em lidar com o aparato matemático na resolução de problemas, realizar as operações e transformações necessárias, no entanto, afirma ter dificuldade em selecionar ou escolher as equações adequadas a serem utilizadas na resolução de cada um dos problemas.

Gosto/interesse pela física

Marcos relata que nem sempre gostou de física, mas “*a partir do ano passado comecei a entender melhor os conceitos e passei a gostar e me interessar*”. O aluno associa seu gosto pela física com a natureza do conteúdo e a relação desse conteúdo com seu cotidiano. Em menor intensidade, relaciona esse vínculo também ao professor da disciplina de física, pois o considera como um facilitador de sua aprendizagem. Entretanto, essa relação não parece ser tão expressiva como no caso do aluno Daniel, por exemplo. Para Marcos, gostar de física tem influência sobre o seu desempenho na disciplina:

Marcos: [Meu desempenho] Depende do meu interesse. Quando eu não gosto muito da matéria, eu vou mais ou menos! Mas quando eu acho a matéria mais legal como essa matéria de eletricidade que estamos aprendendo, que é uma coisa com que eu trabalho muito, começa a me interessar mais, e os resultados são mais satisfatórios.

Em seu trabalho, Marcos comercializa materiais elétricos e de construção em um comércio familiar e afirma que seu interesse pela física é intensificado quando estuda conteúdos relacionados ao seu cotidiano. Admite que seu conhecimento sobre eletricidade antes de estudar física e formalizar esses conceitos era bastante limitado, por não ter noção das grandezas e variáveis envolvidas na utilização de um fio em uma instalação elétrica, a verdadeira utilidade de um disjuntor ou a maneira adequada de construir uma extensão, por exemplo.

O aluno relaciona o bom desempenho na resolução de problemas de física, e nos estudos em geral, além de fatores cognitivos, a fatores contextuais e afetivos como, por exemplo, estudar em um ambiente tranquilo, em que não haja conflito com colegas ou familiares. Para ele, “*um fator muito grande é o emocional da pessoa, a família influencia muito ao estudar*”, e as interações familiares positivas, por meio de palavras de incentivo, ou negativas, retratadas em brigas com os pais ou irmãos, exercem influência sobre a concentração, esforço e dedicação do aluno nas tarefas escolares.

Marcos relata se sentir à vontade durante as aulas de física com o atual professor. O aluno admira sua prática pedagógica pela liberdade

que o professor oferece em sala aos alunos trabalharem em grupos discutindo os exercícios e problemas propostos. Ao descrever como se sente nas aulas de física, o aluno diz:

Marcos: A aula de física é uma das aulas que me deixa mais à vontade, uma das aulas que mais gosto, porque não é aquela rotina, sabe?! (...) Acho que fica mais interessante a aula. (...) Com esse professor, parece que a pessoa consegue se introduzir mais na aula, se deixar levar... Até resolvendo exercício a pessoa se sente mais à vontade. É porque está entre amigos, não tem aquela cela prendendo. Tu sempre ficas à vontade para poder discutir.

Orientação para metas

Em sua orientação para metas, Marcos apresenta uma mescla entre objetivos extrínsecos e intrínsecos. Na entrevista, o aluno declarou que ao estudar e resolver problemas de física em anos/séries anteriores tinha como objetivo obter boas notas. Entretanto, relata que as experiências da 3ª série do ensino médio contribuíram para uma mudança em suas metas. Além da meta extrínseca relacionada ao bom desempenho nas avaliações, passou a estudar com o objetivo de aprender os conceitos sobre eletricidade, por se interessar e identificar com esse campo/área da física, também relacionado com o seu cotidiano. Na fala abaixo, o aluno relata a mudança em suas metas:

Marcos: Antigamente era estudar só por nota. Até o ano passado, eu nunca precisei estudar [para as demais disciplinas], ficava na aula e dificilmente copiava as coisas, e na prova sempre me saía bem. Só que física era uma matéria que eu não conseguia pegar bem, e eu sempre estudava, sempre, sempre, sempre estudei física. E eu passei a deixar de estudar por nota, e estudar pelo que eu quero saber, o que eu quero conhecer (...). Agora eu tento entender porque é que acontece isso? Porque passa uma corrente de um lado até o outro? O que acontece se sobrecarregar [um circuito]? Vai esquentar ou não? É totalmente diferente, desde entender até trabalhar. O serviço fica mais interessante após aprender esses conceitos.

Marcos admite também que com essa combinação de metas intrínseca e extrínsecas, passou a obter desempenhos melhores nas avaliações da disciplina de física.

Crenças sobre o professor

Marcos acredita que o papel do professor consiste em auxiliar os alunos em busca da aprendizagem, mas que a maior parte da responsabilidade sobre a aprendizagem é do próprio aluno:

Marcos: Para mim, o professor tem a função de auxiliar para a aprendizagem de cada aluno, dependendo do grau de compreensão de cada. Mais auxiliar porque, como todos dizem né, não só meus pais, mas também os professores, todos no colégio dizem que o interesse vai do aluno, então o professor é mais só um símbolo dentro de sala que mostra autoridade e auxílio, é o que eu acho.

Para Marcos, o professor tem a função de ajudar aos alunos de forma a orientá-los em sua aprendizagem, responsabilizando mais o aluno pela sua efetivação do que qualquer outro elemento. Em sala de aula, Marcos interage mais com os colegas do que com o professor. Demonstra interesse pela física, em especial pelos conceitos e fenômenos físicos que estão presentes em seu cotidiano na comercialização de materiais elétricos.

Crenças sobre resolução de problemas

Marcos acredita que a resolução de problemas de física é uma atividade importante “*porque muitas coisas presentes em nosso dia a dia podem ser explicadas pela física*”. O aluno considera importante resolver problemas de física como forma de explorar conceitos e fenômenos físicos. Na entrevista o aluno declara que:

Marcos: Eu acho muito importante [resolver problemas de física] por que [a resolução] não é só matemática, serve para explicar muitas coisas do mundo. A física ‘esconde’ muitos conceitos que as pessoas não conhecem e fingem conhecer confundindo com outros conceitos. Como a matéria de agora que a gente aprendeu sobre resistores. Todo mundo diz que vai na loja comprar a resistência para o chuveiro, vai atrás de resistência, mas não! É o resistor. Então a gente confunde muito às vezes o conceito não sabendo o principal.

Para o aluno, um bom problema de física é aquele com enunciado bem escrito e que apresenta todas as informações necessárias para sua solução. Quando o enunciado não traz todas as informações, o problema passa a ser de difícil resolução para o aluno. Além disso, Marcos elenca alguns fatores contextuais, como a grande quantidade de problemas

propostos, a falta de tranquilidade ao resolvê-los e a falta de estudo, como fatores que também dificultam a resolução de problemas pelo aluno.

Experiências emocionais

Marcos relaciona suas experiências positivas particularmente a duas situações. A primeira delas ocorreu em uma avaliação de final de ano para a qual o aluno estudou muito e obteve um ótimo desempenho. Marcos descreve essa experiência como “*muito gratificante por precisar de uma nota tão alta e conseguir ainda um pouco mais do que eu precisava*”. A segunda delas esteve relacionada a uma atividade de resolução de problemas em grupo, em que Marcos utilizou uma heurística para resolver um problema diferente da heurística utilizada pelos seus colegas. Ao final de uma discussão com os colegas e com o professor, chegaram à conclusão de que a heurística do aluno estava correta, desencadeando assim afetos positivos por ter desenvolvido um raciocínio adequado sobre os conceitos e fenômenos estudados, independente do uso de equações previamente fornecidas para a resolução desse problema.

O aluno associa suas experiências negativas às situações de avaliação, em particular, uma avaliação de reposição (destinada aos alunos que não realizaram alguma atividade avaliativa). O aluno relata que essa avaliação foi marcada com poucas horas de antecedência, infringindo as normas da escola de prazo mínimo para agendar atividades avaliativas. Após uma mobilização dos alunos interessados em realizar essa avaliação junto à direção de ensino, a prova foi remarcada, indo contra a decisão inicial da professora. Marcos relata o que aconteceu no dia da avaliação, descrevendo seu sentimento de revolta nessa situação:

Marcos: Eu estava fazendo a prova, e tinha uma questão que eu não sabia muito bem. Eu estava escrevendo na carteira, tentando fazer um cálculo, e ela [professora] me acusou de estar tentando colar de um aluno. Eu ia tirar oito na prova, e ela me deu zero porque eu estava colando. (...) Foi a [experiência] mais negativa que eu tive. Eu sabendo da matéria, me deixou mais revoltado. Ela tirou minha prova sem eu fazer nada, só porque a gente protestou contra [a decisão dela].

Marcos afirma que ao conseguir resolver problemas de física sente-se feliz, e assim como Daniel, relata que o sucesso na resolução lhe proporciona uma sensação de competência. Mas que diferentemente

de Daniel, não relaciona essa sensação a um futuro bom desempenho na avaliação, apenas à sensação de sucesso em si por ter conseguido resolver o problema. Quando consegue resolver problemas de física, o aluno declara que:

Marcos: Primeiramente me sinto bem feliz, com uma emoção de conseguir chegar ao topo, conseguir fazer sem errar. Para mim, é mais um sucesso meu, é de eu ver que eu consegui resolver. Não em questão de nota: “Ah, eu consegui resolver esse, eu vou fazer, conseguir tirar dez na prova!” Mas me sentir bem por eu ter resolvido o problema, às vezes não sozinho porque eu não gosto muito dessa ideia de estudar sozinho, eu não consigo muito, mas é um sucesso assim por conseguir, grato pelo trabalho, conseguir expressar o que eu estava pensando.

Já quando não consegue resolver problemas de física, Marcos afirma que os estados emocionais dependem da situação, e do tipo de equívoco cometido na solução do problema. Se o equívoco estiver relacionado com o aparato matemático, Marcos afirma se sentir muito bravo. Entretanto, se for algum equívoco relacionado aos próprios conceitos ou fenômenos físicos que o aluno não conseguiu compreender corretamente, seja por alguma dificuldade, falta de atenção ou desinteresse, o aluno lida de uma forma mais natural, não desencadeando afetos negativos e buscando esclarecer determinado conceito/fenômeno. Quando não consegue resolver problemas de física, o aluno declara que:

Marcos: Aí a casa cai. Depende da situação e do momento, como a cabeça da pessoa estiver, das emoções que estiverem passando, e no que estiver pensando no momento. Às vezes eu fico muito brabo por um problema muito fácil e que chega ao final eu erro o cálculo matemático. Eu fico muito brabo mesmo, muito brabo. Mas às vezes eu sei que faltou um conceito mínimo que ia ajudar em todo o desenrolar do problema, que eu não compreendi, às vezes porque não perguntei, ou porque fiquei fazendo bagunça na sala, mas eu sei que foi desinteresse meu. Ai eu sei que eu vou tentar melhorar na próxima, mas se for erro meu de matemática, ou alguma coisa assim, que eu saiba fazer, ai sim eu fico muito brabo.

4.4.2. *Atividades de resolução de problemas*

O aluno Marcos participou de todas as sessões de resolução de problemas propostas, resolvendo os problemas e preenchendo os

gráficos emocionais em apenas três das seis sessões de resolução, e nas duas avaliações. Marcos sempre participa das atividades propostas em sala de aula junto de seus colegas Bruno, Carlos e Mateus. Quanto à dinâmica estabelecida com o grupo, Marcos relata que:

Marcos: Eu gosto [dessa dinâmica] não só por serem meus amigos, mas a gente se sente mais à vontade sabe?! A gente pode falar uma coisa para o outro que ninguém vai achar ruim. A gente às vezes fica fazendo uma brincadeirinha, um ri do outro, mas sempre tentando fazer exercícios. (...) Com o Bruno, com o Carlos, e com o Mateus, a gente pode brincar, falar o que quiser, um ri, o outro ri, mas sempre continua fazendo exercício, não fica discutindo um com o outro, fica bem à vontade.

Assim como Daniel, o aluno Marcos sente-se confortável em estudar com seus colegas, depositando sobre eles confiança para compartilhar ideias e discutir conceitos e fenômenos durante a resolução. Em especial, a relação entre Marcos e Bruno durante a resolução é fortalecida pelos constantes desafios que um faz ao outro sobre os problemas propostos. Em vários momentos das sessões de resolução de problemas é possível observar Marcos e seu colega expondo ideias distintas e planos de ação divergentes para a resolução de algum problema. Esses momentos são valorizados por Marcos que afirma sempre estar motivado a resolver problemas com Bruno.

Sessão de resolução de problemas I – S(14,15)RP I

Na primeira sessão de resolução (codificação da aula S(14,15)RP I), Marcos resolveu os exercícios com os colegas Mateus, Bruno e Carlos. O aluno utilizou como marcadores para o primeiro problema =X e =), que representam os estados **medo** e **alegria** ou **felicidade**, respectivamente (figura 56). Em relação ao comentário para os marcadores do primeiro problema no formulário de resolução: “*Achava que era um problema mais complexo*”, Marcos relaciona seu medo à impressão inicial, a partir do enunciado proposto, de que o problema seria de difícil resolução. Após conseguir relacionar o equilíbrio estático da partícula de massa m e carga elétrica q utilizando as equações da força gravitacional $P = mg$ e da força elétrica $F = Eq$, o aluno diz ter se sentido alegre com o sucesso da resolução, afirmando “*não tão difícil*”.



Marcador	Resolução	Comentários
II: X	$g = \frac{P}{m} \rightarrow P = m \cdot g \rightarrow P = 10^{-3} \cdot 10 \rightarrow 10^{-2} \text{ N}$ $E = \frac{F}{q} \rightarrow E = \frac{10^{-2}}{5 \times 10^{-3}}$ 	ACHAVA QUE ERA UM PROBLEMA MAIS COMPLEXO!
II: 	$E = \frac{F}{q} \rightarrow E = \frac{P}{q} \rightarrow E = \frac{10^{-2}}{5 \times 10^{-3}} = \frac{10 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-3}}$ $E = 2 \text{ N/C}$	NÃO TÃO DIFÍCIL

Figura 56 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 1, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).

No segundo problema utilizou os marcadores = { e =D representando os estados **ansiedade** e **satisfação**, respectivamente (figura 57). Marcos afirma que o grupo solicitou auxílio ao professor na resolução desse problema, mas que mesmo após algumas explicações fornecidas pelo professor, os alunos optaram por realizar planos de ação divergentes daquele sugerido, o que desencadeou o comentário na folha de resolução: “As vezes por falta de atenção nós transformamos um problema fácil em algo tão complexo”, após desenvolver o plano de ação adequadamente.



Marcador	Resolução	Comentários
II: 	$E = ?$ $q = 2 \text{ C}$ $F = 6 \text{ N}$ $E = \frac{F}{q} \rightarrow E = \frac{6}{2}$ $E = 3 \text{ N/C}$	NADA. CONSTA.
II: 	$E = 3$ $q = 3 \text{ C}$ $F = ?$ $E = \frac{F}{q} \rightarrow 3 = \frac{x}{3} \rightarrow x = 9$ $F = 9 \text{ N}$	AS VEZES POR FALTA DE ATENÇÃO, NÓS TRANSFORMAMOS UM PROBLEMA FÁCIL EM ALGO TÃO COMPLEXO.

Figura 57 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 2, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).

Em ambos os problemas acima, o aluno Marcos iniciou a resolução com afetos negativos, culminando na extremidade positiva com o sucesso na resolução. O envolvimento e sucesso nas atividades parecem ser motivados pela parceria estabelecida entre os integrantes do grupo na resolução de problemas.

Sessão de resolução de problemas II – S(17,18)RP II

Na segunda sessão de resolução (codificação da aula S(17,18)RP II), Marcos resolveu novamente os problemas propostos em seu grupo. Para o primeiro problema utilizou como marcadores $\neg\neg$ e \Rightarrow)))) que representam os estados emocionais de **desinteresse** e **euforia**, respectivamente (figura 58). Apesar de ter elencado inicialmente um marcador negativo de desinteresse, Marcos escreveu em seus comentários: “*Muito legal. Gostei do esquema [gráfico] acima.*” Para o aluno, a representação gráfica facilita o entendimento do enunciado e a resolução do problema. No entanto, apesar de iniciar a resolução do segundo item em um estado de euforia, afirmou que esse estado positivo não estava relacionado com a presença do gráfico no problema. Nesse dia, Marcos estava não demonstrou interesse em participar da atividade proposta e fatores contextuais externos à resolução de problemas (conversa com os colegas do grupo durante a atividade) foram responsáveis pela euforia apresentada pelo aluno.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
$\neg\neg$	$a) E = \frac{k \cdot Q}{d^2} \rightarrow \frac{E \cdot d^2}{k} = Q \rightarrow \frac{5,4 \times 10^4 \cdot (1 \times 10^{-3})^2}{9 \times 10^9} = Q$ $5,4 \times 10^4 \Rightarrow 0,6 \times 10^{-5} = 6 \times 10^{-6} C$	MUITO LEGAL. GOSTEI DO ESQUEMA ACIMA \times . VLV.
\Rightarrow))))	$b) E_k = \frac{k \cdot Q}{d^2}$	

Figura 58 – Extrato da atividade didática de resolução de problema II – problema 1, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).

Marcos não finalizou esse e os demais problemas (2 e 3), tão pouco preencheu o gráfico emocional dessa sessão de resolução.

Sessão de resolução de problemas III – S(23,24)RP III

Na terceira sessão de resolução (codificação da aula S(23,24)RP III), Marcos resolveu novamente os problemas propostos em seu grupo. No gráfico emocional construído pelo aluno (figura 58), é possível observar a variação entre os estados emocionais positivos e negativos durante a sessão de resolução.

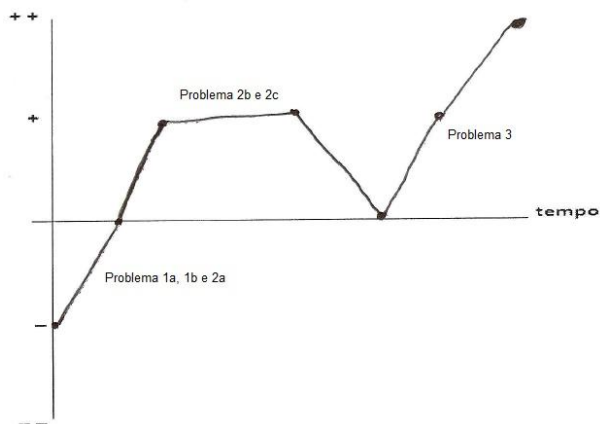


Figura 59 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema III, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).

Como já mencionado nos casos Sara, Raquel e Daniel, nessa sessão, o professor de física, com o intuito de esclarecer dúvidas de toda a classe sobre os problemas, desenvolveu algumas heurísticas de resolução ao quadro, interferindo assim nas soluções praticadas pelos alunos e nas emoções desencadeadas frente aos problemas a serem resolvidos. Marcos não escreveu no formulário comentários que descrevessem o que sentia ou pensava durante a resolução dos problemas dessa sessão, dificultando a análise de seus estados emocionais e das resoluções apresentadas. Podemos perceber no gráfico emocional que na resolução do primeiro problema, em que Marcos se engajou sem auxílio do professor, seus estados emocionais se concentraram no lado negativo do gráfico. Já na resolução dos problemas 2 e 3, resolvidos pelo professor ao quadro, os estados emocionais do aluno se concentraram no lado positivo do gráfico, apresentando a mesma configuração/distribuição dos estados emocionais de Raquel para essa mesma sessão.

Todas as resoluções apresentadas por Marcos nessa sessão estão corretas, visto que o aluno acompanhou a explicação e a heurística desenvolvida pelo professor. Para o primeiro problema assinalou os marcadores =O e =(, referente aos estados **assustado** e **tristeza** respectivamente (figura 60).

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
 O	a) $T_{AB} = \frac{44J}{q} = \frac{44J}{0,2C} = 220V$	
)	b) $q = \frac{T_{AB}}{V} \rightarrow q = \frac{1100}{220} = 5c$	

Figura 60 – Extrato da atividade didática de resolução de problema III – problema 1, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).

No segundo problema utilizou os marcadores =/, =| e =| representando os estados de **frustração**, **normal** ou **sem alteração e normal** ou **sem alteração** respectivamente (figura 61). Marcos afirma que seu estado de frustração esteve relacionado com a dificuldade em representar o vetor força elétrica \vec{F} que atua na partícula q enquanto se desloca do ponto A para o ponto B , como indicado na figura do problema.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	a)	
	b) $T = F \cdot d \cdot \cos \alpha$ $\alpha = 90^\circ$ $90^\circ = 0 \quad T_{AB} = 0$	
	c) NÃO TEM DIFERENÇA PORQUE O TRABALHO É ZERO	

Figura 61 – Extrato da atividade didática de resolução de problema III – problema 2, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).

No terceiro problema utilizou os marcadores =), =) e O.O representando os estados de **alegria** ou **felicidade**, **alegria** ou **felicidade** e **interesse** respectivamente (figura 62).




Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	a) $V_{AB} = 300V$ $d = 5 \text{ mm}$ $\frac{3 \times 10^2}{5 \times 10^{-3}} = E$ $\rightarrow E = 0,6 \times 10^5$ $E = 6 \times 10^4$ $V_{AB} = E$ d	
	b) $F = q \cdot E$ $F = 2 \times 10^{-7} \cdot 6 \times 10^4 \rightarrow 12 \times 10^{-3}$ $F = 1,2 \times 10^{-4} N$	
O.O	c) $T_{AB} = 2 \times 10^{-7} \times 6 \times 10^4 \times 5 \times 10^{-3}$ $T_{AB} = 6 \times 10^{-5} J$	

Figura 62 – Extrato da atividade didática de resolução de problema III – problema 3, realizada nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).





Quando questionado sobre como se sentia após terminar a resolução desses problemas, Marcos afirmou “*É difícil explicar, no começo eu me senti nervoso, mas quando consegui realmente terminar fiquei feliz.*” justificando que “*Não sou muito bom com física, eu sei a matéria e na hora de colocar no papel eu fico um pouco nervoso e começo a confundir um conceito com outro.*” Nesses comentários fica perceptível como a baixa autoeficácia do aluno já assinalado em seu perfil afetivo, exerce influência sobre seu envolvimento na resolução de problemas. Marcos geralmente apresenta um bom desempenho nas atividades em sala de aula, participa das discussões e auxilia seus colegas, entretanto, a baixa autoeficácia do aluno contribui para uma crença negativa a cerca de suas potencialidades ao se engajar na resolução de um problema, por exemplo. A baixa autoeficácia nas atividades escolares pode ter algumas implicações importantes no envolvimento dos alunos em uma atividade, entre elas a construção de uma atitude negativa de abandono de uma tarefa, frente a não execução do plano de ação escolhido.

Sessão de resolução de problemas IV – S(29,30)RP IV

Na quarta sessão de resolução (codificação da aula S(29,30)RP IV), Marcos resolveu os problemas propostos novamente com seus colegas, no entanto, não construiu o gráfico emocional. O aluno utilizou o marcador =) que representa o estado emocional **alegria** ou **felicidade** por toda a resolução (figura 63). Marcos relatou que estava de bom humor no dia em que resolveu esses problemas e afirmou acreditar que os acontecimentos diários com o indivíduo influenciam em seu desempenho na resolução de problemas e em sua aprendizagem.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	<p>a) $V = \frac{k Q}{D} \rightarrow V_A = \frac{9 \times 10^9 \cdot 5 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-2}}$ $V_B = \frac{3 \times 10^9 \cdot 2 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-2}}$</p> <p>$V_A = 9 \times 10^5 \text{ V}$ $V_B = -5,4 \times 10^5$</p> <p>$V_A + V_B = 5,4 \times 10^5$</p>	011
	<p>b) $V = \frac{k Q}{D} \rightarrow V = \frac{9 \times 10^9 \cdot 5 \times 10^{-6}}{10 \times 10^{-2}} = 4,5 \times 10^5$</p> <p>$V_B = \frac{9 \times 10^9 \cdot 2 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-2}} = -9 \times 10^5$</p> <p>$V_A + V_B = V_B = 3,6 \times 10^5 \text{ V}$</p>	LEGAL
	<p>c) $V_A - V_B = 5,4 \times 10^5 - 3,6 \times 10^5 = 1,8 \times 10^5$</p>	011

(a)

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	<p>a) $300 = E \cdot 2 \times 10^{-2}$</p> <p>$E = \frac{3 \times 10^2}{2 \times 10^{-2}} = 1,5 \times 10^4 \text{ V/m}$</p> <p>CORRETO</p>	
	<p>b) R: É VERDADEIRA POR QUE OS DOIS VÃO NA MESMA DIREÇÃO E SENTIDOS OPPOSTOS.</p>	
	<p>c) $300 = E \cdot 2 \times 10^{-2}$</p> <p>$E = \frac{3 \times 10^2}{2 \times 10^{-2}} = 1,5 \times 10^4 \text{ V/m}$</p> <p>CORRETO</p>	
	<p>d) CORRETO</p>	

(b)

Figura 63 – Extratos das atividades didáticas de resolução de problema IV, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV): (a) problema 1 e (b) problema 2.

O aluno justificou inadequadamente o item b do problema 2, e não justificou o item d desse mesmo problema. Mesmo assim, os estados emocionais de Marcos foram bastante positivos, atestando a afirmação do aluno em que sugere que seu bom humor influenciou os afetos durante a resolução de problemas. Além do mais, pelas resoluções apresentadas pelo aluno, podemos perceber que os estados emocionais positivos desencadeados também estiveram associados à facilidade com que o aluno resolveu os problemas propostos, desenvolvendo quase todas as resoluções corretamente.

Sessão de resolução de problemas V – S(42,43)RP V

Na quinta sessão de resolução (codificação da aula S(42,43)RP V), Marcos resolveu os problemas propostos com seus colegas. No gráfico emocional (figura 64) construído pelo aluno para essa resolução, percebemos a concentração de seus estados emocionais no lado positivo do gráfico.

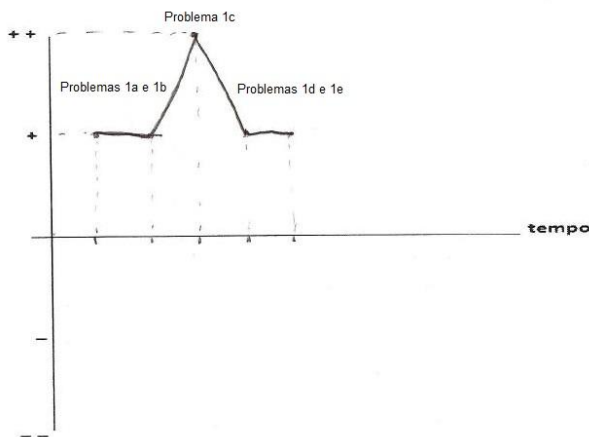


Figura 64 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema V realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).

Marcos relata que essa sequência de afetos positivos não é tão comum na resolução de problemas de física, e se deveu ao fato de ter compreendido o que o problema solicitava e conseguido aplicar seu plano de ação sem equívocos:

Marcos: É porque eu VI que estava acertando e ai eu fiquei bem alegre.

O aluno teve sua resolução questionada pelos colegas, e apesar disso não a abandonou, pois estava confiante do plano de ação escolhido e executado. Analisou seu plano e refez os cálculos encontrando os mesmos resultados. Por fim escreveu no formulário de resolução de problemas (figura 65a): “*Legal. O Bruno, o Mateus e o Carlos. estavam errados. Eu inicialmente estava certo.*” Quanto ao comentário, relatou que a interação com os colegas é o fator que mais o motiva a resolver problemas e participar das demais atividades nas aulas de física. Marcos relata que cada questionamento sobre a resolução que um colega faz ao outro é encarado como um desafio a ser superado:



Marcos: É um sempre desafiando o outro, às vezes pode até estarem os dois certos, mas um sempre fala: “Acabei primeiro!”.

É como se fosse uma rixa amigável. (...) Porque estando com uma pessoa do lado que te ajude a pensar é mais fácil [resolver problemas] do que sozinho.

Para o problema dessa sessão, utilizou os marcadores =), =), =))))), =) e =) que representam os estados emocionais **alegria** ou **felicidade**, **alegria** ou **felicidade**, **euforia**, **alegria** ou **felicidade** e **alegria** ou **felicidade** respectivamente (figura 65). O aluno associa esses estados emocionais positivos aos conceitos envolvidos nesse problema que tem relação com seu trabalho e ao fato de se sentir confiante da solução adotada, implicando no sucesso da resolução do problema proposto. Apesar dessa confiança toda, o aluno cometeu um equívoco no último item desse problema ao não transformar a unidade de medida de área de mm^2 para m^2 .

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
☺	<p>a) (V) A resistência desse resistor tende a aumentar com o seu aquecimento, devido ao aumento da corrente.</p> <p>conforme a corrente aumenta a temperatura também, como se acha a resistência a partir de $R = \frac{U}{i}$: se pode ser que em um certo ponto a constante vai mudar.</p>	<p>LEGAL. O Bruno, o Mateus e o Carlos ESTAVAM SERADOS. EU INICIALMENTE ESTAVA CERTO.</p>
☺	<p>b) (V) No trecho de 0 a 600mA, o resistor é considerado ôhmico, pois o valor da resistência é constante.</p> <p>Sim. Por esse intervalo de 0 a 600, a resistência continua em 200Ω.</p>	<p>MAGEA.</p>
☹☹☹	<p>e) (F) No trecho de 600mA até 800mA, a relação $R = \frac{V}{i}$ não pode ser aplicada, pois o resistor não é mais ôhmico.</p> <p>PODE SER APLICADA, PORÉM NÃO VAI SER ÔHMICO A RESISTÊNCIA VAI MUDAR</p>	<p>KKKKK.</p>

(a)

	<p>d) (F) Quando passa pelo resistor uma corrente de 800 mA, a resistência elétrica do mesmo é 5Ω.</p> <p>COMO NÃO É OHMICO A RESISTÊNCIA PASSA DE 5Ω. QUANDO ERA CHEGAVA PRÓXIMO DE 5Ω.</p>	<p>LEGAL.</p>
	<p>e) (F) Se o técnico desejar construir um resistor de resistência igual a 5Ω, utilizando um fio de níquel cromo ($\rho = 1,5 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$) com área da seção reta de $1,5 \text{ mm}^2$, o comprimento deste fio deverá ter 5 m.</p> $R = 5 \Omega \quad \rho = 1,5 \times 10^{-6} \quad R = \rho \frac{l}{A}$ $5 = 1,5 \times 10^{-6} \frac{l}{1,5}$ $5 \times 10^6 = l$	<p>LEGAL.</p>

(b)

Figura 65 – Extratos da atividade didática de resolução de problema V realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V): (a) itens a, b e c; (b) itens d e e.

Para Marcos, resolver problemas que envolvam conceitos e fenômenos físicos com que trabalha no dia a dia é estimulante e motivador. Em especial, os conceitos de resistência elétrica, resistor e corrente elétrica, interessaram muito o aluno que relata como a aprendizagem da física e o seu cotidiano no trabalho se influenciam mutuamente:

Marcos: É, e engraçado que esses dias o professor me falou isso [diferença entre resistor e resistência elétrica]. Eu peguei o papel [embalagem] de um resistor e fui ler, e estava falando de resistência. Eu falei para o meu pai: “Eu aprendi na aula que não é resistência, é resistor!”, e meu pai falou: “Deixa a física cuidar do lado dela que eu cuido do meu!” (...) Ele não sabe realmente o conceito. Pelo menos o que meu pai esboçou foi que não sabia o que era, o que acontecia, o que passava por ali, a corrente que passava e não queria saber o que acontecia. Ele estava ali para

vender de acordo com o que as pessoas pedem para ele. Para ele não interessa o conceito, interessa a venda.

Marcos insiste em chamar a atenção dos familiares que trabalham com ele para os equívocos encontrados nas descrições das embalagens de alguns equipamentos e aparelhos elétricos. Apesar de seus familiares não aceitarem suas explicações sobre os materiais comercializados, a animação do garoto em questionar os objetos com que lida diariamente não diminui:

Marcos: Muitas coisas que eu vendia, eu não tinha consciência do que acontecia, do que se passava. Para mim, a grossura [espessura] do fio, era para pegar [percorrer uma] distância, não envolvia corrente. (...) E agora é muito diferente! Eu olho para a própria resistência [se referindo ao resistor] e penso: “é uma coisa totalmente diferente do que falam.” O conceito de um acaba confundindo com o outro. O fio principalmente, a grossura [espessura] eu olho com outros olhares tentando questionar aquilo que eu aprendi.

Por fim o aluno relata que sua aprendizagem tem sido facilitada pelo fato de já trabalhar com equipamentos e materiais elétricos. Além do mais afirma que não só seus familiares, mas muitas outras pessoas que também trabalham com a comercialização e instalação de materiais elétricos desconhecem os conceitos e fenômenos físicos envolvidos, bem como as ideais aplicações dos materiais trabalhados:

Marcos: Agora é mais fácil [aprender física], pois eu passei a me interessar mais, principalmente por causa do meu serviço em que tenho que trabalhar com material elétrico a todo o momento. Eu achava que disjuntor era só para ligar e desligar. Mas não! Tem um significado. Não é bem significado, mas um desempenho além do que as pessoas imaginam. Claro que tem muitos profissionais que trabalham na área que sabem, mas a maioria das pessoas que trabalham com esse material elétrico, não sabe o verdadeiro papel do disjuntor. Pensam que só está ali para desligar a chave, mas não sabe qual é o papel verdadeiro, para que serve e o que acontece se passar uma corrente maior. Então tem alguma coisa sempre escondida por trás de um pequeno conceito.

Sessão de resolução de problemas VI – S(48,49)RP VI

Na sexta sessão de resolução (codificação da aula S(48,49)RP VI), Marcos resolveu os problemas propostos novamente em seu grupo.

No gráfico emocional (figura 66) construído pelo aluno para essa resolução, percebemos novamente a concentração de seus estados emocionais no lado positivo do gráfico.

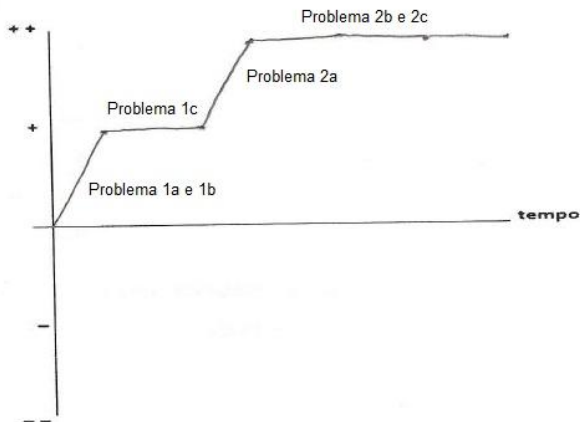


Figura 66 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema VI realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).

Ao final da resolução Marcos afirma “*me sinto satisfeito e feliz*”, justificando que “*com a união de pensamentos entre meus amigos e eu, conseguimos realizar com sucesso a tarefa.*”.

No primeiro problema utilizou os marcadores =D, =D e =| que representam os estados emocionais **satisfação**, **satisfação** e **normal** ou **sem alteração** respectivamente (figura 67). Alguns dos comentários feitos pelo aluno na folha de resolução sobre o que sentia e pensava não estavam relacionados à resolução em si, o que dificulta a análise dos afetos do aluno durante essa resolução a partir de seus comentários. Entretanto, na entrevista, Marcos associou novamente os estados positivos dessa resolução ao seu interesse nos conceitos e fenômenos físicos que estavam sendo abordados, pela relação que estabelecem com seu cotidiano. Todas as resoluções apresentadas pelo aluno estão corretas.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
=D	a) $R = V_{AB}/i \rightarrow i = \frac{120}{20} = 0,6 \text{ A}$	O PROF DE FÍSICA É LEGAL. E A GABI TAMBÉM
=D	b) $R = V_{AB}/i \rightarrow i = \frac{120}{300} = 0,4 \text{ A}$	EU ACHO MASSA FICAR CURTINDO A AULA.
	c) $R = V_{AB}/i \rightarrow i = \frac{120}{400} = 0,3 \text{ A}$	O PROF. ESTÁ COM UM VISUAL IRADO.

Figura 67 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 1, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).

No segundo problema dessa mesma resolução, Marcos utilizou os marcadores =)), =| e =) que representam os estados emocionais **euforia**, **normal** ou **sem alteração** e **alegria** ou **felicidade**, respectivamente (figura 68). No item b desse problema, em que deveria calcular a corrente elétrica total do circuito, Marcos elencou o estado **sem alteração**, pois segundo ele, a resolução era “ *muito simples* ”, não exigindo muito esforço cognitivo. Já no item c, um pouco mais trabalhoso que o item anterior, o aluno deveria calcular a corrente elétrica que passaria por cada resistência do circuito. Marcos se equivocou no cálculo da corrente elétrica que passava por R_4 e R_5 , e, mesmo assim, elencou o estado de alegria como representando suas emoções, afirmando que esse item era “ *complicado* ”. Ao que parece, a confiança do aluno na resolução desse problema com um grau de dificuldade maior que o anterior, foi responsável por desencadear os afetos positivos, mesmo com a inadequação da resolução apresentada.




Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	<p>a) $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{1}{R_{eq}} = \frac{2}{6} \rightarrow R_{eq} = 3 \Omega$</p> <p>$R_{eq_1} = 3 + 3 = 6 \Omega$</p> <p>$R_{eq_2} = 6 + 6 = 12 \Omega$</p> <p>$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{1}{R_{eq}} = \frac{2+1}{12} = \frac{1}{4}$</p> <p>$R_{eq} = 4 \Omega$</p>	
	<p>b) $R = V_{AB} / i \rightarrow 4 = 24 / i$</p> <p>$i = \frac{24}{4} = 6 A$</p>	<p>MUITO SIMPLES</p>
	<p>c) $R_1 \rightarrow R = V_{AB} / i \rightarrow 3 = 12 / i \rightarrow i = 4 A$</p> <p>$R_2 = R = V_{AB} / i \rightarrow 6 = 12 / i \rightarrow i = 2 A$</p> <p>$R_3 = R = V_{AB} / i \rightarrow 6 = 12 / i \rightarrow i = 2 A$</p> <p>$R_4 = R = V_{AB} / i \rightarrow 6 = 6 / i \rightarrow i = 1 A$</p> <p>$R_5 = R = V_{AB} / i \rightarrow 6 = 6 / i \rightarrow i = 1 A$</p>	<p>COMPLICADO</p>

Figura 68 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 2, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).

Em síntese, os afetos positivos de Marcos estão geralmente relacionados com o conhecimento físico e a resolução de problemas de grupo, como podemos observar nas sessões de resolução apresentadas, em especial nas duas últimas, e nos relatos do aluno nas entrevistas. O vínculo estabelecido com o conhecimento parece ter sido facilitado, estimulado e reforçado por sua experiência profissional. A resolução de problemas em grupo possibilita a discussão em torno dos conceitos, leis e fenômenos físicos, além de favorecer um ambiente no qual os alunos

que geralmente apresentam baixa autoeficácia sintam-se mais seguros e confiantes. No caso de Marcos, a presença desses elementos parece ser determinante no sucesso do aluno nas atividades de resolução de problemas. Além do mais, o conteúdo específico de eletrodinâmica parece ter motivado Marcos a se envolver e se interessar pelas atividades propostas nas aulas de física e nas duas últimas resoluções, tivemos a impressão de que a autoeficácia do aluno aumentou devido a natureza do conteúdo abordado.

4.4.3. Avaliações

Marcos afirma que geralmente se sente um pouco nervoso nos momentos iniciais de uma avaliação escrita, mas que tem um método que julga eficaz para solucionar os problemas propostos e que isso o tranquiliza no decorrer da avaliação:

Pesquisadora: Como você geralmente se sente nas avaliações?

Marcos: Nos 10 primeiros minutos eu olho para a prova e penso: “Eu não sei nada! O que é isso? Eu não estudei isso!”, mas depois eu consigo me sintonizar, olhar direito. Eu sempre busco tentar achar o que eu entenda mais, o que eu consiga resolver: “Ah, esse aqui eu sei!”. Eu sempre busco os que eu já tenho certeza, porque ai com aquele ali eu já consigo pensar além, e fazer os outros. Daquele conceito ali já começa a abrir caminhos para fazer os outros.

Assim como no caso Daniel, Marcos atrela seu nervosismo à importância creditada pelo aluno às atividades avaliativas devido à uma de suas orientações para obter um bom desempenho escolar.

Avaliação I – S(32,33)

Marcos declarou se sentir “*um pouco nervoso, pois como já falei eu consigo estudar e na hora da prova não consigo colocar no papel a teoria.*”. Apesar de o aluno declarar afetos negativos no início da resolução, pelo traçado do gráfico fica perceptível a variação dos estados emocionais do aluno se direcionando positivamente (figura 69).

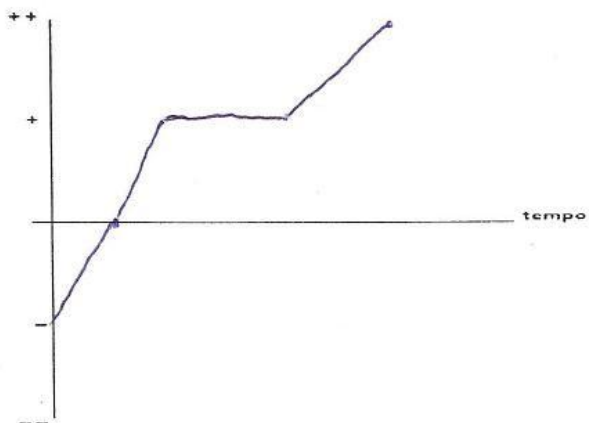


Figura 69 – Gráfico emocional construído por Daniel para suas reações emocionais durante a avaliação S(32,33).

Ao término dessa avaliação, Marcos relatou que “*teve uma vitória pessoal*”, afirmando “*me sinto satisfeito, porque consegui realizar com sucesso todas as questões*”. Marcos não apresentou um bom desempenho na resolução dos problemas dessa avaliação, obtendo apenas 3,6 dos 10,0 pontos possíveis.

Avaliação II – S(51,52)

Marcos declarou estar se sentindo “*meio nervoso*”, justificando que “*antes da prova sempre fico nervoso devido ao desempenho que terei sobre ela.*” Essa avaliação era referente aos conceitos e fenômenos envolvendo resistência elétrica, circuitos elétricos, dispositivos e aparelhos elétricos, com os quais o aluno havia enfatizado acentuado interesse nas sessões de resolução de problemas S(42,43)RP V e S(48,49)RP V (figura 70).

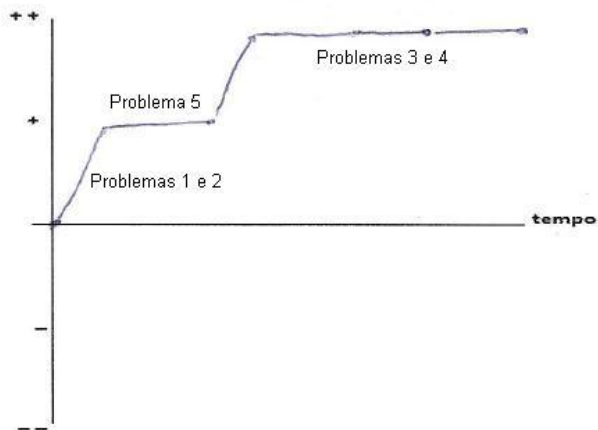


Figura 70 – Gráfico emocional construído por Daniel para suas reações emocionais durante a avaliação S(51,52).

Ao término dessa avaliação, Marcos relatou que “*me sinto feliz pelo sucesso parcial*”, afirmando que “*consegui resolver a atividade com facilidade, pois tinha todo um entendimento da matéria*”. Marcos obteve 5,3 dos 10,0 pontos possíveis nessa avaliação. A maior parte desses pontos (4,0) foi obtida nos problemas 3 e 4 que consistiam em problemas numéricos, cujos enunciados traziam esquemas e gráficos. Como já evidenciado nas sessões de resolução de problemas II e V, Marcos gosta de problemas que contenham representações gráficas e esquemáticas, afirmando ter facilidade em interpretá-los e manuseá-los.

4.5. CASO MATEUS

4.5.1. Perfil afetivo

Crenças sobre si mesmo

Mateus julga que sua **autoeficácia** na resolução de problemas depende da natureza da matéria/conteúdo em questão. O aluno afirma se dedicar bastante ao estudo de física, estando satisfeito com seu desempenho nas atividades desenvolvidas.

Gosto/interesse pela física

Mateus afirma gostar de física e que tem interesse em aprender as relações e associações de conceitos, leis, teorias e fenômenos físicos com o mundo, como evidenciado na seguinte fala: “*essas coisas que nos rodeiam assim eu gosto de aprender*”. Entretanto declara não se identificar com questões puramente internas à física que não podem ser associadas com seu cotidiano. Acredita que gostar de física é fator essencial para se engajar nas atividades referentes à disciplina, exercendo também influências sobre seu desempenho durante a resolução de problemas e as avaliações.

Orientação para metas

Mateus declara que seu objetivo ao estudar física e resolver problemas consiste em obter aprovação anual, o que caracteriza uma meta extrínseca evidenciada na fala do aluno: “*eu tento meio que aprender, mas aprender não para a vida, mas para conseguir passar de ano*”. Entretanto, para Mateus a obtenção da aprovação anual somente é possível se associada à aprendizagem dos conceitos, leis e teorias abordadas nas aulas de física.

Crenças sobre o professor

Para Mateus, o professor tem a função de ensinar o conteúdo programático da disciplina de física e, durante as sessões de resolução de problemas, é responsável por ajudar os alunos a solucionarem as questões, em especial a chegar ao resultado delas.

Apesar das metas de realização de Mateus serem restritas à obtenção de um bom desempenho na disciplina de física, para o aluno o professor também tem a função de formar e preparar os alunos para a vida. Na opinião de Mateus, a fim de melhorar o desempenho dos alunos na resolução de problemas de física, o professor poderia explicar o conteúdo/conceitos, leis, teorias e fenômenos de forma mais contextualizada com o cotidiano dos alunos.

Crenças sobre resolução de problemas

Mateus considera a resolução de problemas uma atividade importante “*para estimular o raciocínio*”, e que raciocínio lógico e matemático é habilidade necessária para resolver corretamente um problema de física. Além disso, o aluno acredita que a prática de resolução de problemas é uma forma de preparação para as avaliações

escolares, e que com a prática é possível evitar bloqueios no momento das atividades avaliativas.

Na opinião do aluno, um bom problema de física é aquele que apresenta um enunciado sucinto e “*que vai direto ao assunto*”. Mateus prefere solucionar problemas conceituais cuja resposta seja em forma discursiva, pois considera que problemas que exigem manipulação matemática são mais difíceis. O aluno também reconhece ter dificuldade em trabalhar com problemas que apresentam representação gráfica, em especial quando tem que relacionar a área abaixo da curva do gráfico com alguma informação ou dado necessário à sua resolução. Mateus afirma que prefere resolver problemas na escola, pela possibilidade de esclarecer eventuais dúvidas com os colegas e com o professor.

Experiências emocionais

Assim como o aluno Daniel, Mateus relaciona suas experiências positivas à realização de atividades experimentais. Tais experiências se justificam pela potencialidade desse tipo de atividades, quando bem conduzidas, em possibilitar o estabelecimento de relações entre os conceitos, leis, teorias e fenômenos físicos com situações cotidianas, interesse já enfatizado em outros momentos pelo aluno Mateus. Já as experiências negativas de Mateus, são aquelas relacionadas com o mau desempenho nas avaliações.

Ao descrever seus sentimentos e emoções durante a resolução de problemas de física, Mateus declara que se sente feliz nas situações de sucesso, pois afirma que “*estou aprendendo*”. Enfatiza que seus sentimentos positivos se intensificam nos momentos em que resolve problemas em grupo e em sala de aula, em que pode facilmente solicitar auxílio ao professor e aos colegas. Mateus diz que não se sente interessado em resolver problemas em momentos de exaustão física, como no período noturno ou após a prática de exercícios físicos.

Entretanto, em situações de fracasso, sente-se mal e chateado, e relata pensamentos de uma possível reprovação escolar, expressando “*eu começo a pensar que eu não vou passar de ano, que vou ter que repetir tudo de novo. Começa a passar esse sentimento ruim.*” Ao se sentir bloqueado nessas situações, o aluno não insiste na resolução do problema, desistindo de sua solução.

4.5.2. Atividades de resolução de problemas

O aluno Mateus participou de todas as sessões de resolução de problemas propostas, resolvendo a maioria dos problemas e preenchendo os gráficos emocionais apenas nas duas últimas sessões de resolução (S(42,43)RP V e S(48,49)RP VI) e nas avaliações. Mateus geralmente se envolve nas atividades propostas em sala de aula com Marcos, caso apresentado anteriormente, Bruno e Carlos, justificando que a afinidade entre os colegas fortalece o interesse em participar das atividades propostas e desenvolvidas em sala de aula.

Sessão de resolução de problemas I – S(14,15)RP I

Na primeira sessão de resolução (codificação da aula S(14,15)RP I), Mateus resolveu os problemas com os colegas Marcos, Bruno e Carlos. Utilizou como marcadores para o primeiro problema $\neg \neg$ e $=D$, que representam os estados **desinteresse** e **satisfação**, respectivamente (figura 71). Nesse problema deveriam ser determinadas as características do vetor campo elétrico no ponto onde se encontra uma partícula de massa m e carga elétrica q em equilíbrio estático devido à ação simultânea do campo gravitacional terrestre e da ação do campo elétrico em sentido oposto. A resolução desse problema, além de exigir dos alunos que relembassem conceitos estudados em séries anteriores, demandava uma interpretação bastante abstrata e totalmente interna à física, sem relação com o cotidiano dos alunos. Como mencionado no perfil afetivo acima, Mateus tem interesse em resolver problemas e participar de discussões relacionadas com situações de seu cotidiano. Problemas cujo enunciado é totalmente descontextualizado e interno à física, acabam por desmotivar e desencadear afetos negativos no aluno, como o desinteresse experimentado pelo aluno nessa sessão.

Mesmo estando desinteressado em resolver esse problema, Mateus se engajou em sua resolução comentando: “*Não é tão difícil*”. A satisfação assinalada pelo aluno evidencia a presença de estados emocionais positivos ao conseguir resolver o problema já relatado por Mateus.



Marcador	Resolução	Comentários
	$g = \frac{P}{m} = 10 = \frac{P}{10^{-3}} = P = 10^{-2} N$ $1 mc = 10^{-3} \rightarrow 5 \times 10^{-3}$	<p>Não é tão Difícil</p>
	$E = \frac{10^{-2}}{5 \times 10^{-3}} = \frac{10 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-3}} = 2 N/C$ <p>R: E = 2 N/C</p>	<p>Muito Bom!!!</p>

Figura 71 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 1, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).

No segundo problema utilizou os marcadores $=|$ e $=)$, representando os estados **normal** ou **sem alteração** e **alegria** ou **felicidade**, respectivamente (figura 72). Sua crença de que raciocínio lógico-matemático é habilidade necessária e essencial para a resolução de problemas de física é reforçada pelo comentário no formulário em que o aluno afirma que “*para resolver precisa de raciocínio*”, elencando o estado sem alteração para essa resolução. Ao final da resolução, o aluno afirma elenca novamente um estado emocional positivo, dessa vez de felicidade, pelo sucesso na resolução.



Marcador	Resolução	Comentários
	$E = \frac{F}{q} = \frac{2}{6} = 3$ <p>E = Constante</p>	<p>Pouco, realmente precisa de raciocínio</p>
	$3 = \frac{F}{3} =$ $F = 3 \cdot 3$ $F = 9 N$	<p>legal</p>

Figura 72 – Extrato da atividade didática de resolução de problema I – problema 2, realizada nas aulas 14 e 15 (codificação da aula S(14,15)RP I).

Sessão de resolução de problemas II – S(17,18)RP II

Na segunda sessão de resolução (codificação da aula S(17,18)RP II), Mateus resolveu novamente os problemas em grupo com os mesmos colegas. Para o primeiro problema, utilizou como marcadores \neg e $=$, que representam os estados emocionais de **desinteresse** e **tristeza**, respectivamente (figura 73). Podemos perceber que, assim como na sessão anterior (S(14,15)RP I), Mateus iniciou a resolução desinteressado. Esse problema solicitava que fosse calculado, a partir da análise de um diagrama $E(N/C) \times d(m)$, a carga elétrica Q que originaria o campo, e o campo elétrico E , situado em um ponto P a uma distância d da carga Q . Como já mencionado em seu perfil afetivo e na análise do primeiro problema da sessão anterior (S(14,15)RP I), problemas cujo enunciado não seja contextualizado ou relacionado com situações cotidianas, não despertam o interesse no aluno. Já em relação ao segundo marcador assinalado, o aluno afirma ficar triste quando não consegue finalizar a resolução de algum problema.



Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	<p>a) $E = k \frac{Q}{d^2} \Rightarrow Q = \frac{Ed^2}{k}$</p> $Q = \frac{5,4 \times 10^6 \cdot 0,1^2}{9 \times 10^9} = \frac{5,4 \times 10^6 \cdot 0,01}{9 \times 10^9} = \frac{5,4 \times 10^4}{9 \times 10^9}$ $Q = 6 \times 10^{-6} \text{ C}$	
	<p>b) $E = k \frac{Q}{d^2} =$</p>	

Figura 73 – Extrato da atividade didática de resolução de problema II – problema 1, realizada nas aulas 17 e 18 (codificação da aula S(17,18)RP II).

Assim como Marcos, Mateus não finalizou a resolução dos problemas 1, 2 e 3, tão pouco construiu o gráfico emocional dessa sessão de resolução.

Sessão de resolução de problemas III – S(23,24)RP III

Na terceira sessão de resolução (codificação da aula S(23,24)RP III), Mateus resolveu novamente os problemas propostos em grupo, resolvendo todos os problemas, no entanto, não construindo o gráfico

emocional de seus estados afetivos. Para o primeiro problema assinalou o marcador =), referente ao estado de **alegria** ou **felicidade** (figura 74). O marcador positivo assinalado pelo aluno parece estar associado à contextualização, ainda que tímida, trazida no enunciado desse problema. O contexto apresentado fazia referência a uma lâmpada ligada na tomada elétrica de uma residência, por onde circulavam cargas elétricas. Apesar de escrever em seu formulário: “*Preciso ter um pouco de atenção*”, Mateus obteve sucesso na resolução elencando estados emocionais positivos.



Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	a) $V_{AB} = \frac{I_{AB}}{q} = \frac{44}{0,20} = \underline{\underline{220V}}$ $A = 270V$ $B = 0V$	<i>Preciso ter um pouco de atenção</i>
	b) $V_{AB} = \frac{I_{AB}}{q} = q \Rightarrow \frac{I_{AB}}{V_{AB}} = \frac{1100}{220} = \underline{\underline{5C}}$	

Figura 74 – Extratos das atividades didáticas de resolução de problema III – problema 1, realizadas nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).

No segundo problema utilizou os marcadores =/, =D e =| representando os estados de **frustração**, **satisfação** e **normal** ou **sem alteração**, e no terceiro problema, os marcadores \neg e O.O, representando os estados de **desinteresse** e **interesse**, respectivamente (figura 75). A frustração de Mateus esteve relacionada com a dificuldade em representar o vetor força elétrica \vec{F} que atua na partícula q enquanto se desloca do ponto A para o ponto B , como indicado na figura do problema.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	a) $V_A - V_B = \frac{T_{AB}}{q}$ 	
	b) $T_{AB} = F \cdot d \cdot \cos \theta$ $\cos \theta = 0$, então o trabalho zero = 0.	
	c) Não tem diferença pois o trabalho é zero. $V_A - V_B = \frac{T_{AB}}{q} \rightarrow T_{AB} = 0$	

(a)

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	a) $V_{AB} = 300V$ $d = 5mm \rightarrow 0,005$ $E = \frac{V_{AB}}{d}$ $E = \frac{3 \times 10^2}{5 \times 10^{-3}}$ $E = 6 \times 10^4$	
0.0	b) $F = q \cdot E$ $F = 2 \times 10^{-7} \cdot 6 \times 10^4$ $F = 1,2 \times 10^4 N$	
	c) $T_{AB} = 2 \times 10^{-7} \cdot 6 \times 10^4 \cdot 5 \times 10^{-3}$ $T_{AB} = 6 \times 10^{-5} J$	Bom!!!

(b)

Figura 75 – Extratos das atividades didáticas de resolução de problema III – (a) problema 2 e (b) problema 3, realizadas nas aulas 23 e 24 (codificação da aula S(23,24)RP III).

O aluno escreveu poucos comentários em seu formulário de resolução dificultando a análise de seus estados emocionais. Assim como já mencionado, podemos perceber a presença de afetos negativos de Mateus estão geralmente associados aos problemas cujo enunciado

são apresentados com uma linguagem interna à física, distante do contexto do aluno e que exigem abstrações maiores em torno da situação abordada/apresentada. Já os afetos positivos estão geralmente associados aos problemas que apresentam uma situação de forma contextualizada. A dificuldade dos alunos em abstrair situações totalmente internas à física é bastante frequente, e a apresentação de situações contextualizadas facilitam o entendimento e estimulam o envolvimento dos estudantes na atividade.

Sessão de resolução de problemas IV – S(29,30)RP IV

Na quarta sessão de resolução (codificação da aula S(29,30)RP IV), Mateus junto ao seu grupo, resolveu apenas o primeiro problema e parte do segundo, no qual não elencou nenhum marcador para suas emoções. O aluno também não construiu o gráfico emocional para essa resolução. Para o primeiro problema utilizou os marcadores =(, =(e =) que representam os estados emocionais **tristeza**, **tristeza** e **alegria** ou **felicidade**, respectivamente (figura 76).




Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	<p>a)</p> $V_B = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-2}} = -3,6 \times 10^5$ $V_A = \frac{9 \times 10^9 \cdot 5 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-2}} = 9 \times 10^5$ $V_A + V_B = 5,4 \times 10^5$	
	<p>b)</p> $V_A = \frac{9 \times 10^9 \cdot 5 \times 10^{-6}}{10^{-1}} = 4,5 \times 10^4$ $V_B = \frac{9 \times 10^9 \cdot 2 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-1}} = -9 \times 10^4$ $V_A + V_B = 3,6 \times 10^5$	
	<p>c)</p> $V_A - V_B = 9 \times 10^5 - 3,6 \times 10^5$ $V_A - V_B = 1,8 \times 10^5$	

Figura 76 – Extrato da atividade didática de resolução de problema IV – problema 1, realizada nas aulas 29 e 30 (codificação da aula S(29,30)RP IV).

Sessão de resolução de problemas V – S(42,43)RP V

Na quinta sessão de resolução (codificação da aula S(42,43)RP V), Mateus resolveu os problemas propostos com seus colegas Marcos, Bruno e Carlos. No gráfico emocional (figura 77) construído pelo aluno para essa resolução, percebemos a variação dos estados emocionais do aluno Mateus da extremidade negativa à positiva ao longo da sessão de resolução de problemas.

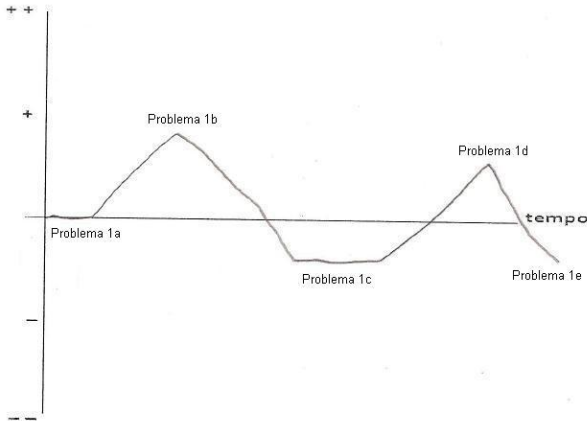


Figura 77 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema V realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).

Mateus iniciou a resolução do problema 1a desinteressado, em 1b ficou satisfeito com o sucesso da resolução, em 1c voltou a ficar desinteressado, em 1d ficou feliz e por fim, em 1e retornou a um estado afetivo negativo, dessa vez a tristeza.

Para o problema proposto utilizou os marcadores \neg , $=D$, \neg , $=$ e $=$ (que representam os estados emocionais **desinteresse**, **satisfação**, **desinteresse**, **alegria** ou **felicidade** e **tristeza** respectivamente (figura 78).


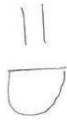


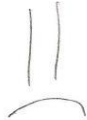
Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	<p>a) (✓) A resistência desse resistor tende a aumentar com o seu aquecimento, devido ao aumento da corrente.</p> <p><i>Sim, conforme o corrente aumenta a temperatura também aumenta, pois alterando a resistência.</i></p>	<p><i>Bom !!!</i></p>
	<p>b) (✓) No trecho de 0 a 600mA, o resistor é considerado ôhmico, pois o valor da resistência é constante.</p> <p><i>Lei de Ohm: $\frac{V_{AD}}{i} = \text{constante}$</i></p>	
	<p>c) (F) No trecho de 600 mA até 800 mA, a relação $R = \frac{V}{i}$ não pode ser aplicada, pois o resistor não é mais ôhmico.</p>	<p>+ -</p>
	<p>d) (F) Quando passa pelo resistor uma corrente de 800 mA, a resistência elétrica do mesmo é 5Ω.</p>	
	<p>e) (F) Se o técnico desejar construir um resistor de resistência igual a 5Ω, utilizando um fio de níquel cromo ($\rho = 1,5 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$) com área da seção reta de 1,5 mm², o comprimento deste fio deverá ter 5 m.</p>	

Figura 78 – Extrato da atividade didática de resolução de problema V realizada nas aulas 42 e 43 (codificação da aula S(42,43)RP V).

Apesar do enunciado do problema apresentar uma contextualização, ainda que pequena, de uma situação em que um técnico eletricista faz testes e medidas com um resistor a fim de obter suas características, a resolução do problema exigia que os alunos analisassem o gráfico apresentado e assinalassem como corretas ou incorretas as proposições de cada item. O conteúdo desses itens era totalmente interno à física. Novamente, pela mesma justificativa apresentada nas sessões de resolução de problemas I e II (codificação das aulas S(14,15)RP I e S(17,18)RP II), Mateus estava desinteressado pela natureza do problema proposto. O aluno declara que os afetos positivos de satisfação e alegria estão relacionados ao sucesso da solução praticada, e o afeto negativo de tristeza à não finalização do problema. Apesar de assinalar marcadores para seus estados emocionais aos três últimos itens (c, d, e), e marcar como verdadeiras ou falsas as sentenças, o aluno reconhece não ter finalizado a resolução desses itens, devido ao seu estado de desinteresse pela atividade.

Sessão de resolução de problemas VI – S(48,49)RP VI

Na sexta sessão de resolução (codificação da aula S(48,49)RP VI), Mateus resolveu os problemas com seus colegas Marcos, Bruno e Carlos. No gráfico emocional (figura 79) construído pelo aluno para essa resolução, percebemos a concentração de seus estados emocionais no lado positivo do gráfico, sem apresentar muitas variações.

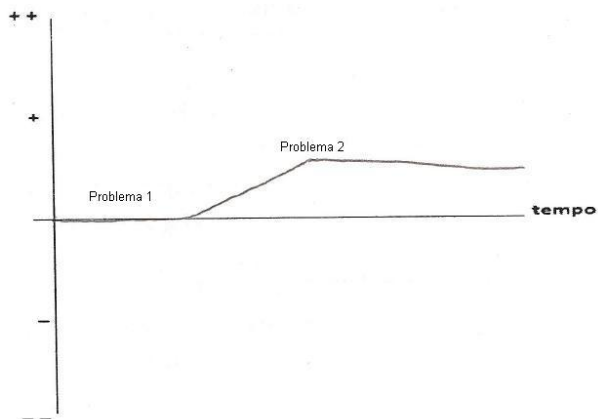


Figura 79 – Gráfico emocional da atividade didática de resolução de problema VI realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).

Ao finalizar a resolução, Mateus afirmou se sentir “*Feliz, conseguiu resolver todas as questões.*”

No primeiro problema utilizou os marcadores \neg , $=$ e \neg que representam os estados emocionais **desinteresse**, **normal** ou **sem alteração** e **desinteresse** respectivamente (figura 80). As resoluções apresentadas estão corretas, entretanto o desinteresse do aluno é quase uma constante durante a atividade.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
\neg	a) $R = \frac{V_{ab}}{i} \rightarrow i = \frac{V_{ab}}{R} = \frac{120}{200}$ $= 0,6 A$	
\equiv	b) $R = \frac{V_{ab}}{i} = i = \frac{120}{300} = 0,4 A$	
\neg	c) $R = \frac{V_{ab}}{i} = i = \frac{V_{ab}}{R} = \frac{120}{400} = 0,3 A$	

Figura 80 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 1, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).

Mateus associa seu desinteresse à obrigatoriedade em resolver os problemas propostos em sala de aula e à cobrança desses mesmos problemas em atividades avaliativas. Em relação e isso o aluno afirma que:

Mateus: Eu não fico nem feliz por estar fazendo, nem triste por estar fazendo. Eu sei que se eu estou fazendo é porque pode cair na prova, ou alguma coisa assim, daí isso [resolver os problemas

propostos] é bom porque eu estou aprendendo. Mas também não queria estar fazendo.

No segundo problema Mateus utilizou os marcadores \neg , $=$ e $=$ que representam os estados emocionais **desinteresse**, **alegria** ou **felicidade** e **normal** ou **sem alteração**, respectivamente (figura 81). Novamente o marcador desinteresse esteve presente na resolução de um problema pelo aluno. Assim como Marcos, excetuando-se o cálculo da corrente elétrica que passava por R_4 e R_5 no último item do problema, todas as resoluções apresentadas por Mateus nessa sessão estão corretas.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
\neg	<p>a) 1° $\rightarrow R_5, R_4 \rightarrow \frac{1}{R_{eq1}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6}$ $= 3\Omega$</p> <p>2° $\rightarrow R_{eq1}, R_3 \rightarrow 6\Omega$</p> <p>3° $\rightarrow 12\Omega$</p> <p>4° $\rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = 4\Omega$</p>	
)	<p>b) $R_2 = \frac{V_{ab}}{i} = i = \frac{V_{ab}}{R_2} = \frac{24}{4}$ $i = 6A$</p>	
 —	<p>c) $R_1 = R = \frac{V}{i} = i = \frac{V}{R} = i = \frac{12}{3} = 4A$ $R_2 = R = \frac{V}{i} = i = \frac{V}{R} = \frac{12}{6} = 2A$ $R_3 = R = \frac{V}{i} = i = \frac{V}{R} = \frac{12}{6} = 2A$ $R_4 = R = \frac{V}{i} = i = \frac{V}{R} = \frac{6}{6} = 1A$ $R_5 = R = \frac{V}{i} = i = \frac{V}{R} = \frac{6}{6} = 1A$</p>	

Figura 81 – Extrato da atividade didática de resolução de problema VI – problema 2, realizada nas aulas 48 e 49 (codificação da aula S(48,49)RP VI).

O marcador desinteresse foi utilizado com bastante frequência por Mateus, em cinco das seis sessões de resolução, geralmente no início das resoluções. Nas duas sessões de resolução de problemas que Mateus construiu os gráficos emocionais (S(42,43)RP V e S(48,49)RP VI), os marcadores de desinteresse aparecem no início de cada problema, e de acordo com os gráficos, o desinteresse geralmente é traçado como uma situação neutra e constante. O aluno afirma que a presença de afetos negativos, em especial de desinteresse, geralmente estão associados aos problemas cujo enunciado apresentam uma linguagem/redação bastante interna à física, distante do contexto familiar do aluno, exigindo grandes abstrações em torno da situação a ser explorada. Outra declaração do aluno é de que, em alguns casos, seu desinteresse também está relacionado à obrigatoriedade em resolver os problemas propostos em sala, visto que serão cobrados nas avaliações. Por outro lado, os afetos positivos de Mateus estão geralmente associados às situações e problemas que apresentam a situação a ser tratada de forma contextualizada.

4.5.3. Avaliações

Mateus afirma que nas avaliações geralmente se sente nervoso e desesperado pela importância inerente à atividade e devido à sua orientação extrínseca para obter um bom desempenho escolar. O aluno declara que afetos negativos desencadeados prejudicam seu desempenho na avaliação.

Avaliação I – S(32,33)

Mateus declarou se sentir “*mais ou menos bem, pois é uma prova que não tenho certeza se vou bem*”. No gráfico emocional (figura 82), o aluno traça suas emoções partindo de um estado neutro, culminando em um estado positivo e depois se direcionando para estados negativos. Mateus relaciona o estado positivo ao problema 1 da avaliação, por sinal, o único cuja solução estava correta. Ao resolver os demais problemas, cujas soluções apresentadas pelo aluno estavam incorretas, os estados emocionais de Mateus se direcionam para o eixo negativo.

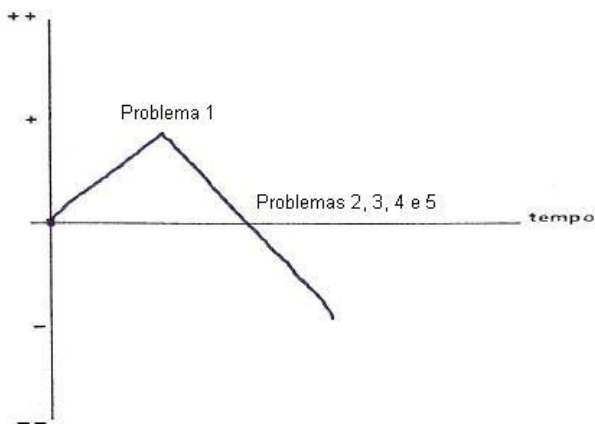


Figura 82 – Gráfico emocional construído por Mateus para suas reações emocionais durante a avaliação S(32,33).

Ao término da avaliação, Mateus relata se sentir “*mal, pois acho que não fui muito bem*”, conforme podemos perceber no relato abaixo sobre essa avaliação:

Mateus: Eu lembro dessa avaliação. Eu estudei bastante e eu não fui bem. E o pior que eu estudei bastante mesmo. Eu tirei 1, e eu estudei, estudei mesmo. (...) Acho que eu acertei a primeira questão, a primeira questão eu achava fácil, eu acertei toda ela, ai depois eu fui indo [tentando resolver os demais problemas] só que não estava dando certo, ai desandou a coisa.

Avaliação II – S(51,52)

Mateus declarou estar se sentindo confiante antes de iniciar a resolução de problemas, pois “*estudei bastante para a prova*”. Mateus afirma ter conseguido resolver quase todos os problemas (questões 1, 2, 3 e 4), e assim como o aluno Daniel, os estados emocionais de Mateus nos problemas 3 e 4 se concentraram em um patamar positivo, e o insucesso no problema 5 acabou direcionando os estados emocionais para o lado negativo do gráfico (figura 83).

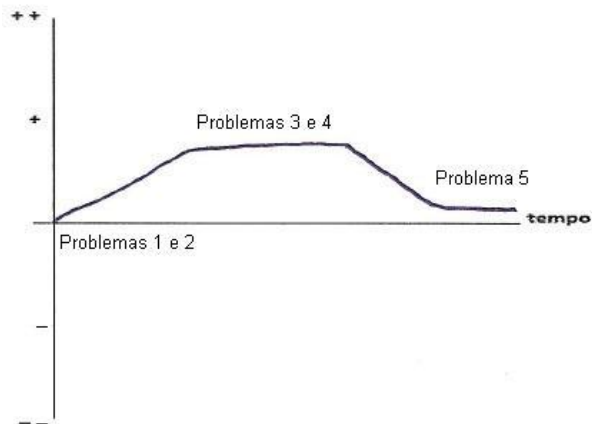


Figura 83 – Gráfico emocional construído por Mateus para suas reações emocionais durante a avaliação S(51,52).

Ao término da avaliação, apesar de não ter conseguido resolver o último problema (problema 5), Mateus manteve seus estados emocionais no lado positivo. O aluno declara suas expectativas quanto ao seu desempenho na prova, e o desempenho alcançado (obteve nota 7,3 ou um acerto de 73% do total da avaliação) acabou sendo maior que o desempenho esperado (entre 6,0 e 6,5).

5. DISCUSSÃO DOS CASOS

Nesse capítulo pretendemos reunir as reações emocionais experimentadas pelos alunos, analisando suas variações, frequência e duração em cada sessão de resolução de problemas. Pretendemos também realizar uma discussão dos casos apresentados e analisados no capítulo anterior reunindo elementos que influenciam, tanto no sentido de facilitar ou dificultar, o envolvimento e a aprendizagem dos alunos nas atividades didáticas de resolução de problemas, relacionando-os com resultados e indicações presentes na literatura. Para tanto estruturamos esse capítulo em duas seções.

Na primeira delas apresentaremos os marcadores dos estados emocionais na resolução de problemas de cada aluno em gráficos de barras que mostram a concentração e a variação dos afetos positivos e negativos dentro das sessões de resolução de problemas. A vantagem dessa representação é a possibilidade de analisarmos a variação da direção das emoções e fazer comparações entre as polaridades dos afetos experimentados por cada aluno, de acordo com os marcadores elencados, em cada sessão de resolução de problemas. Na segunda seção apresentaremos as discussões dos casos já analisados e a possibilidade de aproximações e comparações entre os perfis e episódios afetivos.

5.1. MARCADORES DOS ESTADOS EMOCIONAIS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A fim de analisarmos a variação da direção das emoções representadas pelos marcadores emocionais utilizados ao longo de cada problema, de cada sessão de resolução, e ainda, ao longo de todas as sessões, optamos por construir uma representação gráfica que refletisse as polaridades elencadas por cada aluno.

Nos gráficos a seguir apresentamos os marcadores que os alunos utilizaram como representativos de seus estados emocionais durante as resoluções de problemas em função de sua **direção**, podendo variar entre a extremidade positiva (+1) à negativa (-1), passando pelo estado neutro. Consideramos no intervalo positivo a **alegria** ou **felicidade**, a **satisfação**, o **interesse** e a **euforia**. No intervalo negativo estão a **tristeza**, a **frustração**, **assustado**, a **ansiedade**, o **medo**, o **desinteresse** e a **confusão** (marcador criado pelo aluno Daniel). O estado **sem alteração** ou **normal** foi classificado entre o intervalo +0,1 à -0,1. Reservamos a classificação 0 para quando os alunos não elencam nenhum marcador.

Não definimos níveis de intensidades dentro dos intervalos positivos e negativos para os estados assinalados, pois é difícil inferir a intensidade de cada estado apenas com base nos marcadores. A intensidade das emoções é uma característica bastante individual, impossibilitando-nos inferir diferentes níveis de positividade ou negatividade das emoções. Os estados foram aqui elencados conforme apareceram na resolução de Sara, Raquel, Daniel, Marcos e Mateus. A classificação foi feita para todos os marcadores que apareceram em todos os problemas de cada sessão de resolução. As abreviações S(14,15)RP I, S(17,18)RP II, S(23,24)RP III, S(29,30)RP IV, S(42,43)RP V e S(48,49)RP VI são as codificações de cada aula em que foi realizada a sessão de resolução de problemas, referindo-se à primeira, segunda, terceira, quarta, quinta e sexta sessões de resolução de problemas, respectivamente. Cada barra do gráfico representa um dos marcadores elencados pelos alunos ao longo de cada sessão.

5.1.1. *Caso Sara*

Os gráficos a seguir representam os estados emocionais de Sara ao longo das sessões de resolução de problemas I, III, IV, V e VI. A partir deles podemos analisar como variaram as emoções da aluna, e a frequência de cada um dos estados emocionais. Nas sessões de resolução de problemas I, IV, V e VI (gráfico 1(a), (c), (d), e (e) respectivamente), os estados emocionais da aluna variaram entre as extremidades positivas e negativas, sendo as emoções positivas mais frequentes, a **alegria** (27,3%) e a **satisfação** (18,2%). Na sessão de resolução de problemas III (gráfico 1(b)) os estados emocionais de Sara se concentraram em um estado neutro, no qual a aluna afirma ter se sentido **normal** ou **sem alterações** durante toda a resolução. Em relação à direção das emoções, dos 22 marcadores assinalados pela aluna, 6 foram negativos (27,3%), 11 foram positivos (50,0%) e 5 foram neutros (22,7%).

Na sessão de resolução de problemas II, a aluna assinalou apenas um marcador que criou e denominou de **sono**. Como esse estado não diz respeito a nenhuma emoção, não representamos aqui como um estado emocional relevante, apesar de termos consciência de que essa condição influencia e dificulta o envolvimento dos estudantes em qualquer atividade escolar.

Podemos perceber que a aluna Sara iniciou suas resoluções em estados emocionais negativos (gráfico 1(c), (d) e (e)) ou neutro (gráfico 1(a) e (b)), sofreu poucas variações em suas emoções, e finalizou em

estados emocionais positivos na maioria das sessões (gráfico 1(a), (c), (d), e(e)).

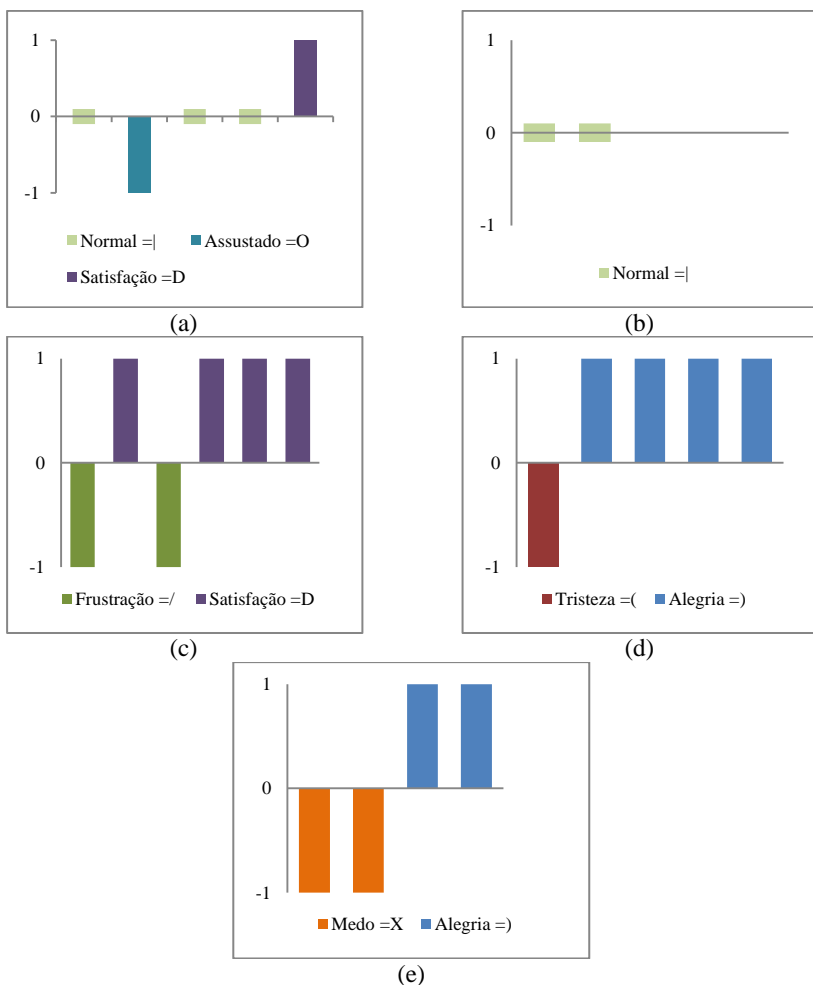


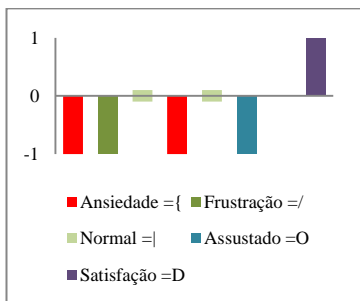
Gráfico 1 – Direção das emoções de Sara em: (a) S(14,15)RP I; (b) S(23,24)RP III; (c) S(29,30)RP IV; (d) S(42,43)RP V; (e) S(48,49)RP IV.

5.1.2. Caso Raquel

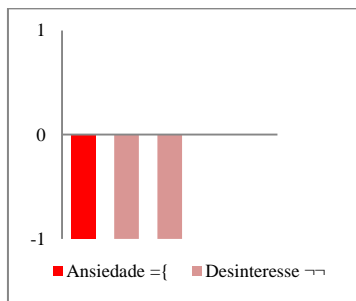
Os gráficos a seguir representam os estados emocionais de Raquel ao longo de todas as sessões de resolução de problemas. Nas

sessões de resolução de problemas I, III, IV, V e VI (gráfico 2(a), (c), (d), (e) e (f) respectivamente), os estados emocionais da aluna variaram entre as extremidades positivas e negativas, sendo as emoções positivas mais frequentes, a **alegria** e a **satisfação**, e as emoções negativas mais frequentes, **assustado** e o **desinteresse**. Já na sessão de resolução de problemas II (gráfico 2(b)) os estados emocionais de Raquel se concentraram no lado negativo, experimentando a ansiedade e o desinteresse. Os estados de **desinteresse**, **assustado** e **normal** ou **sem alteração** estiveram presentes em quase todas as resoluções, sendo também as emoções mais frequentes. Dos 57 marcadores assinalados pela aluna, 12 foram de **desinteresse** (21,1%), 12 foram **assustado** (21,1%) e 12 foram **normal** ou **sem alteração** (21,1%). Em relação à direção das emoções, 34 foram marcadores negativos (59,6%), 11 foram marcadores positivos (19,3%) e 12 foram marcadores neutros (21,1%).

Assim como Sara, a aluna Raquel iniciou suas resoluções em estados emocionais negativos (gráfico 2(a), (b) (e) e (f)) ou neutro (gráfico 2(c) e (d)), sofreu algumas variações em suas emoções ao longo da resolução do problema, e finalizou, na maioria das vezes, em estados emocionais positivos (gráfico 2(a), (d), (e), e (f)).



(a)



(b)

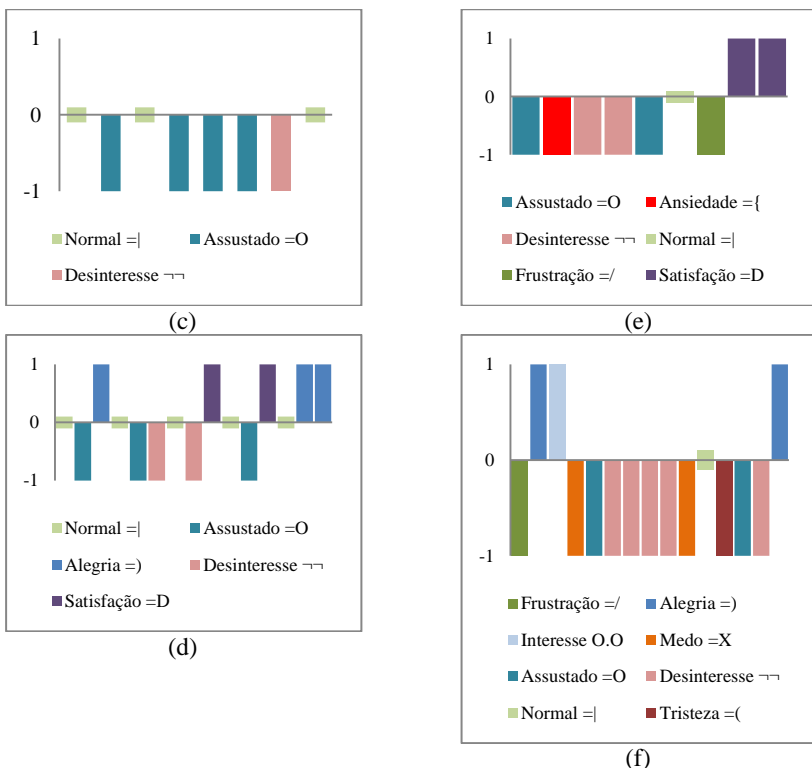


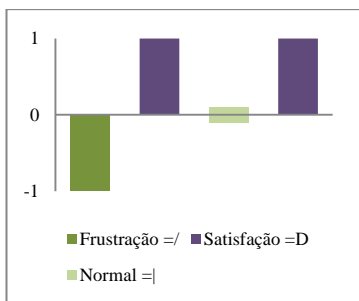
Gráfico 2 – Direção das emoções de Raquel em: (a) S(14,15)RP I; (b) S(17,18)RP II; (c) S(23,24)RP III; (d) S(29,30)RP IV; (e) S(42,43)RP V; (f) S(48,49)RP IV.

5.1.3. Caso Daniel

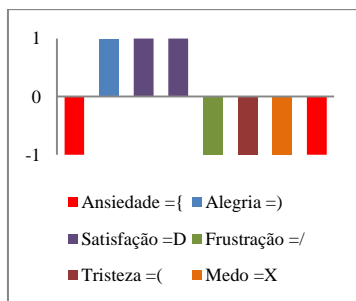
Os gráficos a seguir representam os estados emocionais de Daniel ao longo das seis sessões de resolução de problemas que o aluno participou. Nas sessões de resolução de problemas I, II e IV (gráfico 3(a), (b) e (d), respectivamente), os estados emocionais do aluno variaram entre as extremidades positivas e negativas, sendo a emoção positiva mais frequente, a **satisfação**, e a emoção negativa mais frequente, a **frustração**. Já nas sessões de resolução de problemas III, V e VI (gráfico 3(c), (e) e (f), respectivamente), os estados emocionais de Daniel se concentraram no lado positivo sendo a emoção mais frequente a **satisfação**. A única emoção negativa nessas sessões de resolução foi o marcador **confusão**, criado pelo próprio aluno e interpretado por ele

como um estado negativo. O estado de **satisfação** esteve presente em todas as resoluções, sendo também a emoção mais frequente. Dos 43 marcadores assinalados pelo aluno, 26 foram marcadores de **satisfação** (60,5%). Em relação à direção das emoções, 10 foram marcadores negativos (23,3%), 32 foram marcadores positivos (74,4%) e 1 foi marcador neutro (2,3%).

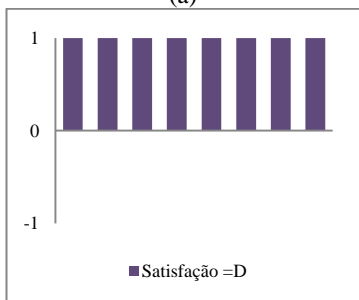
Não foi possível identificar um padrão nas variações emocionais de Daniel. Nas duas primeiras sessões, iniciou suas resoluções em estados emocionais negativos (gráfico 3(a) e (b)), e nas sessões seguintes em estados emocionais positivos (gráfico 3(c), (d), (e) e (f)). O aluno sofreu algumas variações em suas emoções ao longo da resolução do problema, e finalizou, na maioria das vezes, em estados emocionais positivos (gráfico 3(a), (c), (e), e (f)).



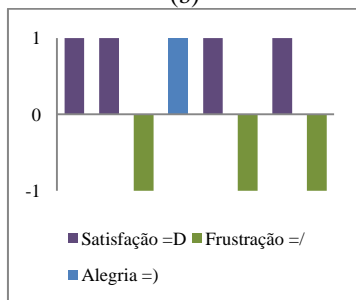
(a)



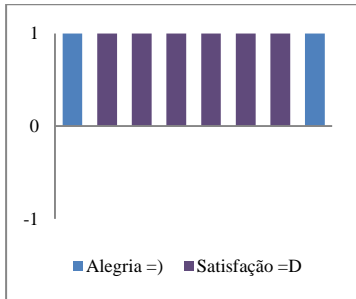
(b)



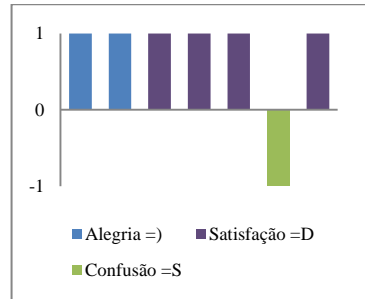
(c)



(d)



(e)



(f)

Gráfico 3 – Direção das emoções de Daniel em: (a) S(14,15)RP I; (b) S(17,18)RP II; (c) S(23,24)RP III; (d) S(29,30)RP IV; (e) S(42,43)RP V; (f) S(48,49)RP IV.

5.1.4. Caso Marcos

Os gráficos a seguir representam os estados emocionais de Marcos ao longo das sessões de resolução de problemas. Nas sessões de resolução de problemas I, II e III (gráfico 4(a), (b) e (c), respectivamente), os estados emocionais do aluno variaram entre as extremidades positivas e negativas, experimentando ao menos uma vez cada um dos estados emocionais. Já nas sessões de resolução de problemas IV, V e VI (gráfico 4(d), (e) e (f), respectivamente), os estados emocionais de Marcos se concentraram no lado positivo, sendo a emoção mais frequente, a alegria. O estado de alegria esteve presente em quase todas as resoluções, sendo também a emoção mais frequente. Dos 31 marcadores assinalados pelo aluno, 14 foram marcadores de alegria (45,2%). Em relação à direção as emoções, 6 foram marcadores negativos (19,4%), 21 foram marcadores positivos (67,7%) e 4 foram marcadores neutros (12,9%).

Assim como Daniel, nas primeiras sessões, o aluno Marcos iniciou suas resoluções em estados emocionais negativos (gráfico 4(a), (b) e (c)), e nas sessões seguintes em estados emocionais positivos (gráfico 4(d), (e) e (f)). Nas três primeiras sessões de resolução sofreu algumas poucas variações, e nas três últimas manteve seus estados emocionais na polaridade positiva. Finalizou todas as sessões de resolução de problemas em estados emocionais positivos (gráfico 4(a), (b), (c), (d), (e), e (f)).

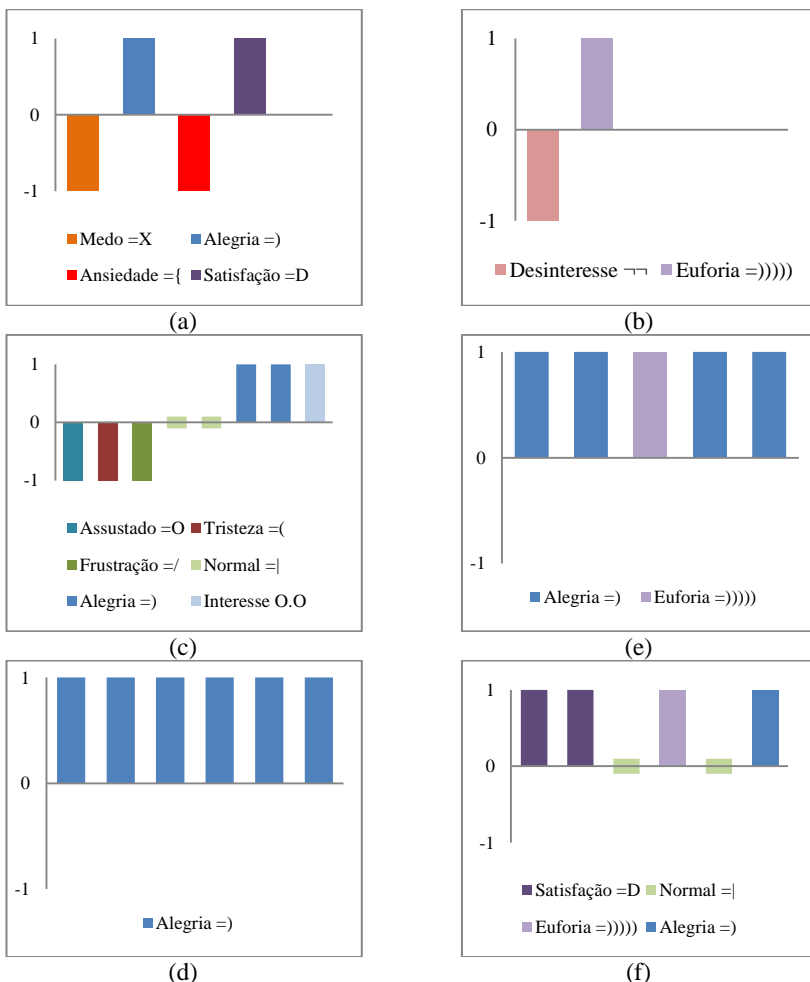


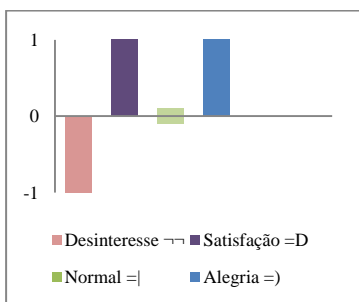
Gráfico 4 – Direção das emoções de Marcos em: (a) S(14,15)RP I; (b) S(17,18)RP II; (b) S(23,24)RP III; (c) S(29,30)RP IV; (d) S(42,43)RP V; (e) S(48,49)RP IV.

5.1.5. Caso Mateus

Os gráficos a seguir representam os estados emocionais de Mateus ao longo das sessões de resolução de problemas. Nas sessões de resolução de problemas I, III, IV, V e VI (gráfico 5(a), (c), (d), (e) e (f) respectivamente), os estados emocionais do aluno variaram entre as extremidades positivas e negativas, sendo a emoção positiva mais

frequente, a alegria, e a emoção negativa mais frequente, o desinteresse. Já na sessão de resolução de problemas II (gráfico 5(b)) os estados emocionais de Mateus se concentraram no lado negativo, experimentando o desinteresse e a tristeza. Os estados de desinteresse e alegria estiveram presentes em quase todas as resoluções, sendo também as emoções mais frequentes. Dos 27 marcadores assinalados pelo aluno, 8 foram marcadores de desinteresse (29,6%) e 6 foram marcadores de alegria (22,2%). Em relação à direção das emoções, 15 foram marcadores negativos (55,6%), 10 foram marcadores positivos (37,0%) e 4 foram marcadores neutros (14,8%).

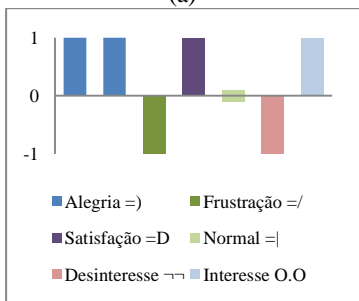
O aluno Mateus iniciou a maioria de suas resoluções em estados emocionais negativos (gráfico 5(a), (b), (d), (e) e (f)). Sofreu algumas variações em seus estados emocionais, mas os estados emocionais finais variaram entre polaridades positivas, negativas e neutra, dificultando o estabelecimento de um padrão.



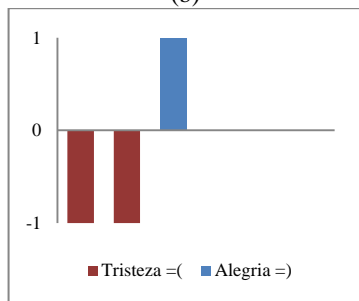
(a)



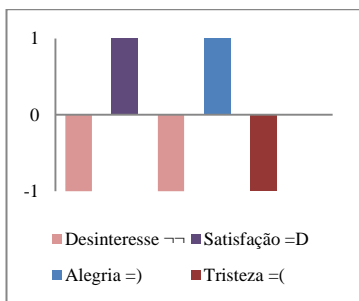
(b)



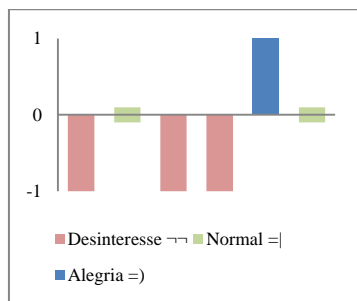
(c)



(d)



(e)



(f)

Gráfico 5 – Direção das emoções de Mateus em: (a) S(14,15)RP I; (b) S(17,18)RP II; (c) S(23,24)RP III; (d) S(29,30)RP IV; (e) S(42,43)RP V; (f) S(48,49)RP I

5.2. APROXIMAÇÕES E COMPARAÇÕES ENTRE OS PERFIS E EPISÓDIOS AFETIVOS.

Como já mencionado no início do capítulo, nessa seção apresentaremos as discussões dos casos já analisados e a possibilidade de aproximações e comparações entre os perfis e episódios afetivos. Os episódios a serem discutidos serão: **crenças de autoeficácia; representações simbólicas e os afetos; avaliação; e, meta-afeto.**

5.2.1. 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 (BANDURA, 1986). 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 (COSTA e BORUCHOVITCH, 2006). Além disso, alunos com autoeficácia elevada, antecipam o sucesso nas tarefas, almejam alcançar objetivos acadêmicos e possuem um alto desempenho escolar (PAJARES e VALIANTE, 2006; PAJARES e SCHUNK, 2005, 2001; SCHUNK e MILLER, 2002; BORUCHOVITCH, 2004).

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 exercitá-las.

Enquanto Daniel tem um grande número de afetos positivos nas atividades desenvolvidas na disciplina de física, Raquel tem um grande número de afetos negativos. Nas produções escritas de Daniel e nos marcadores emocionais utilizados pelo aluno é perceptível a frequência com que experimenta emoções positivas (74,4%), sendo a mais frequente o estado de satisfação (60,5%). Já a aluna Raquel experimenta emoções negativas com maior frequência (59,6%), na maioria das vezes diz estar desinteressada (21,1%) e assustada (21,1%) com a resolução de problemas. O desinteresse da aluna, já declarado na entrevista em que afirmou “*não tenho muito prazer estudando [física]*”, parece estar relacionado com a importância que atribui à resolução de problemas. Embora acredite que a função da resolução de problemas seja meramente a de exercitar habilidades cognitivas, a aluna afirmou que essas atividades seriam importantes desde que houvesse o estabelecimento de relações entre os problemas propostos e o cotidiano, e também o entendimento e compreensão de concepções errôneas sobre fenômenos físicos.

Apesar das tentativas do professor em contextualizar o conteúdo de eletrostática ao abordá-lo em sala de aula, tradicionalmente os exercícios/problemas referentes a esse conteúdo são essencialmente internos à física, dificultando o estabelecimento de relações pelos alunos entre o conhecimento físico e o mundo real. Embora Raquel apresente uma autoeficácia alta 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 (COSTA e BORUCHOVITCH, 2006), não são 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.

Nos casos da aluna Sara e do aluno Marcos, percebemos que, apesar da baixa autoeficácia dos alunos na resolução de problemas, ambos possuem uma percepção de eficácia coletiva elevada, ou seja, o senso de eficácia em situações que desenvolvem trabalhos em grupos aumenta consideravelmente. O suporte fornecido pelos colegas mais próximos, que geralmente possuem um bom desempenho na atividade que desenvolvem, faz com que os alunos acreditem e confiem mais em suas capacidades de alcançarem o sucesso enquanto grupo. Percebemos claramente que Sara é bastante afetada por essa crença de autoeficácia. Enquanto que nas sessões de resolução de problemas em sala de aula, em parceria com sua colega Raquel, desenvolveu com confiança as atividades de resolução de problemas, experimentando afetos a maioria neutros (22,7%) e positivos (50,0%); nas avaliações individuais Sara teve sua crença de autoeficácia diminuída e o desencadeamento de uma série de afetos negativos. Nesse mesmo contexto, Marcos também declara ser mais confiante em desenvolver tarefas de maneira coordenada com o grupo, pela possibilidade de discussão e aprendizado.

Ressaltamos que Daniel e Raquel, alunos que possuem uma autoeficácia elevada, preferem desenvolver atividades individualmente. Na sessão de resolução de problemas III, (S(23,24)RP III) Daniel declarou deixou claro sua preferência por gostar de desenvolver as atividades por conta própria sem auxílio ou intervenção dos colegas e do

professor. Notamos em Raquel a mesma característica em um trecho que afirma não gostar de pedir ajuda para os colegas ou para o professor.

5.2.2. 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 trazem essas representações.

Os alunos Daniel e Marcos, por exemplo, gostam de trabalhar com representações simbólicas matemáticas. O aluno Daniel 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 (problema 1 da S(17,18)RP II e da S(42,43)RP V) que continham representações gráficas em seu enunciado, elencando estados emocionais positivos como representativos de seus afetos.

O aluno Marcos afirma que a representação gráfica facilita o entendimento de enunciados e a resolução dos problemas. Marcos, que possui uma baixa autoeficácia, se engajou na resolução de um dos problemas propostos em sala de aula (problema da S(42,43)RP V) que continha uma representação gráfica em seu enunciado, obtendo sucesso por quase toda a resolução e elencando estados emocionais positivos como representativos de seus afetos.

No entanto, nem todos os alunos encaram essas representações de maneira positiva, como é o caso da aluna Raquel. A aluna Raquel, que possui uma autoeficácia elevada na resolução de problemas, busca resolver as atividades sempre evitando equações e utilizando relações de lógica. Relembramos que nas análises das sessões de resolução de problemas no capítulo anterior, a aluna afirma evitar utilizar equações em suas soluções, recorrendo a elas, apenas quando estritamente necessário (sessão de resolução de problemas S(14,15)RP I). 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.

Nas sessões de resolução em que o enunciado apresentava alguma representação gráfica (S(17,18)RP II e S(42,43)RP V), os afetos desencadeados pela aluna bem como suas atitudes foram negativas. Quanto aos afetos, a aluna experimentou a ansiedade, a frustração, assustado e o desinteresse. Quanto às suas atitudes, a aluna apresentou conduta de evitamento do gráfico (S(42,43)RP V) e de abandono da resolução (S(17,18)RP II). Essas atitudes negativas são as opções encontradas por Raquel para diminuir os afetos negativos desencadeados no enfrentamento de gráficos. Novamente, nos questionamos quanto às implicações desse tipo de atitude tomada por Raquel para lidar com esse tipo de bloqueio.

Muitas vezes na disciplina de física, as representações simbólicas matemáticas são apresentadas como se o seu entendimento sem ao menos uma abordagem física adequada do comportamento dos gráficos e das equações fosse óbvio para todos os alunos. 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 na 7ª série do ensino fundamental. Identificar os alunos que apresentam atitudes e emoções negativas no enfrentamento de representações simbólicas é um primeiro passo para agir a favor da criação de atitudes positivas frente às atividades que abordam algum tipo de representação.

5.2.3. Avaliação

A avaliação¹¹ tradicionalmente é concebida pelos professores e comunidade escolar como o momento decisivo de ‘medição’ do conteúdo aprendido pelos alunos e do ensino conduzido pelo professor. Os alunos, inseridos nessa cultura também constroem suas crenças a respeito da avaliação carregada de afetos positivos e negativos. Esses afetos são manifestados pelos estudantes, e quando solicitados a descrevê-los falam de um lado da tensão, da ansiedade, da angústia, da insegurança, do nervosismo e do constrangimento; por outro, também falam da confiança e da satisfação.

¹¹ Nossa intenção aqui não está em discutir a avaliação, pois temos clara a amplitude e complexidade desse tema. Ao falar de avaliação nos limitaremos a explorar as variáveis afetivas e suas interrelações com base nos casos apresentados.

Os alunos têm diferentes reações frente à avaliação, alguns desenvolvem maneiras mais efetivas de lidar com seus afetos, como o aluno Daniel, enquanto outros, assim como a aluna Sara, não conseguem evitar os afetos negativos em situações em que são avaliados. Nas avaliações, Daniel sente-se um pouco nervoso pela importância associada a essa atividade na constituição de seu desempenho escolar, porém confiante para resolver os problemas devido à sua autoeficácia elevada na disciplina de física. Já Sara sente-se angustiada, triste e constrangida nos momentos de avaliação, e sua crença de autoeficácia baixa enquanto resolve problemas sozinha parece ser responsável por esses afetos negativos.

Assim como Daniel, Marcos também parece saber lidar com seus afetos. Apesar de afirmar se sentir um pouco nervoso pela importância da avaliação em seu desempenho escolar, Marcos, mesmo tendo uma baixa autoeficácia, estabelece estratégias de resolução de problemas nas avaliações que provocam a estabilização de seus afetos. As estratégias utilizadas por Marcos, que compreendem a leitura dos problemas com bastante atenção e o estabelecimento de relações entre os enunciados dos problemas da avaliação, parecem propiciar a criação de um ambiente de tranquilidade para sua resolução, ambiente esse valorizado pelo aluno na realização desse tipo de atividade. Apesar de Marcos buscar um ambiente de tranquilidade para a resolução de problemas e assim favorecer o surgimento de afetos positivos na avaliação, a baixa autoeficácia de Marcos na resolução de problemas ainda é determinante de seu desempenho nas atividades avaliativas, que por esse motivo fica abaixo da média.

Por fim, ainda que em menor intensidade que a aluna Sara, Raquel e Mateus também experimentam afetos negativos durante as avaliações. Os afetos negativos de Raquel nessas atividades geralmente estão associados à presença de questões dissertativas ou com a representação gráfica. Já os afetos negativos de Mateus, estão associados à sua baixa autoeficácia na resolução de problemas. Excepcionalmente em uma das avaliações Mateus experimentou uma sequência de afetos positivos, evidentes no gráfico emocional, que foram associados pelo próprio aluno a um aumento em sua confiança para resolver os problemas daquela avaliação em particular devido ao esforço dedicado em estudar o conteúdo a ser avaliado.

Para alguns alunos, os afetos negativos nos momentos de avaliação são tão intensos que acabam deixando marcas aversivas à sua prática. Percebemos que não só os elementos cognitivos e contextuais

presentes nas avaliações, mas também a prática de avaliação atualmente empregada em grande parte das escolas brasileiras, segundo uma concepção classificatória, acabam produzindo efeitos afetivamente negativos para os alunos. Almejar um envolvimento afetivamente positivo dos alunos com o conhecimento inclui repensar a avaliação, que, em vez de instrumento de coerção e classificação, deveria se configurar como uma situação de reflexão sobre a aprendizagem em busca tanto de um avanço cognitivo, quanto do estabelecimento de vínculos positivos entre os alunos e os conhecimentos escolares (KAGER, 2006).

5.2.4. *Meta-afeto*

O meta-afeto tem um papel bastante importante no domínio afetivo, devido sua forte relação com a tomada de consciência da atividade emocional e com o gerenciamento dos afetos pelo indivíduo. A conscientização das emoções ocorre quando o indivíduo observa, identifica, nomeia, pensa e reflete sobre seus estados emocionais. O gerenciamento das emoções ocorre quando o indivíduo opta por transformar as emoções, especialmente aquelas negativas, direcionando-as para estados afetivos mais desejáveis. Ainda que o percurso entre ser consciente das emoções e transformá-las não seja simples, a tomada de consciência é essencial para que essa transformação ocorra (GÓMEZ-CHACÓN, 2003).

Apesar de não termos o intuito de explorar com profundidade o meta-afeto (e nem mesmo o professor tinha como objetivo trabalhar elementos meta-afetivos em suas aulas), em nossa investigação acabamos favorecendo a tomada de consciência dos afetos pelos alunos. A observação, identificação e nomeação das emoções pelos estudantes nos questionários motivacionais, formulários de resolução de problemas e nos gráficos emocionais possibilitaram que eles pensassem e refletissem sobre essas questões. O aluno Daniel, em particular, relata a tomada de consciência de seus afetos com relação à física no afirmando que *“Eu acho que é difícil falar o que tu sentes quando tu fazes [uma atividade], mas é massa sabe?! É massa, é divertido, porque tu descobres coisas que tu nunca irias pensar que tu irias fazer. (...) Achava que [física] era uma coisa mais fria. A gente acaba vendo coisas que a gente nem sabia que tinha quando a gente escreve. Quando a gente tem que dizer assim: “Como é que tu te sentes?”*

Nesse trecho fica perceptível a tomada de consciência de seus afetos com relação à física, e o reconhecimento da dificuldade em

refletir sobre aspectos afetivos em atividades e em disciplinas frequentemente relacionadas unicamente ao desenvolvimento e à aplicação de habilidades cognitivas. As exigências que fazíamos aos alunos para que descrevessem e relatassem seus pensamentos e sentimentos durante as atividades de resolução de problemas em sala de aula, foram essenciais para que esses alunos iniciassem uma tomada consciência de seus afetos com relação à disciplina de física, como relatado pelo aluno Daniel. Temos claro que nem todos os alunos alcançaram um estágio de reflexão sobre seus afetos, e muito provavelmente não refletiram sobre a possibilidade de transformá-los. Porém, parece-nos que a ênfase dada nas atividades propostas em observar, identificar, nomear e escrever sobre pensamentos e sentimentos, contribuiu para uma sensibilização, ainda que não muito expressiva, dos afetos presentes nas atividades desenvolvidas na disciplina de física.

Assim como Goldin (2002) sugere em suas recomendações sobre como lidar com o meta-afeto, pensamos ser necessário investir em seu desenvolvimento. Em um primeiro momento desenvolver a conscientização dos afetos, que, conforme for acontecendo, cederá espaço para seu gerenciamento no sentido de tornar afetos negativos, percebidos nos impasses e dificuldades das atividades realizadas em sala de aula, produtivos para sua concretização.

A criação de contextos meta-afetivos em sala de aula também é importante para a realização das tarefas escolares. Para o aluno, saber que o ambiente escolar é seguro e que cometer erros não traz prejuízos ao desempenho ou à aprendizagem, ou ainda no caso de Marcos, estar inserido em um ambiente escolar tranquilo e harmonioso para interagir com os colegas na resolução de problemas, também podem ser transformador de meta-afetos negativos em meta-afetos positivos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fim desse trabalho optamos por reviver alguns pontos cruciais na constituição dessa dissertação a fim de nortear nossas considerações finais. Inspirados em alguns trabalhos realizados anteriormente, escolhemos focar nossa investigação na interação cognição-afeto na física, mais especificamente sobre a influência das variáveis afetivas no envolvimento e desempenho de estudantes em atividades didáticas de resolução de problemas de física em sala de aula. No contexto investigado buscamos evidenciar as variáveis afetivas dos estudantes de física, em especial, ao se envolverem nas resoluções de problemas, bem como explorar as interrelações dessas variáveis e a suas interações com o conhecimento científico.

Os primeiro capítulo foi essencial para estabelecermos uma discussão sobre o domínio afetivo no campo de pesquisa em educação científica e tecnológica e para caracterizar os descritores e os elementos afetivos desse campo, escolhendo um caminho teórico para nossa investigação. O segundo capítulo, em que reunimos as principais contribuições dos estudos sobre a resolução de problemas que priorizaram o domínio afetivo em suas investigações, foi bastante importante por trazer uma luz metodológica à nossa investigação. No terceiro capítulo, planejamos nossa investigação delineando os procedimentos metodológicos e os instrumentos de coleta de dados que possibilitaram a evidenciação almejada com a análise de todo o material coletado.

Entre os instrumentos e procedimentos utilizados as observações participantes, o questionário motivacional e as entrevistas com autoscopia permitiram que fossem traçados perfis afetivos dos estudantes em que aprofundamos elementos das crenças, atitudes, emoções, orientação para metas, valores e interesse dos alunos que apresentamos no capítulo 4. As observações participantes, as sessões de resolução de problemas, os gráficos emocionais, as entrevistas com autoscopia e as gravações em áudio e vídeo possibilitaram a evidenciação das variáveis afetivas e a caracterização de suas implicações durante as resoluções praticadas nas resoluções de problemas também apresentados no capítulo 4. Por fim, os capítulos 4 e 5 foram dedicados à análise dos dados provenientes de todos esses instrumentos essenciais à proposição de elementos que auxiliem o gerenciamento e a transformação das variáveis afetivas em sala de aula.

Com os dados aqui apresentados é possível evidenciar a influência dos afetos em sala de aula, especialmente nas atividades de resolução de problemas em que constantemente os alunos enfrentam interrupções e bloqueios frente à solução praticada. Dependendo do caso, essas interrupções são avaliadas como uma situação de fracasso, em que o único caminho é o abandono do problema, direcionado as emoções a estados negativos de frustração e desinteresse. Ou então, podem ser avaliadas como interrupções possíveis de serem contornadas com a seleção de outras estratégias de resolução, direcionando as emoções a estados positivos caso o aluno sinta confiança em sua nova estratégia ou ainda a estados negativos, caso o aluno se sinta inseguro, apesar da decisão em fazê-lo. A avaliação dessas interrupções é feita com base nas crenças dos alunos sobre si mesmo, sobre a natureza da disciplina ou da atividade, formadas ao longo de suas experiências escolares. Essas crenças guiam ações, atitudes, tomadas de decisões e emoções experimentadas frente às situações que os alunos enfrentam (MCLEOD, 1989; GÓMEZ-CHACÓN, 2003).

Encontros e experiências constantes e relevantes com emoções negativas durante a aprendizagem podem ser fomentadores de atitudes negativas em relação à disciplina em questão. Nessa mesma direção, afetos positivos na sala de aula também influenciam a aprendizagem, só que nesse caso, podem ser trabalhados para que atuem de forma a facilitá-la, como por exemplo, promovendo o estabelecimento de vínculos afetivos com o conhecimento. O controle e gerenciamento desses afetos é que determinará, em grande parte, sua influência na aprendizagem. Ressaltamos que bloqueios e discrepâncias em momentos de resolução de problemas escolares são bastante comuns. Entender que esses bloqueios fazem parte do processo de conhecer por meio da resolução de problemas e compreender essa interação entre cognição e afetividade parece ser uma alternativa para gerenciar os afetos e assim promover uma aprendizagem mais efetiva dos conhecimentos escolares (MCLEOD, 1989; GÓMEZ-CHACÓN, 2003).

As crenças, especialmente as crenças sobre si mesmo descrita nos perfis afetivos como crenças de autoeficácia tem forte impacto sobre o desempenho dos alunos. Alunos com crença de autoeficácia elevada apresentam desempenho relativamente superior a alunos com baixas crenças de autoeficácia. Além do mais, essa modalidade de crenças parece ser o ponto que define as atitudes tomadas mediante qualquer tipo de afeto. Alunos com crenças de autoeficácia elevada, mesmo que apresentem emoções predominantemente negativas nas resoluções de problemas, geralmente apresentam uma atitude positiva com relação à

atividade, ou seja, persistem na atividade mesmo experimentando emoções negativas em sua execução. Essa alta percepção de eficácia age no sentido de melhorar o desempenho dos estudantes nas atividades escolares, não por torná-los mais capazes cognitivamente, mas por fomentar o interesse e atenção neles, aumentando o esforço e perseverança frente às adversidades (PAJARES e KRANZLER, 1995; PINTRICH e SCHUNK, 2002).

Outro fator importante na qualidade dos afetos desencadeados em sala de aula consiste na função desempenhada pelo professor, e que interfere também nas crenças dos alunos sobre seu papel de instrutor, facilitador ou mediador da aprendizagem. O papel do professor na criação de um ambiente motivador para o desenvolvimento das atividades escolares é essencial no direcionamento dos afetos dos alunos. A proposição de atividades contextualizadas e significativas, variar procedimentos e estratégias aos propor essas tarefas, complementá-las com o uso de embelezamentos e conflito cognitivo, dar um *feedback* das tarefas cumpridas são sugestões de motivações extrínsecas ao alcance do professor e que influenciam o engajamento e envolvimento dos alunos, podendo influenciar também o seu desempenho escolar (AMES, 1992; BROPHY, 1987, 1999; PINTRICH e SCHUNK, 1996, STIPEK, 1996, 1998; BZUNECK, 2010).

Em particular, a proposição de atividades contextualizadas e significativas configura-se como uma fonte de emoções positivas. Os alunos geralmente afirmam acreditar que a resolução de problemas é essencial para o estabelecimento de relações com o mundo e sua prática importante para a resolução de problemas reais e cotidianos. Em nossa investigação constatamos que os estudantes que apresentavam tais crenças sobre a resolução de problemas apresentaram emoções positivas perante problemas mais contextualizados, mobilizando atitudes mais favoráveis e como consequência, desempenhos mais desejáveis. Nesse sentido, além de cognitivamente mais ricos, problemas contextualizados também podem ser transformadores de afetos, em especial de atitudes em sala de aula, e a presença constante de problemas desse tipo podem implicar na melhora de desempenho em atividades de resolução de problemas (PERINI e outros, 2009).

Convém, entretanto, ressaltar alguns limites da investigação realizada. Na tentativa de preservar o ambiente de aprendizagem habitual dos alunos tivemos dificuldades em realizar as gravações em sala de aula. Cada dia em campo se assemelhava a um ritual de aproximação dos sujeitos investigados em que tínhamos o intuito de

estabelecer contatos para a realização de observações mais direcionadas e futuras entrevistas. Pensamos que as câmeras de vídeo e gravadores de áudio inicialmente podem ter inibido contatos com alguns alunos e até mesmo a manifestação dos afetos de outros. Além disso, a necessidade de manter as câmeras a uma distância de segurança dos alunos enfocados nas videograções, e a posição dos gravadores de áudio sobre as mesas dos alunos, aliados aos sons externos dificultaram o isolamento das falas dos alunos e as análises posteriores. O melhoramento da qualidade das gravações implicaria na utilização de equipamentos de dimensões maiores e até mesmo a presença de outros sujeitos externos na sala de aula, o que alteraria ainda mais o ambiente habitual ao qual nos referimos.

Outro elemento de interferência no registro dos dados foram as intervenções feitas pelo professor nas sessões de resolução de problemas. Em alguns casos os alunos não mantiveram seus escritos originais nos formulários destinados exclusivamente à resolução de problemas com a utilização dos marcadores afetivos. Solicitações aos alunos para que substituíssem o ato de apagar por apenas riscar os erros cometidos, garantiriam a máxima originalidade de suas produções e o acompanhamento com maior fidedignidade de seus percursos cognitivos e metodológicos.

Podemos citar ainda a impossibilidade de comparar este estudo com outros realizados por pesquisadores da área de ensino de física, visto a quantidade reduzida de investigações sobre o tema da afetividade e, considerando os limites da revisão por nós feita, a ausência de investigações sobre a relação entre RP e afetividade no âmbito da disciplina de física.

Acreditamos ainda que o aprofundamento na análise dos diálogos entre o professor e os alunos poderiam ter rendido elementos interessantes com relação aos afetos desses sujeitos. Conforme algumas passagens destacadas no texto, o professor reorientou certas crenças dos alunos, em particular em relação as suas metas de realização, que ao longo de alguns meses de aula, passaram de metas de realização intrínseca (metas de aprendizagem) para metas de realização extrínsecas (metas de desempenho). Essa mudança nos remete a refletir sobre as próprias crenças dos professores e como elas moldam a estruturação da relação didática e do contexto mais amplo da escola, palcos nos quais as crenças dos alunos se desenvolvem (CUSTÓDIO, CLEMENT e FERREIRA, 2012). As atitudes e as crenças do professor, explicitadas em suas falas e posturas adotadas em sala de aula, exercem influência sobre as metas e motivações, crenças e atitudes dos alunos.

Com base na consistência dos resultados alcançados consideramos que nossa investigação sobre a influência das variáveis afetivas em atividade didáticas de resolução de problemas pode ser expandida para pelo menos dois aspectos: (1) delineamento de perfis afetivos globais e (2) conscientização e reorganização de crenças e reações afetivas. O primeiro ponto surge da necessidade de uma compreensão mais global das crenças motivacionais dos alunos. Embora tenhamos tratado casos específicos neste trabalho, consideramos que seja possível, e eficaz, traçarmos um conjunto de perfis que possibilitem categorizar um número amplo de alunos. Tais perfis serviriam de apoio para o planejamento de ações visando objetivos afetivos em salas de aula de Física. Já o segundo ponto, enseja romper a fronteira do diagnóstico de crenças e reações afetivas nas atividades de RP. Partimos da sugestão de autores como Gómez-Chacón (2003) e Goldin (2002) que o fator mais importante quando se trata os afetos em sala de aula não é o expurgo das reações negativas e consequente supervalorização das reações positivas, mas, sobretudo, a conscientização, controle e transformação das respostas afetivas, seja qual for a sua natureza. Nesse sentido, é emergente a necessidade de um trabalho que busque educar os alunos no gerenciamento e controle de suas emoções, em especial sobre o desenvolvimento do meta-afeto como objetivo afetivo a ser alcançado.

Finalmente, gostaríamos de reafirmar a importância de trabalhos que busquem a compreensão 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 a resolução de problemas, práticas de laboratório, entre outros. 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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. 5ª edição. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ABELSON, R.P. Differences between belief systems and knowledge systems. **Cognitive Science: A multidisciplinary journal**, v. 3, n. 4, p. 355-366, 1979.
- ALMEIDA, L. S.; GUISANDE, M. A. Atribuições causais na explicação da aprendizagem escolar. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J.; GUIMARÃES, S. É. R. (Orgs.) **Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo**. Petrópolis: Vozes, 2010. p. 145-166.
- ALSOP, S.; WATTS, M. Sources from Somerset Village: a model for informal learning about radiation and radioactivity. **Science Education**, v. 81, n. 6, p. 633-650, 1997.
- _____. Facts and feelings: exploring the affective domain in the learning of physics. **Physics Education**, v. 35, n. 2, p. 132-138, 2000.
- ALSOP, S. **Beyond Cartesian Dualism: Encountering Affect in the Teaching and Learning of Science**. Netherlands: Springer, 2005.
- _____. Bridging the Cartesian divide: science education and affect. In: ALSOP, S. (Ed.) **Beyond Cartesian Dualism: Encountering Affect in the Teaching and Learning of Science**. Netherlands: Springer, 2005a. p. 3-16.
- AMES, C. Classrooms: Goals, Structures, and Student Motivation. **Journal of Educational Psychology**, v. 84, p. 261-271, 1992.
- ANDERMAN, H. L.; MAEHR, M. L. Motivation and schooling in the middle grades. **Review of Education Research**, v. 64, n. 2, p. 287-309, 1994.
- ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da prática escolar**. Campinas: Papirus, 1995.
- _____. **Estudo de caso em Pesquisa e Avaliação Educacional**. Série Pesquisa, Brasília: Líber Livro Editora, 2005.
- ARANTES, V. A. Afetividade e cognição: Rompendo a dicotomia na educação. In: OLIVEIRA, M. K.; TRENTON, D.; REGO, T. (Orgs.) **Psicologia, Educação e as temáticas da vida contemporânea**. São Paulo: Moderna, 2002.
- AZZI, R. G.; POLYDORO, S. A. J. O papel da autoeficácia e autorregulação no processo motivacional. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J.; GUIMARÃES, S. É. R. **Motivação para aprender:**

- aplicações no contexto educativo.** Editora Vozes: Petrópolis, RJ, 2010. p. 126-144.
- BANDURA, A. Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. **Psychological Review**, v. 84, n. 2, p. 191-215, 1977.
- _____. Self-efficacy. In: BANDURA, A. **Social foundations of thought and action: a social cognitive theory.** Englewoods Cliffs, NJ: Prentice- Hall, 1986.
- _____. **Self-efficacy:** The exercise of control. Nova York: Freeman, 1997.
- _____. Exercise of human agency through collective efficacy. **Current Directions in Psychology Science**, v. 9, p. 75-78, 2000.
- _____. Adolescent development from an agentic perspective. In: PAJARES, F; URDAN, T. **Self-efficacy beliefs of adolescents.** Connecticut: Information Age Publishing, 2006. p. 1-43.
- BECERRA-LABRA, C.; GRAS-MARTÍ, A.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. ¿De verdad se enseña a resolver problemas en el primer curso de física universitaria? La resolución de problemas de 'lápiz y papel' en cuestión. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 2, p. 299-308, 2005.
- _____. La Física con una estructurada problematizada: efectos sobre el aprendizaje conceptual, las actitudes e intereses de los estudiantes universitarios. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 95-103, 2007.
- BORUCHOVITCH, E. A autorregulação da aprendizagem e a escolarização inicial. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. (Orgs.) **Aprendizagem:** processos psicológicos e o contexto social na escola. Petrópolis: Vozes, 2004. p. 55-88.
- BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. Motivação para aprender no Brasil: estado da arte e caminhos futuros. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J.; GUIMARÃES, S. É. R. (Orgs.) **Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo.** Petrópolis: Vozes, 2010. p. 231-250.
- BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A., GUIMARÃES, S. E. R. **Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo.** Petrópolis: Vozes, 2010.
- BROPHY, J. Synthesis of Research on Strategies for Motivating Students to Learn. **Educational Leadership**, p. 40-48, 1987.
- _____. Research on motivation in Educational: Past, present, and future. In: URDAN, T. (Org.) **Advances in Motivation and Achievement**, v. 11, Achievement Contexts, Greenwich, Conn: JAI Press, 1999. p. 1-44.

- BROWN, C. A.; CARPENTER, T. P.; KOUBA, V. L.; LINDQUIST, M. M.; SILVER, E. A.; SWAFFORD, J. O. Secondary school results for the Fourth NAEP Mathematics Assessment: Algebra, geometry, mathematical methods, and attitudes. **Mathematics Teacher**, v. 81, 337-347, 1988.
- BZUNECK, J. A. Uma abordagem sociocognitivista a motivação do aluno: a teoria de metas de realização. **Psico-USF**, v. 4, n. 2, p. 51-66, 1999.
- BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. E. R. A promoção da autonomia como estratégia motivacional na escola: uma análise teórica e empírica. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J.; GUIMARÃES, S. É. R. (Orgs.) **Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo**. Petrópolis: Vozes, 2010. p. 43-70.
- BZUNECK, J. A. Como motivar os alunos: sugestões práticas. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J.; GUIMARÃES, S. É. R. (Orgs.) **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.
- CHARLOT, B.; BAUTIER, E.; ROCHEX, J. Y. École et savoir dans les banlieues et ailleurs. Paris: Armand Colin, 1992.
- CLEMENT, L.; PERINI, L. Exercícios/Problemas em Livros Didáticos de Física no Ensino Médio: Forma de Apresentação e Proposição. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis, SC. **Atas...** Florianópolis, SC: ABRAPEC, 2007.
- COBB, P., YACKEL, E.; WOOD, T. Young children's emotional acts while engaged in mathematical problem solving. In: MCLEOD, D. B.; ADAMS, V. M. (Eds.) **Affect and mathematical problem solving: A new perspective**. Nova York: Springer-Verlag, 1989. p. 117-148.
- COLOMBO, F. A. **Análise das Dimensões Afetivas na Mediação do Professor em Atividades de Produção e Escrita da Pré-Escola**. Campinas: Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2002. (Relatório Técnico apresentado como exigência de conclusão de bolsa de Iniciação Científica concedida pela FAPESP).
- _____. **Aquisição da escrita: a afetividade nas atividades de ensino desenvolvidas pelo professor**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.

COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. Resolução de problemas IV: estratégias para resolução de problemas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, p. 105-134, 1996.

_____. Modelagem em resolução de problemas: estudo preliminar. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6., 26 a 30 de outubro, 1998, Florianópolis, SC. **Atas...** Florianópolis, SC, 1998.

_____. A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 3., 11 a 15 de setembro, 2000, Peniche. **Atas...** Peniche, 2000. p. 243-252.

_____. O Papel da Modelagem Mental dos Enunciados na Resolução de Problemas em Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 61-74, 2002.

COSTA, E. R.; BORUCHOVITCH, E. A autoeficácia e a motivação para aprender: Considerações para o desempenho escolar dos alunos. In: AZZY, R. G.; POLYDORO, S. A. J. (Orgs.) **Autoeficácia em diferentes contextos**. Campinas, SP: Editora Alínea, 2006. p. 87-109.

CUPANI, A. A objetividade científica como problema filosófico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 6 (número especial), p. 18-29, 1989.

CUSTÓDIO, J. F. **Explicando Explicações na Educação Científica: Domínio Cognitivo, Status Afetivo e Sentimento de Entendimento**. 2007. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2007.

CUSTÓDIO, J. F.; CLEMENT, L.; FERREIRA, G. K. Resolução de problemas e afetividade: o caso de Maria In: ENCONTRO DE FÍSICA 2011, 1., 2011, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2011. Disponível em: [<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/enf/2011/sys/resumos/T1780-1.pdf>].

_____. Crenças de professores de física do ensino médio sobre atividades didáticas de resolução de problemas. **Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 1, 2012. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec>.

CUSTÓDIO, J. F.; PIETROCOLA, M. Status afetivo e sentimento de entendimento: critérios de aceitação de explicações escolares. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, 2007. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/viempec/index.html>

- DAMÁSIO, A. **O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- DAMÁSIO, A. **O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano**, 2ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- DANTAS, H. A afetividade e a construção do sujeito na psicogenética de Wallon. In: LA TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão**. São Paulo: Summus, 1992.
- DEBELLIS, V. A.; GOLDIN, G. Affect and meta-affect in mathematical problem solving: a representational perspective. **Educational Studies in Mathematics**, v. 63, p. 131-147, 2006.
- DECI, E. L.; RYAN, R. M. A motivational approach to self: integration in personality. In: NEBRASKA SYMPOSIUM ON MOTIVATION, 38., 1990, London. **Proceedings...** Lincoln/Londres: University of Nebraska Press, 1991. p. 237-288.
- _____. **Intrinsic motivation and self-determination in human behavior**. Nova York: Plenum Press, 1985.
- DEWEY, J. The theory of emotion: the significance of emotions, **Psychological Review** 2, p. 13-32, 1895.
- _____. **How we think**. Boston: D. C. Heath, 1933.
- DWECK, C. S.; LEGGETT, E. L. A Social-Cognitive Approach to Motivation and Personality. **Psychological Review**, v. 95, n. 2, p. 256-273, 1988.
- ECCLES, J. S.; WIGFIELD, A. Motivational Beliefs, Values and Goals: Learning and Performance in Educational Settings. **Annual Review of Psychology**, v. 53, p. 109-132, 2002.
- ECHEVERRÍA, A.; PÁEZ, D. **Emociones: perspectivas psicosociales**. Madrid: Fundamentos, 1989.
- ECHEVERRÍA, M. del P. P.; POZO, J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I. (Org.) **A solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. p. 13-42.
- EKMAN, P. Expression and the nature of emotions. In: SCHERER, K. S.; EKMAN, P. (Eds.). **Approaches to emotion**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1984. p. 319-343.
- ELLIOT, E. S.; DWECK, C. S. Goals: an approach to motivation and achievement. **Journal of Personality and Social Psychologist**, v. 54, n. 1, p. 5-12, 1988.

- EPSTEIN, S. Controversial issues in the emotion theory. In: SHAVER, P. (Ed.) **Review of Personality and social psychology**, v. 5, Beverly Hills, CA: SAGE, 1984. p. 64-88.
- ESCUADERO, C. Los procedimientos en resolución de problemas de alumnos de 3º año: caracterización a través de entrevistas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS: IF/UFRGS, v. 1, n. 3, p. 241-256, 1996.
- FENEMMA, E. The study of affect and mathematics: A proposed generic model for research. In: MCLEOD, D. B.; ADAMS, V. M. (Eds.) **Affect and mathematical problem solving: a new perspective**. Nova York: Springer-Verlag, 1989. p. 205-219.
- FENEMMA, E.; PETERSON, P. Autonomous learning behavior: A possible explanation of gender-related differences in mathematics. In: WILKINSON, L. C.; MARRETT, C. (Eds.) **Gender influences in classroom interaction**. Orlando: Academic Press, 1985. p. 17-35.
- FENNEMA, E.; SHERMAN, J. A. Mathematics Attitudes Scales: Instruments Designed to Measure Attitudes toward the Learning of Mathematics by Females and Males. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 7, n. 5, p. 324-326, 1976.
- FERREIRA, G. K.; PERINI, L.; CUSTÓDIO, J. F.; CLEMENT, L. Crenças os professores sobre a resolução de problemas e sua utilização em aulas de Física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC, 2009. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/7enpec/index.html>
- _____. Influência das variáveis afetivas no envolvimento e desempenho de estudantes nas atividades de resolução de problemas de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., e CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN EN ENSEÑANZA DE LAS CIÊNCIAS, 1., 2011, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, 2011.
- FURINGHETTI, F.; MORSELLI, F. For whom the frog jumps: the case of a good problem solver. **For the Learning of Mathematics**, v. 27, n. 2, p. 22-27, 2007.
- _____. Every unsuccessful problem solver is unsuccessful in his or her own way: affective and cognitive factors in proving. **Educational Studies in Mathematics**, v. 70, p. 71-90, 2009.
- GIL-PÉREZ, D.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. **International Journal of Science Education**, v. 5, n. 4, p. 447-455, 1983.

- _____. **La resolución de problemas de física: una didáctica alternativa.** Madrid: Vicens-vives, 1987.
- 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, p. 131-146, 1988.
- GIL-PÉREZ, D.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; RAMÍREZ, L.; CARRÉE, A. D.; GOFARD, M.; CARVALHO, A. M. P. Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 9, n. 1, p. 07-19, 1992.
- GOLDIN, G. Affect and meta-affect, and mathematical belief structures. In: LEDER, G.; PEHKONEN, E.; TÖRNER, G. (Eds.) **Beliefs: A Hidden Variable in Mathematics Education?**, Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, 2002. p. 59-72.
- GÓMEZ-CHACÓN, I. M. Una metodología cualitativa para el estudio de las influencias afectivas en el conocimiento de las matemáticas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 3, p. 431-450, 1998.
- _____. **Matemática emocional: os afetos na aprendizagem matemática.** Porto Alegre: Artmed, 2003.
- _____. La Tarea Intelectual en Matemáticas, Afecto, Meta-afecto y los Sistemas de Creencias. **Boletín de La Asociación Matemática Venezolana**, v. X, n. 2, p. 225-247, 2003a.
- GREGOIRE, M. Is it a challenge or a threat? A dual-process model of teachers' cognition and appraisal processes during conceptual change. **Educational Psychology Review**, v. 15, n. 2, p. 147-179, 2003.
- GROTTA, E. C. B. **Processo de formação do leitor: relato e análise de quatro histórias de vida.** 2000. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2000.
- HANNULA, M. S. OPT'EYNDE, P. The case study of Frank. **Educational Studies in Mathematics**, v. 63, n. 2, p. 123-129, 2006.
- IZARD, C. E. **Human emotions**, New York: Plenum Press, 1977.
- IZARD, C. E. **The Maximally Discriminative Facial Movement Coding System (MAX)**, Newark, Del.: University of Delaware, Instructional Resource Center, 1979.
- 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.

- KAGER, S. As dimensões afetivas no processo de avaliação. In: LEITE, S. A. S. (Org.) **Afetividade e Práticas Pedagógicas**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2006.
- LEE, O.; ANDERSON, C. W. Task engagement and conceptual change in middle school science classroom. **American Educational Research Journal**, v. 30, n, 3, p. 585-610, 1993.
- LEITE, S. A. S.; TASSONI, E. C. M. A afetividade em sala de aula: as condições de ensino e a mediação do professor. In: AZZI, R. G.; SADALLA, A. M. F. A. (Orgs.) **Psicologia e Formação docente: desafios e conversas**. São Paula: Casa do Psicólogo, 2002.
- LESTER, F. K., Jr. Trends and issues in mathematical problem-solving research. In: LESH, R.; LANDAU, M. (Org.) **Acquisition of mathematics concepts and processes**. Nova York: Academic Press, 1983. p. 229-261.
- LESTER, F. K., GAROFALO, J.; KROLL, D. L. Self-Confidence, Interest, Beliefs, and Metacognition: Key Influences on Problem-Solving Behavior. In: MCLEOD, D. B.; ADAMS, V. M. (Eds.) **Affect and mathematical problem solving: a new perspective**. Nova York: Springer-Verlag, 1989. p. 75-88.
- MAEHR, M. L.; MIDGLEY, C. Enhancing student motivation: a school wide approach. **Educational Psychologist**, v. 26 , n. 3-4, p. 399-427, 1991.
- MANDLER, G. **Mind and emotion**. Nova York: Wiley, 1975.
- _____. **Mind and body: Psychology of emotion and stress**. Nova York: Norton, 1984.
- _____. 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.
- _____. Affect and Learning: Reflections and Prospects. In: MCLEOD, D. B.; ADAMS, V. M. (Eds.) **Affect and mathematical problem solving: a new perspective**. Nova York: Springer-Verlag, 1989b. p. 237-244.
- MÁRTIN, B.; BRIGGS, L. J. **The affective and cognition domains: Integration for instruction and research**. New Jersey: Educational Technology Publications, 1986.
- 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.

- _____. 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.
- _____. 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.
- MCLEOD, D. B.; ADAMS, V. M. **Affect and mathematical problem solving: a new perspective**. Nova York: Springer-Verlag, 1989.
- MEECE, J. L.; BLUMENFELD, P. C.; HOYLE, R. H. Student's goal orientation and cognitive engagement in classroom activities. **Journal of Educational Psychology**, v. 80, n. 4, p. 514-537, 1988.
- MEYER, M. R.; FENEMMA, E. Girls, boys and mathematics. In: POST, T. R. (Ed.) **Teaching mathematics in grades K-8: Research-based methods**, Boston: Allyn and Bacon, 1988. p. 406-425.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora da UNB, 1999.
- MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change. **Science & Education**, v. 4, p. 267-285, 1995.
- _____. Uma agenda para a pesquisa em educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, p. 36-59, 2002.
- NESPOR, J. The role of beliefs in the practice of teaching. **Journal of Curriculum Studies**, 19, 4, p. 317-328, 1987.
- NEVES, M. C.; CARVALHO, C. A importância da afetividade na aprendizagem da matemática escolar: Um estudo de caso com alunos do 8º ano. **Análise Psicológica**, v. XXIV, n. 2, p. 201-205, 2006.
- OLIVEIRA, M. K. O problema da afetividade em Vygotsky. In: LA TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. (Orgs.) **Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão**. São Paulo: Summus, 1992.
- OP'T EYNDE, P.; HANNULA, M. The case study of Frank. **Educational Studies in Mathematics**, v. 63, p. 123-129, 2006.
- OP'T EYNDE, P.; DE CORTE, E.; VERSCHAFFEL, L. "Accepting emotional complexity": A socio-constructivist perspective on the role of emotions in the mathematics classroom. **Educational Studies in Mathematics**, v. 63, p. 193-207, 2006.

PAJARES, F.; KRANZLER, J. Self-efficacy beliefs and general mental ability in mathematical problem solving. **Contemporary Educational Psychology**, v. 20, p. 426-443, 1995.

PAJARES, F.; SCHUNK, D. H. Self-beliefs and school success: self-efficacy, self-concept and school achievement. In: RIDING, R.; RAYNER, S. (Orgs.) **Perception**. London: Ablex publishing, 2001. p. 239-266.

_____. The self and academic motivation: theory and research after the cognitive revolution. In: ROYER, J. M. (Org.) **The Cognitive Revolution in Educational Psychology**, 2005. p. 165-1998.

PAJARES, F.; VALIANTE, G. Self-efficacy beliefs and motivation in writing development. In: MACARTHUR, C. A.; GRAHAM, S.; FITZGERALD, J. **Handbook of Writing Research**, p. 158-170, 2006.

VENTURINI, P. The contribution of the theory of relation to knowledge to understanding students' engagement in learning physics. **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 9, p. 1065-1088, 2007.

PEHKONEN, E.; PIETILA, A. On Relationships Between Beliefs and Knowledge in Mathematics Education. In: CONFERENCE OF THE EUROPEAN SOCIETY FOR RESEARCH IN MATHEMATICS EDUCATION, 3., 2003, Bellaria, Itália. **Proceedings...** Bellaria, Itália, 2003.

PELISSON, M. C. R. M. Análise de um memorial de formação: a afetividade no processo de constituição de uma professora. In: LEITE, S. A. S. (Org.) **Afetividade e Práticas Pedagógicas**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2006.

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

PEDUZZI, L. O. Q.; MOREIRA, M. A. Solução de problemas em Física: um estudo sobre o efeito de uma estratégia. **Revista Brasileira de Física**, v. 11, n. 4, p. 1067-1083, 1981.

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. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis, SC. **Anais...**, Florianópolis, SC, 2009.

PIAGET, J. **Intelligence and affectivity: their relationship during child development**. Annual Reviews, Palo Alto, CA, 1954.

_____. The Relation of affectivity to intelligence in the mental development of the child. In: **Bulletin of the Menninger Clinic**. 1962, v. 26, n. 3, 1962.

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.

PINHEIRO, T. F. **Sentimento de realidade, afetividade e cognição no ensino de ciências**. 2003. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2003.

PINTRICH, P. R. The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. **International Journal of Educational Research**, v. 31, p. 459–470, 1999.

PINTRICH, P. R.; GARCIA, T. Student goal orientation and self-regulation in the college classroom. In: MAEHR, M. L.; PINTRICH, P. R. (Eds.) **Advances in motivation and achievement**, v. 7, Greenwich, CT: JAI Press, 1991. p. 371–402.

PINTRICH, R. R.; DEGROOT, E. V. Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. **Journal of Educational Psychology**, n. 82, p. 33-40, 1990.

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, p. 167-200, 1993.

PINTRICH, P. R.; SMITH, D. A.; GARCIA, T.; MCKEACHIE W. J. **A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)**. National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning, Ann Arbor: University of Michigan, 1991.

PINTRICH, P. R.; SCHRAUBEN, B. Students' motivational beliefs and their cognitive engagement in classroom tasks. In: MEECE, S. D.; MEECE, J. (Eds.) **Student perceptions in the classroom: causes and consequences**, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1992. p. 149–183.

PINTRICH, P. R.; SCHUNK, D. H. **Motivation in education: theory, research, and applications**. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall, 1996.

_____. **Motivation in education: theory, research, and applications**, ed. 2ª, Upper Saddle River, N J: Merrill Prentice Hall, 2002.

- POZO, J. I. **A solução de Problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 1998.
- POZO, J. I.; ANGÓN, Y. P. A solução de problemas como conteúdo procedimental da educação básica. In: POZO, J. I. (Org.) **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 1998. p. 139-165.
- POZO, J. I.; CRESPO, G. M. A. **Aprender y enseñar ciencia**. Madrid: Editora Morata, 1998.
- ROKEACH, M. **Beliefs, attitudes, and values**: a theory of organization and change. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 1968.
- SADALLA, A. M. F. A.; LAROCCHA, P. Autoscopia: um procedimento de pesquisa e de formação. **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 3, p. 419-433, 2004.
- SANTA, C. M.; ALVERMANN, D. E. **Una didáctica de las ciencias**: procesos y aplicaciones, ed. 3, Argentina: Aique, 1994.
- SANTOS, F. M. T. Afeto, emoção e motivação: uma nova agenda para a pesquisa em ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 1., 1997, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.
- SANTOS, F. M. T.; MORTIMER, E. F. Investigando as interações afetivas nas salas de aula de Química. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 21., 1998, Poços de Caldas, MG. **Atas...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Química, 1998.
- _____. How emotions shape the relationship between a chemistry teacher and her high school students. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 9. p. 1095-1110, 2003.
- SAVIANI, D. **Educação: do senso comum à consciência filosóficas**, ed. 13, Campinas, SP: Autores Associados, 2000.
- SHAVER, P.; SCHWARTZ, J.; KIRSON, D.; O'CONNOR, C. Emotion knowledge: Further exploration of a prototype approach. **Journal of Personality and Social Psychology**, 52, p. 1061-1086, 1987.
- SCHUNK, D. H.; MILLER, S. D. Self-efficacy and adolescent's motivation. In: PAJARES, F; URDAN, T. (Eds.) **Academic motivation of adolescents**, 2002. p. 29-52.
- SILVA, L. M. Significação das práticas de leitura escolar sob a ótica do aluno leitor. In: LEITE, S. A. S. (Org.) **Afetividade e Práticas Pedagógicas**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2006.
- SILVA, C. C.; PIETROCOLA, M. O papel estruturante da matemática na teoria eletromagnética: um estudo histórico e suas implicações

- didáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru, SP. **Atas...** Bauru, SP: ABRAPEC, 2003.
- SILVA, D. G.; PORTO, L. E. S.; TERRAZZAN, E. A. Caracterização de “questões” de física em livros didáticos de ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007, São Luiz, MA. **Anais...** São Luís, MA: SBF, 2007.
- SOUZA, J. S. Z. O papel da família na constituição do leitor. In: LEITE, S. A. S. (Org.) **Afetividade e Práticas Pedagógicas**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2006.
- SOWDER, L. Searching for Affect in the Solution of Story Problems in Mathematics. In: MCLEOD, D. B.; ADAMS, V. M. (Eds.) **Affect and mathematical problem solving: a new perspective**. Nova York: Springer-Verlag, 1989. p. 104-113.
- STAKE, E. E. **The art of case study research**. SAGE Publications, 1995.
- STIPEK, D. J. **Motivation to learn: from theory to practice**. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall, 1998.
- STIPEK, D. J. Motivation and Instruction. In: BERLINER, D. C.; CALFEE, R. C. (Orgs.) **Handbook of Educational Psychology**. Nova York: Simon e Schuster/Macmillan, 1996. p. 85-113.
- STODOLSKY, S. S. Teelling math: Origins of math aversion and anxiety. **Educational Psychologist**, 20, p. 125-133, 1985.
- TASSONI, E. C. M. **Afetividade e a Produção Escrita: a mediação do professor em sala de aula**. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- TASSONI, E. C. M. Dimensões afetivas na relação professor-aluno. In: LEITE, S. A. S. (Org.) **Afetividade e Práticas Pedagógicas**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2006.
- THOMPSON, A. G.; THOMPSON, P. W. Affect and problem solving in an elementary school mathematics classroom. In: MCLEOD, D. B.; ADAMS, V. M. (Eds.) **Affect and mathematical problem solving: a new perspective**. Nova York: Springer-Verlag, 1989. p. 162-176.
- TYSON, L. M.; VENVILLE, G. J.; HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. A multidimensional framework for interpreting conceptual change events in the classroom. **Science Education**, v. 81, p. 387-404, 1997.
- URDAN, T. C. Achievement goal theory: past results, future directions. In: MAEHR, M. L.; PINTRICH, P. R. (Orgs.) **Advances in Motivation and Achievement**. Greenwich, CT.: JAI Press, 1997. p. 99-141.

- 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**, Barcelona, v. 6, n. 2, p. 235-245, 2007. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec>.
- VILLANI, A. Conceptual change in science and science education. **Science Education**, v. 76, p. 223-237, 1992.
- VILLANI, A.; CABRAL, T. C. B. Mudança conceitual, subjetividade e psicanálise. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 1, 1997.
- VILLANI, A.; SANTANA, A. S.; ARRUDA, S. M. Perfil subjetivo: estudos de caso. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 3, p. 336-371, 2003.
- VYGOTSKY, L. S. **Teoria e método em psicologia**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.
- WECHSLER, M. P. F. **Relações entre afetividade e cognição: de Moreno a Piaget**. São Paulo: Annablume, 1998.
- WEINER, B. A. A theory of motivation for some classroom experiences. **Journal of Educational Psychology**, v. 71, p. 3-25, 1979.
- _____. The emotional consequences of causal attribution. In: CLARK, M. S., FISKE, S. T. (Orgs.) **Affect and Cognition**, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1982, p. 185-210.
- _____. **An attributional theory of motivation and emotion**. New York: Springer-Verlag, 1986.
- _____. History of motivational research in education. **Journal of Educational Psychologist**, v. 82, n. 4, p. 616-622, 1990.
- _____. **Human motivation**. California: Sage-Publications, 1992.
- WITTRUCK, M. C. **Handbook of research on teaching**, ed. 3, New York, Macmillan. 1986.
- ZAJONC, R. B. **Feeling and Thinking**. *American Psychologist*, 35, 1980, p. 151-175.
- ZAN, R.; BROWN, L.; EVANS, J.; HANNULA, M.S. Affect in mathematics education: an introduction. **Educational Studies in Mathematics**, v. 63, n. 2, p. 113-121, 2006.
- ZEIDNER, M. Adaptive coping with test situations. **Educational Psychologist**, 30, p. 123-134, 1995.
- ZENORINI, R. P. C.; SANTOS, A. A. A. Teoria de Metas de Realização: fundamentos e avaliação. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J.; GUIMARÃES, S. É. R. (Orgs.) **Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo**. Petrópolis: Vozes, 2010. p. 99-125.

ZIMMERMAN, B. J. Attaining self-regulation: a social-cognitive perspective. In: BOEKAERTS, M.; PINTRICH, P. R.; ZEIDNER, M. (Orgs.) **Handbook of self-regulation**. Academic Press, 2000. p. 13-39.

ZUSHO, A.; PINTRICH, P.R.; COPPOLA, B. Skill and will: the role of motivation and cognition in the learning of college chemistry, **International Journal Science Education**. v. 25, n.9, p. 1081-1094, 2003.

APÊNDICE

Sessão de resolução de problemas I

1) Uma partícula de massa $m = 1,0 \text{ g}$ e carga elétrica $q = 5,0 \text{ mC}$ está em equilíbrio estático, sujeita simultaneamente a ação de um campo elétrico vertical e ao campo gravitacional terrestre ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Determinar as características do vetor campo elétrico no ponto onde se encontra essa partícula.

Resolução

As forças que atuam sobre a partícula de massa m e carga elétrica q sujeita simultaneamente a ação de um campo elétrico vertical e ao campo gravitacional terrestre são: a força elétrica ($F_e = E \cdot q$), referente à ação do campo elétrico, e a força gravitacional ($F_g = m \cdot g$), referente à ação do campo gravitacional. Como a partícula está em equilíbrio estático, sua aceleração é nula, e, por consequência da segunda lei de Newton, a resultante das forças que atuam sobre a partícula também é nula:

$$F_E + F_g = m \cdot a$$
$$F_E + F_g = 0$$

Nesse caso, as forças elétrica e gravitacional têm mesmo módulo, direção vertical e sentido contrários. Adotando a orientação do eixo de coordenadas cartesiano como sendo positiva para cima, e substituindo as equações para F_E e F_g , temos que:

$$E \cdot q - m \cdot g = 0$$

Isolando o campo elétrico E e substituindo os valores para as demais incógnitas no sistema internacional de unidades, temos que:

$$E = \frac{m \cdot g}{q}$$
$$E = \frac{1,0 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{5,0 \times 10^{-3} \text{ C}}$$
$$E = 2 \text{ N/C.}$$

Logo, o vetor campo elétrico no ponto onde se encontra essa partícula tem módulo 2 N/C , direção vertical e sentido para cima.

2) Sobre uma carga de 2 C , situada num ponto P , age uma força de módulo 6 N . no mesmo ponto, se substituirmos a carga por uma outra de 3 C , qual será o valor da força sobre ela?

Resolução

Em um ponto P, temos uma carga elétrica q_1 de 2 C que é substituída por uma carga elétrica q_2 de 3 C. As forças elétricas que atuam sobre as duas cargas elétricas podem ser descritas como:

$$F_1 = E_1 \cdot q_1 \text{ e } F_2 = E_2 \cdot q_2$$

A troca da carga elétrica situada nesse determinado ponto não altera o módulo do campo elétrico, gerado por outra carga elétrica, logo E é constante, e as equações acima podem ser reescritas assim:

$$F_1 = E \cdot q_1 \text{ e } F_2 = E \cdot q_2$$

Substituindo-se E e igualando as equações, temos que:

$$\frac{F_1}{q_1} = \frac{F_2}{q_2}$$

Substituindo-se os valores fornecidos no enunciado do problema, encontramos F_2 :

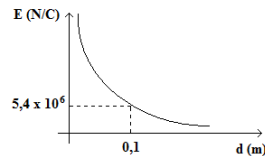
$$\begin{aligned} \frac{6\text{N}}{2\text{C}} &= \frac{F_2}{3\text{C}} \\ F_2 &= 9\text{N}. \end{aligned}$$

Logo, o valor da força elétrica que age sobre uma carga elétrica de 3 C devido ao campo elétrico E , é 9N.

Sessão de resolução de problemas II

1) O diagrama representa a intensidade do campo elétrico, 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 m da carga Q .



Resolução

a) A carga elétrica Q que origina o campo elétrico E a uma distância d , pode ser calculada por:

$$E = \frac{kQ}{d^2}$$

Isolando-se Q na equação:

$$Q = \frac{Ed^2}{k}$$

Substituindo-se os valores fornecidos no gráfico e a constante k ,

encontramos para Q :

$$Q = \frac{5,4 \times 10^6 \text{ N/C} \cdot (10^{-1} \text{ m})^2}{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2}$$
$$Q = 6,0 \times 10^{-6} \text{ C} = 6,0 \mu\text{C}.$$

Logo, o valor da carga elétrica que origina o campo elétrico é $6,0 \mu\text{C}$.

b) O valor do campo elétrico E situado num ponto P , a uma distância d da carga Q é dado por:

$$E = \frac{kQ}{d^2}$$

Substituindo-se os valores para Q , d e para a constante k , encontramos E :

$$E = \frac{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \cdot 6,0 \times 10^{-6} \text{ C}}{(6,0 \times 10^{-1} \text{ m})^2}$$
$$E = 1,5 \times 10^5 \text{ N/C}$$

Logo, o valor do campo elétrico E situado a uma distância $d = 0,6 \text{ m}$ da carga $Q = 6,0 \mu\text{C}$, é $1,5 \times 10^5 \text{ N/C}$.

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?

Resolução

No ponto (P) da reta que une essas cargas em que o campo elétrico resultante é nulo, o somatório dos campos elétricos originados por todas as cargas elétricas do sistema deve ser zero. Cada uma das cargas elétricas Q_1 e Q_2 é responsável por gerar o campo elétrico \vec{E}_1 e \vec{E}_2 , respectivamente. Logo, nesse ponto, a somatória dos campos elétricos é:

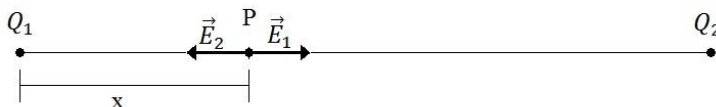
$$\vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 0$$
$$\vec{E}_1 = -\vec{E}_2$$

A igualdade acima nos diz que os campos elétricos \vec{E}_1 e \vec{E}_2 têm mesmo módulo, mesma direção e sentidos opostos. A partir da igualdade dos módulos dos campos elétricos, podemos determinar o ponto em que o campo elétrico resultante é nulo:

$$E_1 = E_2$$
$$\frac{kQ_1}{d_1^2} = \frac{kQ_2}{d_2^2}$$

$$\frac{Q_1}{d_1^2} = \frac{Q_2}{d_2^2}$$

Pela relação entre as distâncias entre Q_1 , Q_2 e o ponto P, representada na figura abaixo, podemos determinar os valores de d_1 e d_2 .



Logo, para $Q_1 = 4 \mu\text{C}$, $d_1 = x$; e para $Q_2 = 9 \mu\text{C}$, $d_2 = 15 - x$. Substituindo na equação acima, determinamos a posição do ponto P.

$$\begin{aligned} \frac{4 \mu\text{C}}{x^2} &= \frac{9 \mu\text{C}}{(15 - x)^2} \\ 4 \cdot (15 - x)^2 &= 9x^2 \\ 900 - 120x + 4x^2 - 9x^2 &= 0 \\ 5x^2 + 120x - 900 &= 0 \\ x^2 + 24x - 180 &= 0 \end{aligned}$$

As raízes da equação de 2º grau acima são: $x_1 = 6$ e $x_2 = -30$. Como buscamos um ponto entre as cargas Q_1 e Q_2 , unidas por uma reta em que determinamos sua origem na carga Q_1 e orientação positiva até a carga Q_2 , desconsideramos a solução negativa para a equação.

Logo, o ponto P da reta que une as cargas Q_1 e Q_2 em que o campo elétrico resultante é nulo, está localizado à 6 cm da carga elétrica Q_1 e à 9 cm da carga elétrica Q_2 .

3) A figura abaixo, representa uma esfera condutora de raio $R = 8,0$ cm, eletrizada positivamente com uma carga de valor $Q = 3,2 \mu\text{C}$, uniformemente distribuída em sua superfície. Seja P_1 um ponto no centro da esfera, P_2 um ponto a 4,0 cm do centro, P_3 um ponto na superfície da esfera e P_4 um ponto a 12,0 cm da superfície da esfera.

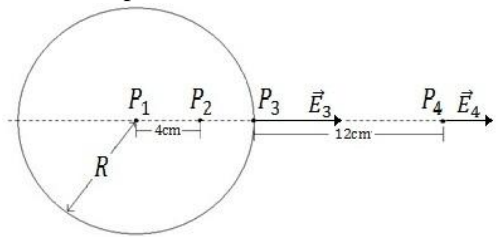
- Desenhe (se existirem) os vetores campo elétrico nos pontos P_1 , P_2 , P_3 e P_4 .
- Calcule os módulos do campo elétrico nos pontos P_1 , P_2 , P_3 e P_4 .

Resolução

a) As cargas elétricas de uma esfera condutora eletrizada, quando em equilíbrio eletrostático, se distribuem uniformemente sobre sua superfície, permanecendo em repouso. Nesta condição de equilíbrio, a distribuição destas cargas é tal que torna nulo o campo elétrico em qualquer ponto no interior do condutor. Portanto o campo elétrico nos

pontos P_1 e P_2 é nulo. De fato, se o campo elétrico no interior do condutor for diferente de zero, os elétrons livres existentes entram em movimento sob a ação desse campo, e as cargas deixam de estar uniformemente distribuída sobre o condutor.

Na superfície do condutor em equilíbrio eletrostático, é possível a existência de um campo elétrico, sem que isto altere a condição de equilíbrio eletrostático, desde que o vetor campo elétrico \vec{E} seja perpendicular à superfície, como o vetor campo elétrico \vec{E}_3 no ponto P_3 . De fato, se o campo elétrico não for perpendicular à superfície, ele terá uma componente \vec{E}_t tangente à superfície do condutor, e os elétrons livres existentes entram em movimento sob a ação dessa componente tangente, e o condutor deixa de estar em equilíbrio eletrostático. No ponto P_4 também há a ação de um campo elétrico, entretanto de menor intensidade do que em P_3 por estar mais distante da esfera condutora eletrizada.



b) O campo elétrico nos pontos P_1 e P_2 , representado pelos vetores \vec{E}_1 e \vec{E}_2 é zero, pois como já justificado acima, o campo elétrico em pontos internos a um condutor eletrizado uniformemente é nulo. Entretanto, o campo elétrico nos pontos P_3 e P_4 , é diferente de zero e será determinado abaixo. Vale lembrar que para calcular o campo elétrico em pontos na superfície ou externos a uma esfera condutora eletrizada uniformemente, consideramos que toda a carga da esfera está concentrada em seu centro, como se fosse uma carga puntual, e portanto utilizamos a equação para calcular o campo elétrico gerado por uma carga puntual.

O módulo do campo elétrico (E_3) no ponto P_3 , em que $d_3 = R = 8,0\text{cm}$, é:

$$E_3 = \frac{kQ}{d_3^2}$$

$$E_3 = \frac{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \cdot 3,2 \times 10^{-6} \text{ C}}{(8,0 \times 10^{-2} \text{ m})^2}$$

$$E_3 = 4,5 \times 10^6 \text{ N/C.}$$

E o módulo do campo elétrico (E_4) no ponto P_4 , em que $d_4 = R +$

12cm = 20,0cm, é:

$$E_4 = \frac{kQ}{d_4^2}$$
$$E_4 = \frac{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \cdot 3,2 \times 10^{-6} \text{ C}}{(20,0 \times 10^{-2} \text{ m})^2}$$
$$E_4 = 7,2 \times 10^{-5} \text{ N/C.}$$

Nessa situação, temos $d_3 < d_4$, em que d_3 e d_4 são as distâncias dos pontos P_3 e P_4 ao centro da esfera, resultando em $E_3 > E_4$. Disso concluímos que quanto mais distante da distribuição de carga, menor o campo elétrico em um determinado ponto.

Sessão de resolução de problemas III

1) Considere uma lâmpada ligada à tomada elétrica de uma residência. Verifica-se que um trabalho de 44 J é realizado sobre uma carga de 0,20C que passa, através da lâmpada, de um terminal a outro desta tomada.

- Qual é a diferença de potencial entre os terminais da tomada?
- Um aparelho é ligado a esta tomada durante um certo tempo, recebendo 1100 J de energia das cargas elétricas que passam através dele. Qual é o valor total destas cargas?

Resolução

a) A diferença de potencial na situação apresentada pode ser determinada por:

$$V_A - V_B = \frac{T_{AB}}{q}$$

Em que: $T = 44\text{J}$ e $q = 0,20\text{C}$:

$$V_{AB} = \frac{44\text{J}}{0,20\text{C}}$$
$$V_{AB} = 220\text{V}$$

A diferença de potencial entre os terminais da tomada é de 220V, tensão com que a rede elétrica no estado de Santa Catarina alimenta as residências da população.

b) A quantidade de cargas elétricas pode ser determinada pela mesma equação utilizada anteriormente.

$$V_A - V_B = \frac{T_{AB}}{q}$$

Como determinamos, a diferença de potencial entre os terminais da

tomada é $V_{AB} = 220V$, e a energia fornecida pelas cargas elétricas ou o trabalho realizado no movimento dessas cargas é $T_{AB} = 1100J$. A partir disso temos que:

$$q = \frac{1100J}{220V}$$

$$q = 5C$$

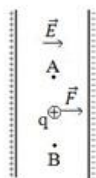
O valor total das cargas que circulam no aparelho ligado a tomada é de 5C.

2) Uma carga de prova positiva q é transportada por uma pessoa, de A para B, dentro de um campo elétrico uniforme, ao longo da trajetória mostrada na figura deste exercício.

- Desenhe na figura o vetor força elétrica \vec{F} que atua em q enquanto ela se desloca.
- Qual o trabalho T_{AB} que esta força elétrica realiza no deslocamento de A para B?
- Então, qual é a diferença de potencial entre os pontos A e B.

Resolução

a) O vetor força elétrica \vec{F} sempre terá a mesma direção do vetor campo elétrico \vec{E} . Em cargas elétricas positivas, mesmo sentido; em cargas elétricas negativas, sentido contrário. Portanto, para a carga de prova positiva q inserida no campo elétrico uniforme estabelecido entre as duas placas condutoras, o vetor força elétrica \vec{F} está orientado na horizontal, da esquerda para a direita.



b) O trabalho T_{AB} da força elétrica sobre a carga elétrica q no deslocamento de A para B será nulo, já que a força elétrica \vec{F} atua perpendicularmente ao movimento. Essa justificativa pode ser observada na equação: $T_{AB} = F_e \Delta d \cos \theta$, em que θ é o ângulo entre o vetor força elétrica \vec{F} e a direção de deslocamento. Nesse caso $\theta = 90^\circ$, e $\cos \theta = 0$. O movimento da carga elétrica, e a energia fornecida para que ela se desloque é devido à uma força externa, como descrito no enunciado, “uma carga de prova positiva q é transportada por uma pessoa”.

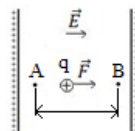
c) A diferença de potencial na situação apresentada é nula, já que o trabalho $T_{AB} = 0$. Da equação:

$$V_A - V_B = \frac{T_{AB}}{q}$$

$$V_{AB} = \frac{0}{q}$$

$$V_{AB} = 0.$$

3) Usando um aparelho apropriado mediu-se a ddp , entre as placas mostradas na figura ao lado, encontrando-se $V_{AB} = 300 \text{ V}$. Verificou-se também que a distância entre A e B era $d = 5 \text{ mm}$.



- Calcular a intensidade do campo entre as placas.
- Supondo $q = 2 \times 10^{-7} \text{ C}$, qual o valor da força elétrica que atua nesta carga?
- Qual o trabalho realizado para mover a carga de A para B?

Resolução

a) Para determinarmos a intensidade do campo elétrico \vec{E} constante entre as placas paralelas, consideramos a carga de prova representada na figura se deslocando de um ponto A até um ponto B, sob a ação da força elétrica \vec{F} . Nesse trajeto, sendo \vec{F} constante, o trabalho da força elétrica pode ser obtido a partir da seguinte expressão:

$$T_{AB} = Fd \cos \theta.$$

Esse trabalho representa certa quantidade de energia que a força elétrica \vec{F} transfere para carga q em seu deslocamento de A para B. Como nesse caso, a força elétrica F e o deslocamento d estão na mesma direção e sentido, o ângulo θ entre elas é zero, e o cosseno do ângulo igual a 1. Assim a equação pode ser reescrita como:

$$T_{AB} = Fd.$$

O trabalho nesse deslocamento pode ser dado também em função da diferença de potencial entre A e B, dado pela seguinte equação:

$V_A - V_B = \frac{T_{AB}}{q}$. Isolado T_{AB} e isolando na equação acima, temos:

$$V_{AB}q = Fd.$$

Como pretendemos determinar a intensidade do campo elétrico E , utilizamos a expressão para o campo elétrico que relaciona a força elétrica F e a carga elétrica q : $F = qE$. Substituindo na equação acima e fazendo os ajustes necessários, temos:

$$V_{AB} = Ed.$$

Substituindo os valores fornecidos no enunciado do problema, determinamos a intensidade do campo elétrico E :

$$300 \text{ V} = E \cdot 5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$E = 6 \times 10^4 \text{ V/m}.$$

Logo, a intensidade do campo entre as placas paralelas da figura é $6 \times 10^4 \text{ V/m}$.

b) Sendo a carga elétrica $q = 2 \times 10^{-7} \text{ C}$ e $E = 6 \times 10^4 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ a força elétrica que atua sobre a carga pode ser determinada por:

$$F = qE$$

$$F = 2 \times 10^{-7} \text{ C} \cdot 6 \times 10^4 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$F = 1,2 \times 10^{-2} \text{ N}.$$

Logo, a força elétrica que atua sobre essa carga é $1,2 \times 10^{-2} \text{ N}$.

c) O trabalho realizado para mover a carga de A para B pode ser determinado por:

$$V_A - V_B = \frac{T_{AB}}{q}$$

Em que $V_A - V_B = V_{AB} = 300 \text{ V}$ e $q = 2 \times 10^{-7} \text{ C}$. Substituindo-se os valores na equação acima:

$$300 \text{ V} = \frac{T_{AB}}{2 \times 10^{-7} \text{ C}}$$

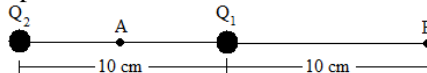
$$T_{AB} = 6 \times 10^{-5} \text{ J}.$$

Logo, o trabalho T_{AB} para mover a carga q no trajeto indicado é $= 6 \times 10^{-5} \text{ J}$.

Sessão de resolução de problemas IV

1) Duas cargas puntuais $Q_1 = 5,0 \mu\text{C}$ e $Q_2 = -2,0 \mu\text{C}$, colocadas no ar, estão separadas por 10 cm. Sabendo-se que o ponto A está situado no meio do segmento que une Q_1 e Q_2 e que o ponto B dista 10 cm de Q_1 , calcule:

- O potencial do ponto A.
- O potencial do ponto B.
- A diferença de potencial entre A e B.



Resolução

a) O potencial que a carga elétrica Q_1 estabelece no ponto A é:

$$V_{1A} = \frac{kQ_1}{d_{1A}}$$

Em que k é a constante eletrostática e d_{1A} a distância de Q_1 até o ponto A. Substituindo os valores de Q_1 e d_{1A} fornecidos no enunciado do

problema, é possível determinar V_{1A} :

$$V_{1A} = \frac{9,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \cdot 5,0 \times 10^{-6} \text{ C}}{5,0 \times 10^{-2} \text{ m}}$$

$$V_{1A} = 9,0 \times 10^5 \text{ V.}$$

O potencial que a carga elétrica Q_2 estabelece no ponto A é:

$$V_{2A} = \frac{kQ_2}{d_{2A}}$$

Em que k é a constante eletrostática e d_{2A} a distância de Q_2 até o ponto A. Substituindo os valores de Q_2 e d_{2A} fornecidos no enunciado do problema, é possível determinar V_{2A} :

$$V_{2A} = \frac{9,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \cdot (-2,0 \times 10^{-6} \text{ C})}{5,0 \times 10^{-2} \text{ m}}$$

$$V_{2A} = -3,6 \times 10^5 \text{ V.}$$

Logo, o potencial no ponto A será:

$$V_A = V_{1A} + V_{2A}$$

$$V_A = 9,0 \times 10^5 \text{ V} - 3,6 \times 10^5 \text{ V}$$

$$V_A = 5,4 \times 10^5 \text{ V.}$$

b) Analogamente ao que foi feito para o ponto A, faremos para o ponto B. Portanto, o potencial que a carga elétrica Q_1 estabelece no ponto B é:

$$V_{1B} = \frac{kQ_1}{d_{1B}}$$

Em que k é a constante eletrostática e d_{1B} a distância de Q_1 até o ponto B. Substituindo os valores de Q_1 e d_{1B} fornecidos no enunciado do problema, é possível determinar V_{1B} :

$$V_{1B} = \frac{9,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \cdot 5,0 \times 10^{-6} \text{ C}}{10,0 \times 10^{-2} \text{ m}}$$

$$V_{1B} = 4,5 \times 10^5 \text{ V.}$$

O potencial que a carga elétrica Q_2 estabelece no ponto B é:

$$V_{2B} = \frac{kQ_2}{d_{2B}}$$

Em que k é a constante eletrostática e d_{2B} a distância de Q_2 até o ponto B. Substituindo os valores de Q_2 e d_{2B} fornecidos no enunciado do problema, é possível determinar V_{2B} :

$$V_{2B} = \frac{9,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \cdot (-2,0 \times 10^{-6} \text{ C})}{20,0 \times 10^{-2} \text{ m}}$$

$$V_{2B} = -0,90 \times 10^5 \text{ V.}$$

Logo, o potencial no ponto B será:

$$V_B = V_{1B} + V_{2B}$$

$$V_B = 4,5 \times 10^5 \text{V} - 0,90 \times 10^5 \text{V}$$

$$V_B = 3,6 \times 10^5 \text{V}.$$

c) A diferença de potencial entre A e B pode ser calculada pela expressão:

$$V_{AB} = V_A - V_B$$

$$V_{AB} = 5,4 \times 10^5 \text{V} - 3,6 \times 10^5 \text{V}$$

$$V_{AB} = 1,8 \times 10^5 \text{V}.$$

Logo, a diferença de potencial entre A e B é $1,8 \times 10^5 \text{V}$.

2) A figura deste problema mostra duas grandes placas metálicas A e D e uma caixa metálica oca cujas faces B e C são paralelas às placas. Duas baterias, de 300 V cada uma, são ligadas às placas e à caixa, da maneira mostrada na figura. Considerando a placa A como nível de potencial, indique, entre as afirmativas seguintes, aquelas que estão corretas. Justifique-as.

- O campo elétrico entre A e B está dirigido de B para A e vale $1,5 \times 10^4 \text{ V/m}$.
- O campo elétrico entre B e C é nulo.
- O campo elétrico entre C e D está dirigido de C para D e vale $1,5 \times 10^4 \text{ V/m}$.
- O potencial da placa D é zero.

Resolução

a) Correta, pois de acordo com os polos da bateria, a placa A é negativa e B é positiva. Então o vetor \vec{E} está dirigido de B para A, sendo seu valor:

$$E = \frac{V_A - V_B}{d}$$

$$E = \frac{300 \text{V}}{2,0 \times 10^{-2} \text{m}}$$

$$E = 1,5 \times 10^4 \text{ V/m}.$$

b) Correta, pois sabemos que o campo elétrico no interior de um condutor, em equilíbrio eletrostático é nulo.

c) Correta, pois de acordo com os polos da bateria, a placa D é negativa e C é positiva. Então o vetor \vec{E} está dirigido de C para D, sendo seu valor:

$$E = \frac{V_C - V_D}{d}$$

$$E = \frac{300V}{2,0 \times 10^{-2}m}$$

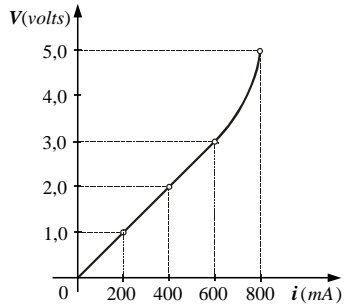
$$E = 1,5 \times 10^4 V/m.$$

d) Correta, pois o potencial de B em relação a A é $V_B = 300V$, uma vez que $V_A = 0$. Como todos os pontos de um condutor em equilíbrio eletrostático estão no mesmo potencial, temos $V_C = V_B$, ou seja, $V_C = 300V$ e $V_D = 0$.

Sessão de resolução de problemas V

1) Um técnico eletricista, para obter as características de um determinado resistor, submete o mesmo a vários valores de diferença de potencial, obtendo as intensidades de corrente elétrica correspondentes. Com os valores obtidos, o técnico constrói o gráfico $V \times i$ mostrado ao lado, concluindo que o gráfico caracteriza a maioria dos resistores reais:

Analise o gráfico e assinale as proposições corretas, apresentando as devidas justificativas.



Resolução

a) (Correta) A resistência desse resistor tende a aumentar com o seu aquecimento, devido ao aumento da corrente.

Quando aquecemos um material, aumentamos a agitação das moléculas que o compõem. Dessa forma, aumentamos a oposição que esse material oferece à passagem de corrente elétrica, ou seja, sua resistência elétrica. Coletando pontos do gráfico para diferentes valores da corrente elétrica i , e substituindo na relação $R = \frac{V}{i}$, temos que:

- Para $i = 200$ mA, $V = 1,0$ V: $R = \frac{1,0 V}{0,2 A} = 5,0 \Omega$.

- Para $i = 400$ mA, $V = 2,0$ V: $R = \frac{2,0 V}{0,4 A} = 5,0 \Omega$.

- Para $i = 600$ mA, $V = 3,0$ V: $R = \frac{3,0 V}{0,6 A} = 5,0 \Omega$.

- Para $i = 800$ mA, $V = 5,0$ V: $R = \frac{5,0 V}{0,8 A} = 6,25 \Omega$.

O aumento da resistência elétrica nesse resistor ocorre para valores maiores de 600 mA, momento em que a relação $R = \frac{V}{i}$ não é mais constante e esse resistor deixa de ser ôhmico.

b) (Correta) No trecho de 0 a 600 mA, o resistor é considerado ôhmico, pois o valor da resistência é constante.

Um resistor ôhmico é aquele que o valor da resistência permanece constante, independente da voltagem aplicada no condutor. No trecho entre 0 a 600 mA, do gráfico, percebemos um aumento linear da voltagem em função da corrente elétrica, o que implica na constância da relação $R = \frac{V}{i}$.

c) (Incorreta) No trecho de 600 mA até 800 mA, a relação $R = \frac{V}{i}$ não pode ser aplicada, pois o resistor não é mais ôhmico.

Em trechos em que o comportamento do resistor não é mais ôhmico, a equação $R = \frac{V}{i}$ ainda pode ser aplicada, no entanto, a relação não será mais constante.

d) (Incorreta) Quando passa pelo resistor uma corrente de 800 mA, a resistência elétrica do mesmo é 5 Ω.

Quando circula pelo resistor uma corrente elétrica de 800 mA, a voltagem é de 5 V. A resistência elétrica desse resistor, nessas condições é de:

$$R = \frac{V}{i}$$
$$R = \frac{5 \text{ V}}{800 \times 10^{-3} \text{ A}}$$
$$R = 6,25 \text{ } \Omega.$$

e) (Correta) Se o técnico desejar construir um resistor de resistência igual a 5 Ω, utilizando um fio de níquel cromo ($\rho = 1,5 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$) com área da secção reta de 1,5 mm², o comprimento deste fio deverá ter 5 m.

Para determinarmos o comprimento l do fio em função de sua resistência elétrica R , sua resistividade ρ , e a secção reta A , utilizamos a seguinte equação:

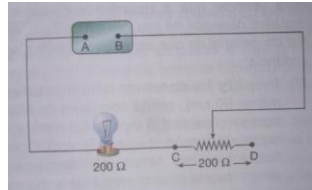
$$R = \frac{\rho l}{A}$$

Para as características descritas acima, o comprimento do fio deverá ser:

$$l = \frac{RA}{\rho}$$
$$l = \frac{5 \text{ } \Omega \cdot 1,5 \times 10^{-6} \text{ m}^2}{1,5 \cdot 10^{-6} \text{ } \Omega \cdot \text{m}}$$
$$l = 5 \text{ m.}$$

Sessão de resolução de problemas VI

1) Entre os pontos A e B da tomada mostrada na figura deste problema é mantida uma diferença de potencial $V_{AB} = 120V$. Calcule a corrente que passa na lâmpada para as seguintes posições do cursor do reostato:



- Cursor em C.
- Cursor no meio CD
- Cursor em D.

Resolução

a) Quando o cursor do circuito elétrico está fechado na posição C, o sistema é constituído apenas pela fonte de tensão $V_{AB} = 120 V$ e pela lâmpada de resistência $R_{lâmpada} = 200 \Omega$. Logo, a corrente que passa na lâmpada é:

$$R = \frac{V_{AB}}{i}$$

$$i = \frac{V_{AB}}{R}$$

$$i = \frac{120 V}{200 \Omega}$$

$$i = 0,6 A$$

b) Quando o cursor do circuito elétrico está fechado no meio de CD, o sistema é constituído pela fonte de tensão $V_{AB} = 120 V$, pela lâmpada de resistência $R_{lâmpada} = 200 \Omega$ e ainda por metade da resistência $R_{CD} = 200 \Omega$. A resistência equivalente R desse circuito em série é o somatório das resistências de cada um dos componentes do circuito:

$$R = R_{lâmpada} + \frac{1}{2} R_{CD}$$

$$R = 200 \Omega + \frac{1}{2} 200 \Omega$$

$$R = 300 \Omega.$$

Logo, a corrente total do circuito é:

$$i = \frac{V_{AB}}{R}$$

$$i = \frac{120 V}{300 \Omega}$$

$$i = 0,4 \text{ A.}$$

No circuito em série, a corrente total é igual a corrente que passa em cada resistência. Portanto, a corrente elétrica que passa na lâmpada é 0,4 A.

c) Quando o cursor do circuito elétrico está fechado na posição D, o sistema é constituído pela fonte de tensão $V_{AB} = 120 \text{ V}$, pela lâmpada de resistência $R_{lâmpada} = 200 \Omega$ e por toda resistência $R_{CD} = 200 \Omega$. A resistência equivalente R desse circuito em série é o somatório das resistências de cada um dos componentes do circuito:

$$R = R_{lâmpada} + R_{CD}$$

$$R = 200 \Omega + 200 \Omega$$

$$R = 400 \Omega.$$

Logo, a corrente total do circuito é:

$$i = \frac{V_{AB}}{R}$$

$$i = \frac{120 \text{ V}}{400 \Omega}$$

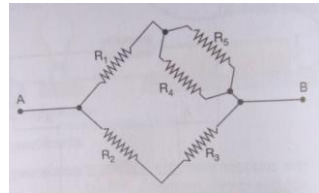
$$i = 0,3 \text{ A.}$$

Portanto, a corrente elétrica que passa na lâmpada é 0,3 A.

2) Na associação de resistências mostrada na figura deste problema, temos $R_1 = 3,0 \Omega$

e $R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 6,0 \Omega$. A voltagem aplicada entre A e B é de 24V. Calcule:

- A resistência equivalente da associação.
- A corrente total que passa de A para B.
- A corrente que passa em cada resistência.



Resolução

a) Calcularemos a resistência equivalente R_{eq} da associação de resistores apresentada na figura acima passo a passo. Inicialmente calcularemos a resistência equivalente para os resistores R_4 e R_5 , que estão ligados em paralelo. Nas associações em paralelo, a resistência equivalente é dada pela seguinte expressão:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Para as resistências R_4 e R_5 a expressão acima fica:

$$\frac{1}{R_{45}} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$$

Substituindo os valores de R_4 e R_5 , temos:

$$\frac{1}{R_{45}} = \frac{1}{6,0 \Omega} + \frac{1}{6,0 \Omega}$$

$$\frac{1}{R_{45}} = \frac{2}{6,0 \Omega}$$

$$R_{45} = \frac{6,0 \Omega}{2}$$

$$R_{45} = 3,0 \Omega.$$

Em seguida, calcularemos a resistência equivalente para os resistores R_1 e R_{45} , que estão ligados em série. Nas associações em série, a resistência equivalente é dada pela seguinte expressão:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Para as resistências R_1 e R_{45} a expressão acima fica:

$$R_{145} = R_1 + R_{45}$$

Substituindo os valores de R_1 e R_{45} , temos:

$$R_{145} = 3,0 \Omega + 3,0 \Omega$$

$$R_{145} = 6,0 \Omega$$

Calcularemos agora a resistência equivalente para os resistores R_2 e R_3 , que também estão ligados em série. Para as resistências R_2 e R_3 a expressão da resistência equivalente para a associação de resistores em série fica:

$$R_{23} = R_2 + R_3$$

Substituindo os valores de R_2 e R_3 , temos:

$$R_{23} = 6,0 \Omega + 6,0 \Omega$$

$$R_{23} = 12,0 \Omega$$

Por fim, calcularemos a resistência equivalente para os resistores equivalentes parciais R_{145} e R_{23} , que estão ligados em paralelo. Para as resistências R_{145} e R_{23} a expressão da resistência equivalente para a associação de resistores em paralelo fica:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{145}} + \frac{1}{R_{23}}$$

Substituindo os valores de R_{145} e R_{23} , temos:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6,0 \Omega} + \frac{1}{12,0 \Omega}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{2 + 1}{12,0 \Omega}$$

$$R_{eq} = \frac{12,0 \Omega}{3}$$

$$R_{eq} = 4,0 \Omega.$$

Logo, a resistência equivalente da associação de resistores da figura é $4,0 \Omega$.

b) A partir da resistência equivalente da associação de resistores R_{eq} , é possível calcularmos a corrente elétrica total que passa de A para B. Para tanto utilizamos a seguinte relação:

$$R_{eq} = \frac{V}{i}$$

Em que V é a voltagem aplicada entre A e B. Substituindo os valores de R_{eq} e V , temos que:

$$i = \frac{24V}{4,0 \Omega}$$

$$i = 6,0A$$

Logo, a corrente total que passa de A para B é $6,0A$.

c) Assim como fizemos no cálculo da resistência equivalente da associação de resistores, calcularemos a corrente que passa em cada resistência passo a passo. Inicialmente calcularemos a corrente que passa na associação dos resistores equivalentes parciais R_{145} e R_{23} , que estão ligados em paralelo. Nas associações em paralelo a corrente que chega à associação se divide entre os resistores, mas a voltagem é igual. Portanto, para a parte inferior da associação de resistores, em que a resistência equivalente parcial é $R_{23} = 12,0\Omega$, temos:

$$R_{23} = \frac{V}{i_{23}}$$

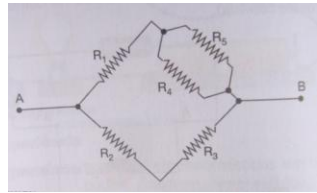
Substituindo os valores de R_{23} e V , temos:

$$i_{23} = \frac{24V}{12,0\Omega}$$

$$i_{23} = 2,0A.$$

Nas associações em série, a voltagem se divide entre os resistores, entretanto, a corrente elétrica é igual para todos eles, portanto: $i_2 = i_3 = 2,0A$.

Já para a parte superior da associação de resistores, em que a resistência



equivalente parcial é $R_{145} = 6,0\Omega$:

$$R_{145} = \frac{V}{i_{145}}$$

Substituindo os valores de R_{145} e V , temos:

$$i_{145} = \frac{24V}{6,0\Omega}$$

$$i_{145} = 4,0A.$$

Como mencionado anteriormente, nas associações em série, a voltagem se divide entre os resistores, entretanto, a corrente elétrica é igual para todos eles, portanto: $i_{145} = i_1 = i_{45} = 4,0A$.

Falta ainda calcular a corrente elétrica que passa nos resistores R_4 e R_5 , que por estarem ligados em paralelo a corrente elétrica que chega à associação se divide entre eles. Como $R_4 = R_5 = 6,0\Omega$, a corrente elétrica encontra a mesma resistência tanto pelo caminho superior em R_5 , quanto pelo caminho inferior em R_4 , e então se divide pela metade, resultando em: $i_4 = i_5 = 2,0A$.

Logo, a intensidade de corrente elétrica que passa em cada resistor é:

$$i_1 = 4,0A$$

$$i_2 = 2,0A$$

$$i_3 = 2,0A$$

$$i_4 = 2,0A$$

$$i_5 = 2,0A.$$

ANEXOS

Anexo A – Questionário Motivacional



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
COLÉGIO DE APLICAÇÃO



Olá, tudo bem? Sou Gabriela, estudante de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica da UFSC e vamos trabalhar juntos na disciplina de física durante esse ano. Gostaria de conhecer um pouco da sua relação com os estudos, com seus colegas e com seu professor nas aulas de física, além de saber o que você pensa e o que sente sobre e durante as atividades dessa disciplina. Essas informações são bastante subjetivas, e só você pode falar sobre você mesmo. Então, responda nas questões abaixo o que você pensa e sente sobre os aspectos mencionados acima.

Nome: _____

Série: _____

Data: ___/___/___

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.

Anexo B – Instruções para a Sessão de Resolução de Problemas



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
COLÉGIO DE APLICAÇÃO



Para essa resolução adotaremos um procedimento um pouquinho diferente do habitual, além dos problemas para resolver, você terá que escrever o que está pensando e sentindo durante a resolução de cada problema. Abaixo seguem algumas instruções de como proceder nos momentos de resolução.

1ª) Para cada etapa do problema, utilize expressões para representar estados emocionais específicos no campo indicado no formulário de resolução. Essas expressões são aquelas que utilizamos costumeiramente nos bate-papos pela *internet* e que imitam expressões faciais para algumas emoções. Por exemplo, para representar o estado de **alegria** ou **felicidade** utilize =). No quadro abaixo, apresentamos algumas possibilidades de representação para suas emoções.

Alegria ou felicidade	=)
Tristeza	=(
Frustração	=/
Satisfação	=D
Assustado	=O
Ansiedade	={
Medo	=X
Interesse	O.O
Desinteresse	¬¬
Sem alteração ou normal	=
Euforia	=))))))

2ª) Registre seu raciocínio e seu estado emocional durante a resolução por meio da linguagem escrita e verbal. No formulário de resolução há um campo específico (comentários) para que você escreva. Comente verbalmente os passos que toma e as dúvidas que tem na resolução de forma clara para que o gravador possa captar suas falas.

3ª) Utilize quantas etapas forem necessárias para resolver o problema. Entretanto, ocupe apenas o quadro de resolução. Registrar suas respostas e comentários de forma organizada é muito importante para uma análise posterior.

Anexo C – Formulário de Resolução de Problemas I



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
COLÉGIO DE APLICAÇÃO



Nome: _____
Série: _____ **Data:** ___/___/___

1) Uma partícula de massa $m = 1,0 \text{ g}$ e carga elétrica $q = 5,0 \text{ mC}$ está em equilíbrio estático, sujeita simultaneamente a ação de um campo elétrico vertical e ao campo gravitacional terrestre ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Determinar as características do vetor campo elétrico no ponto onde se encontra essa partícula.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.

2) Sobre uma carga de 2 C , situada num ponto P, age uma força de módulo 6 N . no mesmo ponto, se substituirmos a carga por uma outra de 3 C , qual será o valor da força sobre ela?

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.

Anexo D – Formulário de Resolução de Problemas II



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
COLÉGIO DE APLICAÇÃO

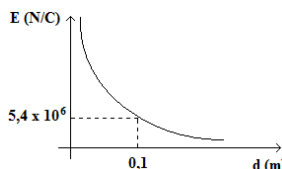


Nome: _____

Série: _____

Data: ___/___/___

1) O diagrama representa a intensidade do campo elétrico, 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 $0,6$ cm da carga Q .

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	a)	
	b)	

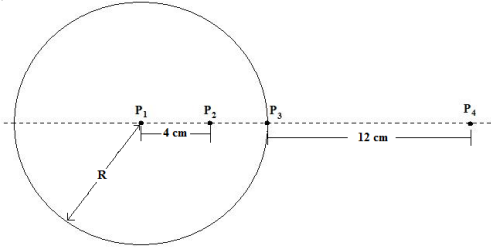
2) Duas cargas puntiformes, $Q_1 = 4 \mu\text{C}$ e $Q_2 = 9 \mu\text{C}$, estão separadas por uma distância de 15 cm; em que ponto da reta que une essas cargas o campo elétrico resultante é nulo?

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.

3) A figura abaixo, representa uma esfera condutora de raio $R = 8,0$ cm, eletrizada positivamente com uma carga de valor $Q = 3,2 \mu\text{C}$, uniformemente distribuída em sua superfície. Seja P_1 um ponto no centro da esfera, P_2 um ponto a $4,0$ cm do centro, P_3 um ponto na superfície da esfera e P_4 um ponto a $12,0$ cm da superfície da esfera.

a) Desenhe (se existirem) os vetores campo elétrico nos pontos P_1 , P_2 , P_3 e P_4 .

b) Calcule os módulos do campo elétrico nos pontos P_1 , P_2 , P_3 e P_4 .

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	<p>a)</p>  <p>The diagram shows a sphere with a horizontal dashed line passing through its center. Point P_1 is at the center. Point P_2 is on the dashed line to the right of P_1, with a distance of 4 cm indicated by a dimension line. Point P_3 is on the rightmost edge of the sphere. Point P_4 is further to the right, with a distance of 12 cm from P_3 indicated by a dimension line. A radius R is shown as a line from P_1 to the bottom edge of the sphere.</p>	
	<p>b)</p>	

Anexo E – Formulário de Resolução de Problemas III



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
COLÉGIO DE APLICAÇÃO



Nome: _____

Série: _____

Data: ___/___/___

1) Considere uma lâmpada ligada à tomada elétrica de uma residência. Verifica-se que um trabalho de 44 J é realizado sobre uma carga de 0,20C que passa, através da lâmpada, de um terminal a outro desta tomada.

a) Qual é a diferença de potencial entre os terminais da tomada?

b) Um aparelho é ligado a esta tomada durante certo tempo, recebendo 1100 J de energia das cargas elétricas que passam através dele. Qual é o valor total destas cargas?

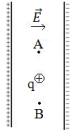
Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	a)	
	b)	

2) Uma carga de prova positiva q é transportada por uma pessoa, de A para B, dentro de um campo elétrico uniforme, ao longo da trajetória mostrada na figura deste exercício.

a) Desenhe na figura o vetor força elétrica \vec{F} que atua em q enquanto ela se desloca.

b) Qual o trabalho T_{AB} que esta força elétrica realiza no deslocamento de A para B?

c) Então, qual é a diferença de potencial entre os pontos A e B.

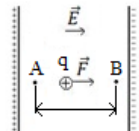
Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	a) 	
	b)	
	c)	

3) Usando um aparelho apropriado mediu-se a ddp , entre as placas mostradas na figura ao lado, encontrando-se $V_{AB} = 300 \text{ V}$. Verificou-se também que a distância entre A e B era $d = 5 \text{ mm}$.

a) Calcular a intensidade do campo entre as placas.

b) Supondo $q = 2 \times 10^{-7} \text{ C}$, qual o valor da força elétrica que atua nesta carga?

c) Qual o trabalho realizado para mover a carga de A para B?



Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	a)	

	b)	
	c)	

Anexo F – Formulário de Resolução de Problemas IV



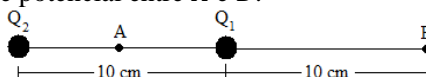
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
COLÉGIO DE APLICAÇÃO



Nome: _____
Série: _____ **Data:** ___/___/___

1) Duas cargas pontuais $Q_1 = 5,0\mu\text{C}$ e $Q_2 = -2,0\mu\text{C}$, colocadas no ar, estão separadas por 10 cm. Sabendo-se que o ponto A está situado no meio do segmento que une Q_1 e Q_2 e que o ponto B dista 10 cm de Q_1 , calcule:

- a) O potencial do ponto A .
- b) O potencial do ponto B .
- c) A diferença de potencial entre A e B .



Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	a)	
	b)	
	c)	

2) A figura (Problema 9, página 102 do livro) deste problema mostra duas grandes placas metálicas A e D e uma caixa metálica oca cujas faces B e C são paralelas às placas. Duas baterias, de 300 V cada uma, são ligadas às placas e à caixa, da maneira mostrada na figura. Considerando a placa A como nível de potencial, indique, entre as afirmativas seguintes, aquelas que estão corretas. Justifique-as.

- a) O campo elétrico entre A e B está dirigido de B para A e vale $1,5 \times 10^4\text{ V/m}$.
- b) O campo elétrico entre B e C é nulo.
- c) O campo elétrico entre C e D está dirigido de C para D e vale $1,5 \times 10^4\text{ V/m}$.
- d) O potencial da placa D é zero.

Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	a)	
	b)	
	c)	
	d)	

Anexo G – Formulário de Resolução de Problemas V



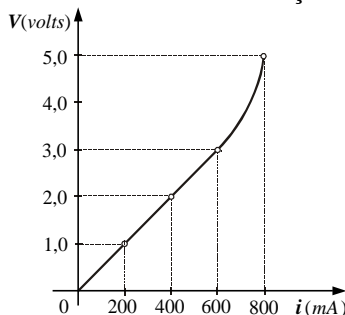
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
COLÉGIO DE APLICAÇÃO



Nome: _____
Série: _____ **Data:** ___/___/___

1) Um técnico eletricitista, para obter as características de um determinado resistor, submete o mesmo a vários valores de diferença de potencial, obtendo as intensidades de corrente elétrica correspondentes. Com os valores obtidos, o técnico constrói o gráfico $V \times i$ mostrado abaixo, concluindo que o gráfico caracteriza a maioria dos resistores reais:

Analise o gráfico e assinale as proposições corretas, apresentando as devidas justificativas.



Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	a) () A resistência desse resistor tende a aumentar com o seu aquecimento, devido ao aumento da corrente.	
	b) () No trecho de 0 a 600 mA, o resistor é considerado ôhmico, pois o valor da resistência é constante.	

	<p>c) () No trecho de 600 mA até 800 mA, a relação $R = \frac{V}{i}$ não pode ser aplicada, pois o resistor não é mais ôhmico.</p>	
	<p>d) () Quando passa pelo resistor uma corrente de 800 mA, a resistência elétrica do mesmo é 5Ω.</p>	
	<p>e) () Se o técnico desejar construir um resistor de resistência igual a 5Ω, utilizando um fio de níquel cromo ($\rho = 1,5 \cdot 10^{-6}\Omega \cdot m$) com área da secção reta de $1,5\text{ mm}^2$, o comprimento deste fio deverá ter 5 m.</p>	

Anexo H – Formulário de Resolução de Problemas VI



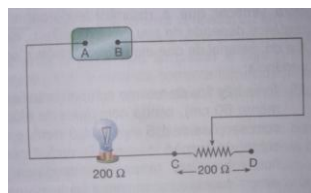
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
COLÉGIO DE APLICAÇÃO



Nome: _____
Série: _____ **Data:** ___/___/___

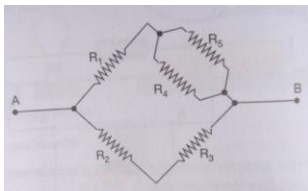
1) Entre os pontos A e B da tomada mostrada na figura deste problema é mantida uma diferença de potencial $V_{AB} = 120V$. Calcule a corrente que passa na lâmpada para as seguintes posições do cursor do reostato:

- a) Cursor em C.
- b) Cursor no meio CD
- c) Cursor em D.



Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	a)	
	b)	
	c)	

- 2) Na associação de resistências mostrada na figura deste problema, temos $R_1 = 3,0 \Omega$ e $R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 6,0 \Omega$. A voltagem aplicada entre A e B é de $24V$. Calcule:
- A resistência equivalente da associação.
 - A corrente total que passa de A para B .
 - A corrente que passa em cada resistência.



Marcadores emocionais	Resolução	Comentários sobre o que você sente e pensa durante a resolução.
	a)	
	b)	
	c)	

Anexo I – Gráfico emocional



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
COLÉGIO DE APLICAÇÃO



Parabéns por participarem da resolução de problemas! É muito importante para nós, professores e pesquisadores, e também para vocês alunos, sabermos como nos sentimos e o que pensamos durante cada etapa da resolução de problemas. Agora, para completar esse ciclo vamos responder apenas mais duas perguntinhas e traçar um gráfico desses nossos sentimentos.

Nome: _____

Série: _____ **Data:** ___/___/___

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.



Anexo J – Gráfico emocional da avaliação



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
COLÉGIO DE APLICAÇÃO



Nome: _____

Série: _____

Data: ___/___/___

1. Como você se sente antes de resolver os problemas dessa atividade avaliativa?

Relate brevemente por que você se sente dessa maneira.

2. Como você se sente depois de concluir essa atividade?

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 dos problemas dessa atividade. 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.



Anexo L – Termo de consentimento livre e esclarecido



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
COLÉGIO DE APLICAÇÃO**



Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa como voluntário(a). Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento (duas páginas), que está em duas vias. Uma delas é sua, e a outra dos pesquisadores. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida, você poderá esclarecê-las com os pesquisadores relacionados abaixo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: *Investigando a Influência do Domínio Afetivo em Atividades Didáticas de Resolução de Problemas de Física em Sala de Aula*

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho – Departamento de Física/UFSC. Contato: custodio@fsc.ufsc.br.

Pesquisador participante: Gabriela Kaiana Ferreira – Mestranda do Programa de Pós-Graduação Educação Científica e Tecnológica. Contato: (48) 9632-2423 ou gabikaiana@gmail.com

Descrição da pesquisa (conforme Res. CNS n.o 196/96)

Com essa pesquisa, temos como objetivo principal contribuir com o ensino da Física oferecendo uma proposta para os professores da disciplina para que possam aperfeiçoar sua prática docente e assim, levar aos alunos novas formas e métodos para ensinar Física. Todas as etapas da pesquisa acontecerão em dias letivos, não sendo necessários deslocamentos para a escola em horários extraclasse. Os alunos participarão da pesquisa da seguinte forma:

1. Preenchimento de um questionário no qual temos como objetivo conhecer as relações que os alunos estabelecem com os colegas, com o professor e com a Física, além do que pensam e sentem nas aulas, em especial, ao resolver problemas.

2. Sessões de resolução de problemas em sala de aula com acompanhamento do professor da disciplina. Essas atividades já ocorrem frequentemente nas aulas de Física. Os exercícios estão dentro do conteúdo previsto para a disciplina, não trazendo qualquer prejuízo aos alunos em relação à qualidade do trabalho já realizado na escola. Essas atividades serão filmadas para que possamos acompanhar o que os alunos falam e expressam durante a atividade, sendo importantes para a realização da entrevista.

3. Preenchimento de um gráfico para traçar os sentimentos e reações emocionais que perceberam ter surgido durante a resolução de problemas.

4. Entrevistas individuais que ocorrerão no ambiente escolar sendo coordenadas pelo pesquisador participante. Não estaremos em nenhum momento avaliando a aprendizagem ou desempenho do aluno, e sim buscando relações entre esses elementos e os sentimentos experimentados durante as aulas de Física.

O professor participará da pesquisa coordenando as sessões de resolução de problemas.

IMPORTANTE: Em nenhum momento serão divulgados os nomes dos participantes e todo o material coletado será utilizado apenas com o propósito da pesquisa. Portanto, nenhuma imagem ou voz será divulgada. Apenas os pesquisadores terão acesso ao material. Como os alunos tem idade inferior a 18 anos, os pais ou responsáveis deverão consentir com a participação do estudante assinando este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Caso haja participantes com idade igual ou superior a 18 anos, ele próprio poderá assinar este termo. Nenhum dos participantes terá gastos financeiros com a pesquisa.

Essa pesquisa não oferece nenhum risco de ordem física aos participantes, entretanto, pelo fato de envolver gravações em áudio e vídeo, podem gerar desconfortos associados a esses meios. Por esse motivo, será garantida a liberdade do participante, seja professor, aluno ou seu responsável, de recusar a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem penalização ou prejuízo algum. Após análise, a essência do material constituirá a dissertação de mestrado da pesquisadora Gabriela Kaiana Ferreira, que se compromete trazer nesse trabalho contribuições concretas em relação ao ensino e a aprendizagem da Física, tanto no ensino básico, quanto no ensino superior, próximo nível de estudo desses estudantes. O encerramento da pesquisa se dará após análise final do material coletado que será arquivado para possíveis análises futuras.

Caso necessitem de maiores explicações, os pesquisadores estarão à disposição para esclarecer as dúvidas, pelo correio eletrônico ou pessoalmente.

Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho
Pesquisador Responsável

Gabriela Kaiana Ferreira
Pesquisadora Participante

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO (assinado pelo(a) estudante)

Eu, _____, RG/ CPF _____, abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa *Investigando a Influência do Domínio Afetivo em Atividades Didáticas de Resolução de Problemas de Física no Ensino Médio*. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora Gabriela Kaiana Ferreira e por meio desse termo sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto me leve a qualquer penalidade ou prejuízo.

Florianópolis, ____ de _____ de 2011.

Assinatura

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO (assinado pelo(a) responsável)

Eu, _____, RG/ CPF _____, abaixo assinado, responsável pelo aluno(a) _____, autorizo sua participação na pesquisa *Investigando a Influência do Domínio Afetivo em Atividades Didáticas de Resolução de Problemas de Física no Ensino Médio*. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) por meio desse termo sobre a pesquisa, sobre os procedimentos nela envolvidos, assim como sobre os possíveis riscos e benefícios decorrentes da sua participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou prejuízo a mim ou ao menor.

Florianópolis, ____ de _____ de 2011.

Assinatura