

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação



Dissertação de Mestrado

**O DESENVOLVIMENTO DOS CONCEITOS CIENTÍFICOS DE MECÂNICA
POR ALUNOS DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA: UMA
INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA ALICERÇADA NA TEORIA HISTÓRICO-
CULTURAL DA ATIVIDADE E NAS ESTRATÉGIAS DA
AUTORREGULAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

LARISSA PIRES BILHALBA

PELOTAS, 2015

LARISSA PIRES BILHALBA

**O DESENVOLVIMENTO DOS CONCEITOS CIENTÍFICOS DE MECÂNICA
POR ALUNOS DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA: UMA
INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA ALICERÇADA NA TEORIA HISTÓRICO-
CULTURAL DA ATIVIDADE E NAS ESTRATÉGIAS DA
AUTORREGULAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação – PPGE da Faculdade de Educação/FaE pertencente a Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Lourdes Maria Bragagnolo Frison

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Magda Floriana Damiani

Pelotas, 2015

Larissa Pires Bilhalba

O desenvolvimento dos conceitos científicos de mecânica por alunos do curso de licenciatura em física: uma intervenção pedagógica alicerçada na teoria histórico-cultural da atividade e nas estratégias da autorregulação da aprendizagem

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 12 de Fevereiro de 2015

Banca examinadora:

.....
Prof.^a Dr.^a Lourdes Maria Bragagnolo Frison (Orientadora)
Doutora em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

.....
Prof.^a Dr.^a Magda Floriana Damiani (Presidente da Banca)
Doutora em Educação pelo Institute of Education da Universidade de Londres/Inglaterra

.....
Prof.^a Dr.^a Ana Margarida Veiga Simão
Doutora em Ciências da Educação pela Universidade de Lisboa, Portugal

.....
Prof.^a Dr.^a Carla Gonçalves Rodrigues
Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

.....
Prof.^a Dr.^a Maria do Carmo Galiuzzi
Doutora em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho aos meus pais, Elenara e Carlos Alberto, que me ensinaram desde sempre que, a força do pensamento é a luz do conhecimento; a força da vontade é a energia do caráter; a força do coração é o amor.

LUDWIG FEUERBACH

Agradecimentos

Considero-me sortuda, pois existem pessoas ao meu redor que estão sempre torcendo por mim, me apoiam, me incentivam, me fortalecem, me amam e me fazem amar. Estão comigo nas vitórias e nos momentos de fraqueza. Essas pessoas, durante a execução desse trabalho, e até mesmo na minha própria vida, estão sempre junto a mim, mesmo que seja somente para dizer que tudo vai dar certo. Se Muito obrigada é a palavra que pode mediar o meu sentimento de gratidão e, demonstrar o quanto vocês são especiais para mim, não posso deixar de dizê-la:

Aos meus pais, que são os maiores exemplos de determinação, honestidade, amor, carinho que eu poderia ter. Sem os incansáveis incentivos, as palavras de conforto, e todo o apoio que vocês me oferecem diariamente, eu jamais conseguiria chegar com vitória a nenhum dos meus objetivos;

A minha irmã e melhor amiga Leticia, que zela por mim, me inspira e me apoia. E, a melhor família que eu poderia ter, Duda, Mano, Chris, Gui, Dandara e Jean. Vocês, que sempre compreendem meus momentos de ausência, são meu porto seguro;

Ao meu noivo Rafael, o melhor companheiro que eu poderia ter. Me mostra o quanto eu posso amar, me faz viver a melhor versão de mim, faz eu sentir uma felicidade plena. Quando eu achava que não iria conseguir escrever mais nenhuma palavra nessa dissertação, tu estavas do meu lado para me mostrar que tudo tinha uma solução. Teu carinho, amor, e cumplicidade são essenciais;

A Professora Magda Damiani, que proporcionou avanços na minha aprendizagem sobre a Teoria Vygotskyana, sobre como fazer uma pesquisa, me ajudando incansavelmente, fazendo com que eu me superasse a cada escrita. Os saberes aprendidos contigo, dentro e fora da sala da aula, vou levar sempre comigo;

A Professora Lourdes Frison, por suas valiosas orientações, exemplos, e oportunidades para que eu me superasse e me empenhasse a cada dia como

pesquisadora, aluna e professora. Sou muito grata por você ter me mostrado caminhos que podem ser muito frutíferos na minha jornada;

Ao Professor Álvaro Ayala, por ter me despertado o gosto pelo aprender e pelo ensinar. Por acreditar nesse trabalho, e caminhar ao meu lado, em busca de novos avanços. Sem a confiança que depositaste em mim, os incentivos e os conhecimentos que me proporcionas, essa pesquisa seria inviável;

As Professoras, da banca examinadora, Carla Gonçalves Rodrigues, Maria do Carmo Galiazzi e Ana Margarida Veiga Simão. Suas contribuições foram extremamente valiosas para o meu crescimento;

A Professora Daniela Vilas Bôas, por me mostrar novos horizontes do conhecimento. Nossas discussões sobre a Teoria-Histórico-Cultural foram muito importantes para mim;

A minha amiga e colega Luciana Toaldo, por dividir comigo momentos difíceis e, produtivos, por sua solidariedade e companheirismo. E aos demais colegas do grupo da ARA e do grupo da THCA;

As amigas Renata, Thais, Priscila, Fernanda, Roberta, Rita, Amanda, Giuliana e Isabella, que ouviram minhas reclamações, meus desabafos entenderam minhas ausências e sempre podiam me dar um colinho;

A Rô, pela sua energização.

A CAPES, pelo apoio financeiro.

Por fim, mas não menos importante, a todos os alunos do curso de Licenciatura em Física que participaram dessa pesquisa.

A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.

Albert Einstein

Resumo

BILHALBA, Larissa Pires. **O desenvolvimento dos conceitos científicos de Mecânica por alunos do curso de licenciatura em física: uma intervenção pedagógica alicerçada na teoria histórico-cultural da atividade e nas estratégias da autorregulação da aprendizagem.** 2015. 162f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

A pesquisa teve como objetivo planejar, implementar e avaliar uma intervenção pedagógica, à luz da Teoria Histórico-cultural da Atividade e do construto da Autorregulação da Aprendizagem, visando o desenvolvimento dos conceitos científicos de Mecânica em alunos do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Pelotas. Esse curso vem enfrentando altos índices de reprovação e evasão, principalmente nos semestres iniciais e, um dos fatores que podem estar associados a esses índices é a dificuldade de aprendizagem dos conceitos de Mecânica, que são apresentados nas disciplinas introdutórias do curso (BILHALBA; AYALA FILHO, 2012). Com o intuito de dirimir esse problema o curso de Licenciatura em Física implementou uma nova disciplina no primeiro semestre intitulada de Introdução ao Pensamento Físico, a qual intenciona desenvolver os conceitos científicos de Mecânica. No contexto dessa disciplina, foi realizada a intervenção pedagógica, que buscou promover o desenvolvimento desses conceitos, e levar os alunos a utilizarem estratégias autorregulatórias que promovessem a tomada de consciência sobre as características de seus próprios processos de aprendizagem. Essa intervenção, foi realizada no primeiro semestre, totalizando 14 aulas e com 20 alunos participantes. A pesquisa propriamente dita, de caráter qualitativo, teve como foco analisar os efeitos da intervenção, verificando se os alunos conseguiram autorregular sua aprendizagem e se avançaram no desenvolvimento dos conceitos científicos trabalhados. Os resultados mostraram que a metodologia da intervenção pedagógica, baseada no construto da autorregulação da aprendizagem e da teoria histórico-cultural da atividade, realizada na disciplina de Introdução ao Pensamento Físico, parece poder desenvolver avanços na aprendizagem dos alunos podendo inclusive ser um instrumento importante para a reformulação das disciplinas iniciais dos cursos de Física.

Palavras-chave: Conceitos Científicos de Mecânica; Teoria-Histórico-Cultural; Autorregulação da Aprendizagem; Intervenção Pedagógica.

Abstract

BILHALBA, Larissa Pires. **The development of scientific concepts in mechanics for students in physics degree course: an educational intervention grounded in cultural-historical activity theory and the learning of self-regulation strategies.** 2015. 162f. Dissertation (Master of Education) - Graduate Program in Education, Faculty of Education, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2015.

The research aimed to plan, implement and evaluate a pedagogical intervention in the light of historical-cultural Theory of Activity and construct of Self-Regulation of Learning, for the development of scientific concepts in mechanics students of Degree in Physics from the Federal University Pelotas. This course has been facing high rates of failure and dropout, particularly in the early semesters and one of the factors that may be associated with these indexes is the difficulty of learning the mechanics concepts that are presented in the introductory course subjects (BILHALBA; AYALA FILHO, 2012). In order to resolve this problem the Degree in Physics implemented a new discipline in the first half titled Introduction to Physical Thought, which intends to develop scientific concepts of mechanics. In the context of this discipline, the educational intervention was carried out, which sought to promote the development of these concepts; and lead the students to use self-regulatory strategies that promote the awareness of the characteristics of their own learning processes. This intervention was carried out in the first half, totaling 14 classes and 20 students participating. The research itself, qualitative, focused on analyzing the effects of intervention, making sure that the students could self-regulate their learning and advanced the development of scientific concepts worked. The results showed that the methodology of pedagogical intervention, based on the self-regulation of learning and construct cultural-historical activity theory, held in an Introduction to Physical Thought, seems able to develop advances in student learning and may also be an important tool for the reformulation of the initial disciplines of physics courses.

Keywords: Mechanical Scientific Concepts; Theory-Historic-Cultural; Self-Regulation of Learning; Pedagogical intervention.

Lista de Figuras

Figura 1	Mapa conceitual das principais ideias da Teoria-Histórico Cultural.....	25
Figura 2	Esquema proposto por Vygotsky (1930, p.27), na qual S é o estímulo, R a resposta e X o elemento mediador entre S e R.....	26
Figura 3	Ciclo da aprendizagem - Adaptada de Zimmermann (1998, 2000,2002)	42
Figura 4	Fases cíclicas e interconectadas reciprocamente: espiral autorregulatória (VEIGA SIMÃO, 2013)	43
Figura 5	Desenho do aluno para a situação-problema 1 (visto do observador que se move junto ao avião) ilustrando nível 1 do desenvolvimento dos conceitos.....	86
Figura 6	Desenho do aluno para a situação-problema 1 (visto do observador da terra) ilustrando nível 1 do desenvolvimento dos conceitos.....	86
Figura 7	Desenho do aluno para a situação-problema 1 (1- visto do observador que se move junto ao avião, 2- visto do observador da terra) ilustrando nível 2 do desenvolvimento dos conceitos.....	87
Figura 8	Desenho do aluno para a situação-problema 1 (visto do observador que se move junto ao avião) ilustrando nível 3 do desenvolvimento dos conceitos.....	88
Figura 9	Desenho do aluno para a situação-problema 1 (visto do observador da terra) ilustrando nível 3 do desenvolvimento dos conceitos.....	88
Figura 10	Esquema relacionando os níveis das respostas para as situações-problemas e o desenvolvimento dos conceitos científicos.....	101
Figura 11	Desenvolvimento dos conceitos dos alunos no início e no final da intervenção.....	102

Figura 12	Resposta do aluno 9 para a situação-problema 1 do instrumento 1.....	103
Figura 13	Resposta do aluno 9 para a situação-problema 1 do instrumento 4.....	105
Figura 14	Resposta do aluno 9 para a situação-problema 2 do instrumento 4.....	106
Figura 15	Resposta de A14 para a situação-problema 2 da avaliação inicial da intervenção.....	107
Figura 16	Resposta de A14 para a situação-problema 1 da avaliação final da intervenção.....	109
Figura 17	Resposta de A3 para a situação-problema 2 da avaliação final da intervenção.....	109
Figura 18	Resposta de A7 para a situação-problema 1 do instrumento 1.....	111
Figura 19	Resposta de A7 para a situação-problema 2 do instrumento 1.....	112
Figura 20	Resposta do A7 para a situação-problema 1 do instrumento 4.....	113
Figura 21	Resposta de A7 para a situação-problema 2 do instrumento 4.....	113
Figura 22	Resposta de A18 para a situação-problema 1 da avaliação inicial.....	115
Figura 23	Resposta de A18 para a situação-problema 1 da avaliação final.....	115
Figura 24	Roteiro de resolução de problemas do aluno A3.....	121
Figura 25	Roteiro de resolução de problemas do Aluno 18.....	122
Figura 26	Diagrama que representa as dimensões da autorregulação da aprendizagem revelados pelos alunos.....	127

Lista de tabelas

Tabela 1	Número de alunos que concluíram o curso, por ano....	21
Tabela 2	Classes de estudantes autorregulados.....	44
Tabela 3	Quatorze categorias de estratégias de autorregulação (ZIMMERMAN; MARTINEZ-PONS, 1986)	46
Tabela 4	Situação dos alunos, em termos de frequência, no decorrer da disciplina.....	57
Tabela 5	Objetivos das “Cartas do Gervásio ao seu Umbigo”, segundo a perspectiva da Autorregulação da aprendizagem.....	59
Tabela 6	Instrumentos da coleta de dados para a avaliação da intervenção pedagógica.....	82
Tabela 7	Participação dos alunos em cada instrumento.....	82
Tabela 8	Alunos concluintes da disciplina conforme os instrumentos de coleta de dados dos quais participaram.....	83
Tabela 9	Resultados da Análise do instrumento 3, relativo ao uso de estratégias de resolução de problemas da autorregulação da aprendizagem.....	121
Tabela 10	Resultado da análise do instrumento 5.....	125
Tabela 11	Sistematização da análise das respostas dos alunos que participaram dos instrumentos 1,3,4 e 5.....	133

Lista de Abreviaturas e Siglas

THCA	Teoria Histórico-Cultural da Atividade
ARA	Autorregulação da Aprendizagem
CLF	Curso de Licenciatura em Física
UFPeI	Universidade Federal de Pelotas
PET-Física	Programa de Educação Tutorial – Física
IPF	Introdução ao Pensamento Físico
PPP	Projeto Político Pedagógico
FPS	Função Psicológica Superior
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

Sumário

INTRODUÇÃO.....	16
CAPÍTULO 1 - O curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Pelotas.....	20
CAPÍTULO 2 – Referencial Teórico.....	24
2.1 A teoria Histórico-cultural da Atividade.....	25
2.2 O desenvolvimento das funções psicológicas superiores.....	28
2.3 O processo de desenvolvimento dos conceitos científicos.....	31
2.4 A autorregulação da Aprendizagem.....	40
2.5 Estratégias da autorregulação da aprendizagem.....	45
2.6 A estratégia de resolução de problemas.....	50
CAPÍTULO 3 - O caminho metodológico percorrido.....	53
3.1 O caráter metodológico da pesquisa.....	53
3.2 Método da intervenção.....	55
3.2.1 Síntese das aulas.....	60
3.3 Métodos da avaliação da intervenção.....	80
3.3.1 Descrições dos Instrumentos.....	84
CAPÍTULO 4 - Resultados e discussões.....	99
4.1 Efeitos da intervenção pedagógica sobre os alunos.....	99
4.1.1 Análise do processo de desenvolvimento dos conceitos científicos.....	100
4.1.2 Análises dos processos da Autorregulação da Aprendizagem....	120
4.1.3 Autorregulação da Aprendizagem e o desenvolvimento dos conceitos científicos: Análises dos processos no percurso da intervenção.....	132
4.2 Avaliação da intervenção propriamente dita.....	135
CAPÍTULO 5 – Considerações Finais.....	138

REFERÊNCIAS.....	141
Apêndices.....	146
Anexos.....	157

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa buscou planejar, implementar e avaliar uma intervenção pedagógica à luz da Teoria Histórico-cultural da Atividade (THCA) e do construto da Autorregulação da Aprendizagem (ARA), visando o desenvolvimento dos conceitos científicos de Mecânica em alunos do curso de Licenciatura em Física (CLF).

Os objetivos da presente pesquisa estão relacionados com o processo de aprendizagem que realizei, e ainda realizo, no CLF. Neste momento, ao olhar retrospectivamente minha trajetória, percebo os desafios vividos no contexto acadêmico e a motivação que me estimulou a realizar este trabalho, que foi adquirindo consistência ao longo dos cinco anos de graduação no CLF da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Ingressei neste curso em 2008, muito empolgada, fazendo parte de uma turma grande. No primeiro semestre, havia quarenta alunos matriculados; no segundo, entretanto, ficaram vinte e, no dia da minha formatura, por mais incrível que possa parecer, restaram apenas seis. Esse é apenas um exemplo por meio do qual é possível perceber os altos índices de reprovação e evasão existentes no curso, que seguem assim até hoje.

No início, achava que era um fato normal – afinal todos diziam que o curso era difícil e que era comum ser reprovado e, na sequência, desistir. Entretanto, meu sonho de ser professora de Física impedia-me de acreditar nessa cultura. Percorri aqueles cinco anos com a mesma determinação que me possibilitou ser o que sou hoje: professora de Física e aprendiz de pesquisadora, tendo a intenção de contribuir para avanços na aprendizagem dos alunos do CLF e, quem sabe, poder ajudar na minimização dos altos índices de reprovação e evasão dos anos iniciais desse curso.

No segundo semestre da graduação, ingressei no Programa de Educação Tutorial (PET-Física) no qual tive oportunidades de realizar atividades de ensino, pesquisa e extensão, as quais contribuíram para enriquecer minha formação. Nas atividades de ensino, pude perceber que os conhecimentos adquiridos nas práticas curriculares não estavam sendo suficientes para disponibilizar os subsídios necessários para exercer a minha profissão. Ao usar a mesma metodologia de ensino, aprendida por meio da observação da prática da maioria dos professores da graduação, avaliava que essa forma de ensinar não era eficaz para promover aprendizagem de vários conceitos da Física. Comecei, então, a me questionar sobre como eu aprendia esses conceitos, como eu aprendia o que o professor ensinava na sala de aula. Percebi que meu conhecimento era insuficiente e não sabia como explicar muito dos fenômenos da natureza por meio da Física, mas sabia resolver problemas que envolviam equações e cálculos.

Não era somente isso que buscava aprender e também não gostaria que meus alunos, somente soubessem resolver cálculos e equações, sem entender os fenômenos aos quais elas se referiam. Ao me envolver com cursos de formação, palestras e atividades experimentais proporcionadas pelo grupo PET-Física, percebi que existem diferentes tipos de metodologias de ensino e que havia algumas que despertavam-me maior curiosidade e interesse. Vivenciei uma gama indescritível e valiosa de experiências no grupo, que me conduziram a querer ser pesquisadora.

Particpei do PET-Física durante quatro anos e, nos dois últimos anos, realizei uma pesquisa (BILHALBA; AYALA FILHO, 2012) sobre o desenvolvimento dos conceitos científicos de Mecânica nos alunos iniciantes do curso de Licenciatura em Física. Os resultados dessa pesquisa mostraram que a maioria dos estudantes não desenvolvia os conceitos científicos estudados de maneira a levá-los a entender a Mecânica. Os alunos conseguiam resolver os problemas propostos, aplicando fórmulas e equações, mas não conseguiam operar com esses conceitos nas suas explicações do mundo real. Quando confrontados com perguntas relacionadas aos conteúdos que haviam estudado, continuavam dando respostas que mostravam um embasamento no senso

comum, ao invés de repostas suportadas pelo entendimento dos conceitos físicos.

O curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Pelotas, como foi destacado anteriormente, enfrenta altos índices¹ de reprovação e evasão, principalmente nos anos iniciais. Com o intuito de enfrentar essa problemática, esse curso, desde 2012, implementou a disciplina Introdução ao Pensamento Físico (IPF), no primeiro semestre. Tal disciplina intenciona promover o efetivo entendimento dos conceitos de Mecânica, área da Física que estuda os movimentos, a partir do problema que deu origem à Física Clássica², qual seja, a utilização da composição de movimentos para justificar a imponderabilidade do movimento da Terra. O objetivo da disciplina é que os alunos possam avançar de uma posição em que, com raras exceções, se limitam a repetir os conceitos veiculados nas aulas e a resolver problemas de maneira mecânica, para uma posição em que ultrapassem o senso comum e possam compreender e aplicar adequadamente os conceitos aprendidos.

A Intervenção pedagógica realizada na presente pesquisa foi implementada, na disciplina de IPF, no primeiro semestre de 2013. A metodologia utilizada para o planejamento da intervenção pedagógica foi baseada no processo de desenvolvimento dos conceitos científicos, descrito pela THCA, e nas estratégias da autorregulação da aprendizagem, ancoradas no construto da ARA.

Descrevo a seguir a estrutura desta dissertação.

No primeiro capítulo, traço a caracterização do pano de fundo desta pesquisa, o curso de Licenciatura em Física. No segundo capítulo, apresento os fundamentos teóricos que embasaram a pesquisa: o construto da ARA e a THCA. No terceiro, descrevo o caminho metodológico percorrido, que se caracteriza como o planejamento e a implementação de uma intervenção pedagógica. No quarto, discorro sobre os resultados e discuto os efeitos da intervenção sobre os alunos e apresento uma visão crítica da intervenção

¹ Conforme dados fornecidos pelo Departamento de Registro Acadêmico (D.R. A) da Universidade Federal de Pelotas.

²O termo física clássica refere-se à Mecânica Newtoniana (KOYRÉ, 1986)

propriamente dita. E, por último, apresento as considerações finais destacando algumas implicações pedagógicas desta pesquisa.

CAPÍTULO 1

O CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Este breve capítulo tem como objetivo apresentar alguns aspectos relevantes sobre o Curso de Licenciatura em Física (CLF) da UFPel e também discutir o desempenho do curso à luz de algumas pesquisas da área do Ensino de Física.

Conforme as informações que constam no Projeto Político Pedagógico (PPP) do curso de Licenciatura em Física da UFPel (versão 2013)³, ele foi criado em 1990, com a justificativa de suprir a carência de professores de Física na região. A primeira turma ingressou em 1991, e tinha 30 alunos. Desde então, houve quatro mudanças curriculares: a primeira, em 1992, a segunda, em 1996, a terceira, em 2011 e, a última, entrou em vigor em 2014. No anexo 1, encontra-se o fluxograma atual do CLF.

O objetivo geral do CLF é formar professores com conhecimentos e habilidades para atuarem no Ensino Médio. A seguir, destacam-se objetivos específicos do CLF (conforme consta no PPP):

- Oferecer um sólido embasamento teórico da Área da Física, envolvendo sua evolução histórica e suas aplicações;
- Promover a capacitação pedagógica que permitirá aos licenciados assumir a condução do processo de ensino de forma adequada;
- Desenvolver habilidades e competências inerentes à prática do Ensino de Física;

³O projeto político pedagógico está disponível na secretária do curso.

- Desenvolver o comprometimento do Ensino de Física com o aprimoramento cultural que deve embasar o Ensino Fundamental e Médio;
- Capacitar o licenciado de acordo com os conhecimentos produzidos na área de pesquisa em Ensino de Física, ou seja, os conhecimentos sobre novas abordagens, novas metodologias e novos conteúdos para o ensino da Física;
- Contextualizar o curso de forma a manter o licenciado em contato com a realidade escolar, preparando-o para atuar nessa realidade;
- Fornecer aos alunos a base para a formação de futuros pesquisadores e professores universitários.

Consta, também, no PPP do CLF, no item Procedimentos Avaliativos, que a filosofia do curso está comprometida com uma formação que visa privilegiar a produção de conhecimento e não apenas a mera transmissão dele.

O CLF oferece, em média, 40 vagas anuais para ingresso por meio de processo seletivo. No último, das 40 vagas ofertadas, somente 27 foram preenchidas. Mesmo o ingresso sendo somente anual, o CLF forma alunos no primeiro semestre e no segundo de cada ano, conforme a demanda. A tabela 1 mostra o número de alunos concluintes por semestre, a cada ano.

Tabela 1: Número de alunos que concluíram o curso, por ano

Ano	1º semestre	2º semestre
1994	--	02
1995	--	07
1996	02	10
1997	--	08
1998	02	10
1999	01	15
2000	03	11
2001	--	09
2002	02	14
2003	--	18
2004	--	15
2005	--	17
2006	--	11
2007	01	07
2008	04	10
2009	02	03
2010	03	12
2011	05	02

2012	04	06
2013	01	

Fonte: PPP do CLF (2013)

Analisando a tabela 1, fica evidente o baixo índice de alunos que concluem o curso de LF. Se, em média, ingressam 40 alunos por ano, o máximo de alunos que se formam por ano é 18. Isso indica altos índices de evasão. O curso também apresenta altos índices de reprovação, principalmente nos primeiros semestres.

A realidade dos altos índices de evasão e reprovação em curso de LF não se restringe à UFPel. A pesquisa realizada pela Universidade Estadual de Londrina sobre retenção e reprovação nos cursos de graduação em 2009, por exemplo, mostrou que ingressaram no curso de Física 28 alunos, no entanto, nas disciplinas iniciais estavam matriculados 41 alunos, ou seja, 31,7% dos que estavam cursando o 1ª ano já vinham de outros anos como reprovados (MARCONDES,2011). Sobre o problema da repetência e/ou abandono escolar, alguns dados foram levantados pela pesquisa realizada em 2005, por Altaíde et al. (2007) no curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal da Paraíba. Os autores verificaram que, em 2005, 127 alunos matricularam-se no componente Curricular de Física Básica I, no primeiro semestre. Já no componente Física Básica II, do segundo semestre, o número de alunos matriculados foi de apenas 58. Esses dados sugerem um problema de evasão e reprovação nos semestres iniciais do Curso. Esses autores também analisaram as turmas ao fim do ano letivo de 2005. Constataram que, apenas em uma turma, de quatro investigadas, a aprovação nas disciplinas foi superior a 50%. Nas demais, os índices ficaram abaixo de 50%.

Os dois primeiros semestres do CLF objetivam o ensino de Mecânica. As últimas mudanças curriculares foram realizadas para ajudar os alunos ingressantes a melhor se desenvolverem no curso, e quem sabe assim evitar a evasão e reprovação. A primeira mudança foi a implementação da disciplina de IPF no primeiro semestre, como obrigatória, a partir de 2012. A segunda mudança foi a implementação, no primeiro semestre, da disciplina de Fundamentos de Física, também obrigatória, a partir de 2014, que tem como

objetivo fornecer ao aluno noções básicas de cinemática e dinâmica, objetivando à preparação para as disciplinas de Física Básica (I, II, III e IV).

No antigo currículo, a disciplina de Física Básica I (que tem como objetivo levar o aluno a internalizar noções básicas de Mecânica, visando também o apoio ao aprendizado de conteúdos de outras disciplinas do curso, a esses correlacionados) estava alocada, como obrigatória, no primeiro semestre. Porém os alunos ingressantes apresentavam dificuldades nessa disciplina, ocorrendo muita reprovação e evasão. Com as mudanças a disciplina de Física Básica I, passou para o segundo semestre, tendo como pré-requisito a aprovação do aluno em Fundamentos de Física. As disciplinas de IPF e Fundamentos de Física, pretendem ajudar os alunos a dirimir essas dificuldades.

Espera-se que essas mudanças curriculares, assim como a proposta de intervenção pedagógica da presente pesquisa, possam ajudar a diminuir os altos índices de reprovação dos semestres iniciais do CLF da UFPel.

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL TEÓRICO

Desenvolver uma intervenção pedagógica que visa proporcionar o desenvolvimento adequado de conceitos científicos relativos à área da Mecânica, nos alunos iniciantes do CLF, é o cerne deste trabalho de pesquisa, que se sustenta na THCA⁴ e no construto ARA.

Neste capítulo, apresentam-se as ideias provenientes da THCA, acerca de como ocorre o processo de desenvolvimento dos conceitos científicos. Na THCA, a capacidade para esse processo é entendida como uma função psicológica superior.

Nas seções seguintes, discorrem-se, primeiramente, sobre os aspectos gerais da THCA, depois sobre as funções psicológicas superiores e o seu processo de formação, para, então, falar do processo de desenvolvimento dos conceitos científicos, diferenciando-os dos conceitos espontâneos e apresentando as ideias da THCA sobre como deve ser o ensino dos primeiros. Dando seguimento ao capítulo, aborda-se o construto da ARA e as estratégias autorregulatórias utilizadas nas atividades pedagógica realizada na intervenção.

⁴Conforme explica DAMIANI et al. (2014) o Center for activity and Developmental Work Research, da Universidade de Helsinki (www.edu.helsinki.fi/pages/chatanddwr/chat/), esta denominação vem sendo usada, na atualidade, para designar o conjunto de ideias desenvolvidas pelo grupo de psicólogos russos revolucionários, que iniciaram sua atuação nos anos 1920 e 1930, sob a liderança de Lev Vygotsky.

2.1 A teoria Histórico-cultural da Atividade

Inicia-se esta seção apresentando um mapa dos principais conceitos que serão abordados ao discorrer sobre a Teoria Histórico-Cultural.

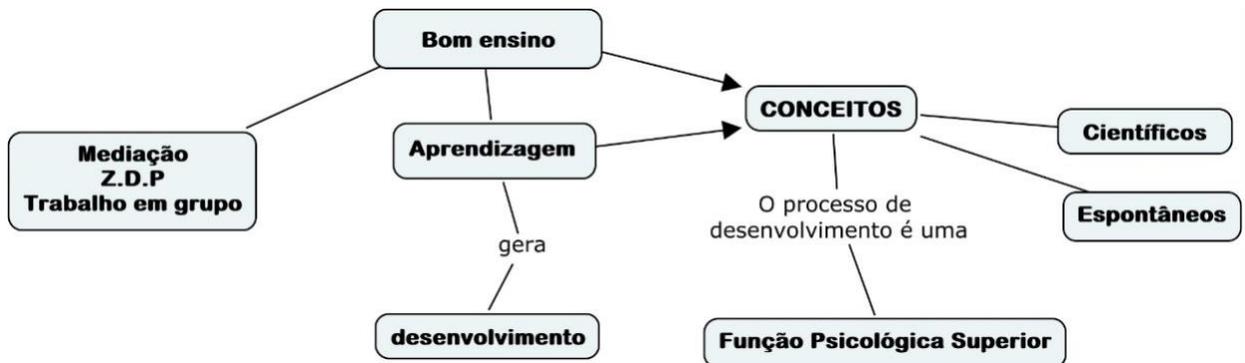


Figura 1: Mapa conceitual das principais ideias da Teoria-Histórico Cultural

A THCA foi inicialmente desenvolvida por Vygotsky, juntamente com Lúria e Leontiev, jovens pesquisadores da universidade de Moscou, na época da Rússia pós-revolução. Propondo uma nova visão para a psicologia, a THCA tem bases epistemológicas nas ideias e princípios do materialismo histórico e dialético de Marx e Engels (WERTSCH, 1985).

Vygotsky (1995a) utilizando o método investigativo marxista, procura entender o funcionamento da psique humana. Este autor, reinterpretando as ideias de Marx, afirma que a natureza psíquica do homem vem a ser um conjunto de relações sociais internalizadas. Na perspectiva dialética, inspirada no marxismo, o ser humano é entendido como um ser cultural, isto é, ser criado pela cultura e criador de cultura. O homem é o criador daquilo que o constitui e o define como ser humano (PINO, 2005, p 15).

De forma diferente dos outros animais, a relação do ser humano com a natureza é mediada, segundo Vygotsky (1930). Ao propor essa ideia, o autor mostra que o comportamento humano não somente pressupõe uma reação direta com o mundo, mas que existe um elemento mediador, que se interpõe em

tal relação, ligando o estímulo (oriundo do meio) e a resposta (oriunda do comportamento humano). A figura 2 representa essa ideia de Vygotsky:

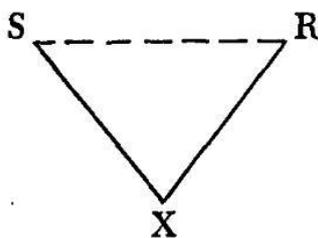


Figura 2: Esquema proposto por Vygotsky (1930, p.27), na qual S é o estímulo, R a resposta e X o elemento mediador entre S e R.

Por meio da mediação, explica Vygotsky (1930, p.27), “o impulso direto para reagir é inibido, e é incorporado um estímulo auxiliar que facilita a complementação da operação por meios indiretos”. Os instrumentos de mediação podem ser físicos ou mentais, ou seja, instrumentos materiais ou signos. Diferentemente das outras espécies de animais, os homens produzem os instrumentos para a realização de atividades específicas e são capazes de conservá-los e/ou aprimorá-los para uso posterior. O instrumento é o elemento interposto entre o trabalhador e o objeto de seu trabalho, ampliando as suas possibilidades de transformação da natureza (VYGOTSKY, 1995a). A história do desenvolvimento de um instrumento carrega junto consigo a história do trabalho coletivo que lhe deu origem.

Vygotsky (1984) explica que o signo também cumpre função de instrumento, mas no campo da atividade psicológica, pois atua de maneira análoga à de um instrumento físico utilizado no trabalho. Os signos são representações, elementos que representam objetos, situações, acontecimentos, de maneira arbitrária. Por exemplo, a cor vermelha do semáforo é um signo que representa, no trânsito, o ato de parar. A especificidade do signo é a abstração e, principalmente, a capacidade de representação, que é sempre cultural.

A intervenção e o uso de signos como meios auxiliares para solucionar um dado problema psicológico (lembrar, comparar coisas, relatar, escolher, etc.), é análoga à invenção e uso de instrumentos, só que agora no campo psicológico. O signo age como um instrumento da

atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho (VYGOTSKY, 1984, p. 59-60 APUD OLIVEIRA, 2010).

Com o auxílio dos signos, o homem pode controlar voluntariamente sua atividade psicológica e ampliar suas capacidades de atenção, memória e acúmulo de informações, entre outras (REGO, 2001). Os signos são, ao mesmo tempo, parte do processo e produto da capacidade de significação das relações do homem com o meio. As significações são relações arbitrárias, historicamente determinadas, não ligadas ao objeto.

Falar em signo implica falar em processos de significação, pois os signos ou sistemas de signos não são dados de uma vez por todas e o que os caracteriza é serem criados para significar, ou, em outros termos, para produzir significação. Esta é, talvez, a maior diferença que existe entre o instrumento técnico - o qual, uma vez fabricado, permanece sempre o mesmo, só variando pela sua substituição por outro mais complexo - e o signo - cujo sentido é sempre refeito pela interpretação, mesmo quando se conserva por longo tempo nas práticas humanas (PINO, 2005, p. 149).

O principal instrumento de mediação entre o homem e o mundo, para Vygotsky (2009), é a linguagem. A aquisição da linguagem determina um avanço qualitativo no desenvolvimento do ser humano (OLIVEIRA, 2010). A construção do pensamento e da linguagem foram temas que receberam muita atenção e estudos por parte de Vygotsky e seus colaboradores. Não cabe aqui aprofundar esse ponto, mas apenas entender as duas funções principais da linguagem: a de comunicação social e a de generalização do pensamento. Ao se apropriar da linguagem, o ser humano torna-se capaz de pensar de uma forma que não seria possível se a linguagem não estivesse presente. Como afirma Vygotsky (1982), a generalização e a abstração só se dão pela linguagem.

O modo de funcionamento psicológico da espécie humana não está presente no homem desde o seu nascimento. As atividades psicológicas mais sofisticadas, como a memória lógica, o pensamento verbal, a formação de conceitos, a atenção voluntária, bem como a capacidade de representação e de planejamento, entre outras, são frutos do processo de desenvolvimento (VYGOTSKY, 1931). Todas as funções superiores têm uma base semelhante e se tornam superiores em função de serem conscientes e, portanto, passíveis de

controle. Entender o processo de formação dessas funções é fundamental para compreender o desenvolvimento histórico-cultural do comportamento humano.

A capacidade de formar conceitos é uma função psicológica superior (FPS). Por ser importante para este trabalho, na seção seguinte, explica-se o desenvolvimento dessas funções do ponto de vista da THCA, para que se possa, posteriormente, discorrer sobre a formação dos conceitos.

2.2O desenvolvimento das funções psicológicas superiores

Vygotsky (1995b) difere os seres humanos dos animais por uma característica, tipicamente humana: a existência de funções psicológicas superiores. Segundo esse autor, no processo de desenvolvimento do psiquismo humano, existem dois tipos de funções psicológicas: as elementares e as superiores. As elementares estão associadas diretamente com as capacidades biológicas e instintivas. Por sua vez, as funções superiores, são promovidas pelo meio social e cultural em que o indivíduo está inserido. Qualquer FPS, na sua dinâmica de formação, existiu externamente em uma relação social entre duas pessoas ou um grupo, antes de se tornar uma função psicológica individual. Isto é, todas as funções, no processo de desenvolvimento, aparecem primeiramente no plano social, e posteriormente, no plano individual. Primeiro entre pessoas – interpsicologicamente - e, depois, no interior do indivíduo – intrapsicologicamente. (VYGOTSKY, 2000).

O processo de desenvolvimento do ser humano passa por três fases: em si, para os outros, e para si. O exemplo clássico do gesto de apontar ilustra esses estágios (VYGOTSKY, 1931). Primeiro, a criança realiza o movimento (por exemplo, tenta pegar com a mão algum objeto) e a mãe interpreta essa ação como uma indicação, como o gesto de apontar para o objeto indicando que o deseja. Com o passar do tempo, a própria criança começa a usar esse gesto como indicativo de algo. Assim, tal gesto deixa de representar uma relação entre a criança e o objeto e passa a ser um signo dirigido a outra pessoa, quando um adulto interfere na situação, dando-lhe um significado cultural. Esse exemplo

ilustra o processo de internalização de significados que são estabelecidos culturalmente (VYGOTSKY, 2000).

Ao estabelecer uma diferenciação entre as funções psicológicas, classificando-as em elementares e superiores Vygotsky afirma que a história do homem começa no seu desenvolvimento natural, mas não é simples fruto deste, como evidência Pino (2005). Classificando o desenvolvimento psíquico do homem como cultural, Pino ressalta duas ideias de Vygotsky, já discutidas: a primeira é a de que o ser humano é constituído por funções elementares (naturais), regidas por mecanismos biológicos, e por funções culturais, regidas por leis históricas. A segunda é a de que a emergência dessas funções culturais segue uma lei geral, chamada por Vygotsky de “lei genética geral do desenvolvimento cultural” (PINO, 2005, p. 31). Essa lei de desenvolvimento, que perpassa toda a teoria de Vygotsky, é referente ao processo ilustrado por meio do exemplo do desenvolvimento do gesto de apontar, que ocorre em dois tempos, isto é, dois planos, o Interpsicológico e o Intrapsicológico.

Conforme Wertsch (1985) os estudos de Vygotsky procuram entender como o desenvolvimento cultural do ser humano atua sobre seu desenvolvimento natural (funções elementares), produzindo FPS. Segundo Wersch (1985), para Vygotsky, os critérios que distinguem as FPS das elementares são:

1. O surgimento da consciência na realização de processos psicológicos superiores.
2. O controle individual sobre as mudanças do meio, isto é, o surgimento do controle voluntário que ocorre somente no desenvolvimento das FPS.
3. A origem social e o caráter social das funções psicológicas superiores.
4. O uso de signos como mediação das funções psicológicas superiores

O primeiro critério que difere as FPS das elementares é a sua natureza consciente e voluntária. Ponto extremamente importante na obra de Vygotsky, o conceito de consciência sofreu modificações⁵, ao longo do desenvolvimento de

⁵ Uma discussão mais profunda sobre a consciência na obra de Vygotsky pode ser encontrada em Lordelo e Tenório (2010).

sua teoria. É importante salientar que o autor apresenta uma diferenciação entre os termos consciência e tomada de consciência⁶.

Toassa (2006) discute o conceito de consciência ao longo da obra de Vygotsky e explica que:

A consciência é sempre consciência mediada por alguma coisa (VYGOTSKI, 1928-1933/1996): é a própria relação da criança com o meio, e, de modo mais tardio, da pessoa consigo própria (LURIA, 1988). A consciência não é sistema estático, mecanicista: relaciona-se ao desenvolvimento da conduta voluntária. Conforme Toassa (2004), em Vigotski, na vida concreta o indivíduo pode modificar as condições que determinam sua conduta, criando uma nova solução; o processo de criação de um sentido, de uma interpretação para o mundo e suas relações já seria uma forma de criação de novas combinações: não é a realidade que simplesmente “se reflete” na consciência, mas também o indivíduo que a reconstitui ativamente e nela interfere, produzindo uma nova versão da realidade externa e das próprias vivências representadas na palavra (p. 72).

A tomada de consciência pode ser entendida como dar-se conta de alguma coisa, sendo um processo anterior à consciência. Segundo Vygotsky (1997 apud ALVES, 2013). Vygotsky (2009) faz a discussão do que é tomar consciência? O autor explica que a percepção dos significados, sejam internos ou externos, significa uma percepção generalizada. Perceber as coisas de modo diferente significa ganhar outras possibilidades de agir em relação a elas.

Desse modo, a tomada de consciência se baseia na generalização dos próprios processos psíquicos, que redundam em sua apreensão. Nesse processo manifesta-se em primeiro lugar o papel decisivo do ensino (VYGOTSKY, 2009, p. 290).

O segundo critério trata da maneira como o sujeito controla o ambiente, ou seja, da capacidade de autorregular uma ação pelo controle voluntário, que supera as determinações externas. Vygotsky (1978) afirma que a característica fundamental das funções psicológicas elementares é que elas são diretamente determinadas por estímulos do meio, o que não acontece na formação das FPS. Estas são controladas por estímulos que podem ser interpretados como criados a partir do meio. A consciência gera o controle voluntário.

⁶ Prestes (2010) apresenta uma diferenciação entre os significados das palavras russas *soznanie*, que no russo clássico significa consciência, e *osoznanie*, que é o despertar da consciência reflexiva.

O terceiro critério que define as FPS, e que as difere das elementares, é sua origem e o seu caráter social. Não é só a natureza do instinto que determina a espécie humana, mas sim a sociedade, que é o elemento fundamental para a formação do comportamento do ser humano. É o processo de internalização, que fará a constituição do plano intrapsicológico a partir do plano Interpsicológico.

O quarto critério de diferenciação entre os dois tipos de função é a mediação, ou seja, o uso de ferramentas e signos para mediar cada atividade. Sem a existência das ferramentas e dos signos não seria possível, na visão de Vygotsky (1978), o controle voluntário, a realização consciente e o caráter social das FPS.

2.3O processo de desenvolvimento dos conceitos científicos

Pretende-se, nesta seção, explicar o processo de desenvolvimento dos conceitos científicos e a importância de que as práticas pedagógicas sejam organizadas de forma a propiciar o ensino adequado de tais conceitos. Como veremos mais adiante, a aprendizagem de conceitos promove o desenvolvimento do indivíduo. A fim de discorrer sobre essas ideias, explica-se a definição de conceito na THCA, diferenciam-se os conceitos espontâneos dos científicos e, por fim, discute-se a relação entre aprendizagem e desenvolvimento.

O conceito é um evento de desenvolvimento que possibilita aos seres humanos libertar-se das impressões imediatas. Conforme Oliveira e Oliveira (1999):

A primeira dimensão dos conceitos presentes na teoria vygotskiana é a ideia de libertação dos seres humanos do contexto perceptual imediato mediante o processo de abstração e generalização possibilitado pela linguagem (p.55).

O desenvolvimento dos conceitos científicos na idade escolar foi estudado por Vygotsky (2009). Em suas pesquisas, o autor procurou compreender como

esses conceitos se desenvolvem na mente de uma criança⁷ em processo de aprendizagem escolar. Ele ressalta que entender o processo de formação dos conceitos é compreender o desenvolvimento mental do indivíduo.

Utilizando uma metodologia experimental, Vygotsky (2000) mostrou que, se o processo educacional for adequado, o desenvolvimento dos conceitos científicos supera o desenvolvimento dos conceitos espontâneos, sendo os primeiros associados a níveis mais elevados de tomada de consciência.

Segundo Vygotsky (2009), o conceito é um ato de generalização e evolui, assim como o significado das palavras, que ele representa. No momento em que se entra em contato, pela primeira vez, com um termo novo, o desenvolvimento do significado deste recém se inicia. Nas próprias palavras de Vygotsky:

Em qualquer idade, um conceito expresso por uma palavra representa uma generalização. Mas os significados das palavras evoluem. Quando uma palavra nova, ligada a um determinado significado, é aprendida pela criança, o seu desenvolvimento está apenas começando (VYGOTSKY, 2009, p. 246).

No início, o conceito é uma generalização elementar, que vai tomando formas cada vez mais elevadas até a formação de verdadeiros conceitos, que são aqueles que estão em um nível consciente de desenvolvimento. A aprendizagem de um conceito envolve processos complexos de articulação das FPS, como explica Vygotsky:

Esse processo de desenvolvimento dos conceitos ou significados das palavras requer o desenvolvimento de toda uma série de funções como a atenção arbitrária, a memória lógica, a abstração, a comparação, a discriminação, e todos esses processos psicológicos sumamente complexos não podem ser simplesmente memorizados, simplesmente assimilados (VYGOTSKY, 2009, p. 246).

⁷Os escritos de Vygotsky e de seus colaboradores foram baseados em pesquisas realizadas com crianças. Entretanto, neste trabalho, parte-se do princípio de que suas ideias podem ser aplicadas, igualmente, aos processos mentais dos adultos. Este entendimento tem base, por exemplo, na seguinte afirmação do autor: “no desenvolvimento desses ou daqueles conceitos, as leis descritas são leis gerais independente do ano em que se manifestam e das operações com que estão vinculadas” (VYGOTSKY, 2009, p.344)

Um conceito é mais do que o acúmulo de associações, é mais do que um simples hábito mental, é resultado de um processo complexo, que não pode ser aprendido através de memorização.

Nas suas pesquisas, Vygotsky (2009), diferencia dois tipos de conceitos: os conceitos espontâneos e os conceitos científicos. Também mostra que os conceitos científicos seguem um caminho particular de desenvolvimento, condicionado pelas definições verbais primárias que os caracterizam. Tais conceitos, quando adequadamente internalizados, constituem um sistema organizado, isto é, ligam-se com outros conceitos, formando uma rede conceitual.

Os conceitos científicos são construídos a partir de uma exposição verbal, característica que evidencia o seu uso em ambiente escolar, seja na sala de aula, por meio da palavra do professor, seja pela leitura de manuais didáticos ou livros.

Os conceitos espontâneos formam-se ou desenvolvem-se fora de um sistema de relações. Esses estão ligados diretamente a circunstâncias específicas concretas do cotidiano. Os conceitos espontâneos têm uma relação direta com o objeto. Operando com os conceitos espontâneos, a criança chega relativamente tarde à tomada de consciência sobre eles, à possibilidade de formulá-los com palavras, ao ponto de poder empregá-los voluntariamente (VYGOTSKY, 2009).

A característica fundamental que diferencia os conceitos científicos dos espontâneos é seu uso consciente. Para a tomada de consciência,

Manifesta-se o papel decisivo do ensino. Os conceitos científicos – com sua relação inteiramente distinta com o objeto -, mediados por outros conceitos - com seu sistema hierárquico interior de inter-relações -, são o campo em que a tomada de consciência dos conceitos, ou melhor, a sua generalização e sua apreensão parecem surgir antes de qualquer coisa (VYGOTSKY, 2009, p.290).

É somente dentro de um sistema que os conceitos podem ser conscientizáveis e potencializar seu uso voluntário e independente do contexto empírico. Ao articular um conceito com outros, seja para resolver problemas ou descrever situações propostas, durante todo o processo de desenvolvimento, é necessário

que o sujeito tenha consciência das suas ações mentais e as realize de forma voluntária.

Assim, enquanto o conceito espontâneo é usado de forma inconsciente, o conceito científico só se estabelece como tal quando seu uso se torna consciente, voluntário e desligado de contextos específicos. Vygotsky (2009, p.345) afirma que quando uma criança usa um conceito espontâneo, ela “tem o conceito do objeto e a consciência do próprio objeto representado nesse conceito, mas não tem consciência do próprio conceito, do ato propriamente dito de pensamento através do qual concebe esse objeto”.

É no campo dos conceitos científicos que ocorrem os níveis mais elevados da tomada de consciência. Vygotsky (2000, p. 243) explica a implicação dessa elevação dos níveis de consciência:

O crescimento desses níveis mais elevados no pensamento científico e o rápido crescimento no pensamento espontâneo mostram que o acúmulo de conhecimento leva invariavelmente ao aumento dos tipos de pensamento científico, o que, por sua vez, se manifesta no desenvolvimento do pensamento espontâneo e redundando na tese do papel prevalente da aprendizagem no desenvolvimento do aluno escolar.

Apesar dos dois tipos de conceitos, os espontâneos e os científicos, possuírem diferenças no processo de desenvolvimento, estão intimamente ligados e sofrem influências mútuas no seu processo de desenvolvimento. Há relações complexas e bilaterais entre os dois tipos de conceitos. O aprendizado dos conceitos científicos eleva o desenvolvimento dos espontâneos, assim como os espontâneos implicam no aumento de graus de concretude para os conceitos científicos.

Como se observa o que é ponto forte em um é o ponto fraco do outro. Vygotsky (2009) usa o exemplo do conceito de irmão e da lei de Arquimedes, para exemplificar esse fato descrito acima:

Aquilo que é forte no conceito de “irmão”, que percorreu um longo caminho de desenvolvimento e esgotou grande parte do seu conteúdo empírico, acaba sendo o lado fraco do conceito científico e, ao contrário, aquilo que é forte no conceito científico, como o conceito da lei de Arquimedes ou da “exploração”, acaba sendo o ponto fraco do conceito espontâneo (VYGOTSKY, 2009, p.346).

A criança sabe o significado de irmão, mas não consegue operar com esse conceito quando, por exemplo, precisa resolver um problema abstrato sobre o irmão do irmão. De outra forma, quando a criança aprende um conceito científico, define-o e pode operar com ele em situações lógicas e relacioná-lo com outros conceitos. Sobre a fraqueza do conceito científico Vygotsky, argumenta:

Mas o conceito científico da criança revela a sua fraqueza justamente no campo em que o conceito “irmão” se revela forte, isto é, no campo do emprego espontâneo do conceito, da sua aplicação a uma infinidade de operações concretas, da riqueza do seu conteúdo empírico e da sua vinculação com a experiência pessoal (VYGOTSKY, 2009, p.346).

Ao colocar-se entre o conceito científico e o objeto, o conceito espontâneo adquire toda uma série nova de relações com outros conceitos e se modifica em sua relação com o objeto (VYGOTSKY, 2009).

O papel do ensino no desenvolvimento dos conceitos deve atentasse no ponto anteriormente discutido: a ausência de sistema nos conceitos espontâneos. Tal ausência torna o aprendiz incapaz de perceber contradições, pois a contradição entre dois conceitos só pode ser percebida quando ambos estão subordinados a conceitos mais gerais, dentro de uma rede de significados (sistema).

Tomemos um exemplo do ensino de Física. Nesta disciplina, a noção de referencial é essencial, principalmente quando o conteúdo em questão é a Mecânica. Pode-se, então, colocar o aluno frente a uma situação-problema em que ele deve descrever um movimento do ponto de vista de diferentes referenciais. Imagina-se a seguinte situação: uma bola de papel é deixada cair da janela de um ônibus, que anda em certa velocidade, por um passageiro. O aluno deve descrever como será o movimento da bola de papel para o passageiro do ônibus e para uma pessoa que está na estação do ônibus, vendo o mesmo passar. O aluno responde corretamente dizendo que, para o passageiro, a bola descreverá uma trajetória retilínea e para a pessoa na estação, que vê o ônibus passando, a bola descreverá uma trajetória parabólica. Mas se, ao ser questionado se a velocidade da bola de papel é maior para o

passageiro, para a pessoa que está na estação, ou igual para ambos, o aluno responde que é igual para ambos. Essa resposta mostra que o conceito de velocidade utilizado não está articulado a outros, não estando, assim, dentro de um sistema.

A velocidade depende, basicamente, da razão entre a distância percorrida e o tempo. Assim, a bola cai no mesmo tempo, para ambos os observadores. Como a distância percorrida pela bola será maior desde o ponto de vista da pessoa na estação de ônibus, a velocidade será maior nesse referencial. O aluno, ao responder que a velocidade é a mesma, não percebe contradição em sua resposta, não tem consciência da inter-relação entre os conceitos, tendo, talvez, aprendidos de maneira isolada e não integrada em um sistema de conceitos. Portanto, há uma falha no processo de desenvolvimento dos conceitos científicos.

Um dos objetivos deste trabalho, alicerçado na THCA, é analisar os conceitos desenvolvidos pelos alunos, expressos nos exercícios de resolução de problemas que lhes foram propostos, no sentido de classificar o desenvolvimento dos conceitos, antes e depois da intervenção pedagógica analisada.

No âmbito da THCA, além do conteúdo dos conceitos, são essenciais, para a investigação os aspectos associados à forma como esses conceitos se articulam em rede, suas estruturas de generalidade e sua dinâmica de formação.

Sforni (2004) estabelece como critério para avaliar a construção conceitual a capacidade de uso do conceito como instrumento cognitivo, ou seja, a capacidade de articular o conceito de forma consciente, voluntária e não contraditória, independentemente de situações específicas, para descrever, de forma abstrata, uma situação proposta, sem recorrer a representações ligadas à experiência imediata. Esse critério permite diferenciar situações nas quais uma rede conceitual está sendo utilizada como instrumento cognitivo – as palavras utilizadas portam um significado consistente com o conhecimento científico – daquelas em que apenas uma articulação de palavras é desenvolvida, sem que se tenha desenvolvido o conceito.

Se, como já foi dito, é a aprendizagem dos conceitos científicos que promove o desenvolvimento do pensamento, em um grau mais elevado, o ensino deve promover a sistematização dos conceitos, promovendo redes conceituais, pois é a presença do sistema que trará a consciência. “Toda a aprendizagem escolar, tomada no aspecto psicológico, gira sempre em torno do eixo das novas formações básicas da idade escolar: a tomada de consciência e sua apreensão” (VYGOTSKY, 2009, p.321).

Vygotsky afirmava que havia uma relação complexa entre desenvolvimento e aprendizagem. Por exemplo, o ensino da álgebra não repete a aprendizagem da aritmética – o domínio da primeira necessita um plano novo e mais elevado de desenvolvimento do pensamento matemática abstrato, que reestrutura e eleva a um grau superior o pensamento aritmético estabelecido anteriormente (VYGOTSKY, 2009).

O autor evidencia a existência de uma relação entre aprendizagem e desenvolvimento, de uma forma não estabelecida até então.

Um passo de aprendizagem pode significar cem passos de desenvolvimento. É nisso que consiste o momento mais positivo da nova teoria, que nos ensina a ver a diferença entre uma educação que só dá o que dá e outra que dá mais do que dá imediatamente (VYGOTSKY, 2009, p. 303).

Aqui se chega a um ponto fundamental para as atividades escolares: não é qualquer processo de ensino que promove a aprendizagem. O único bom ensino, afirma Vygotsky, é aquele que se adianta ao desenvolvimento (OLIVEIRA, 2010, p.64).

A escola é o lugar onde a criança deve se envolver em atividades que a obrigam a se colocar à frente de si mesma. Enfim, como uma construção civil, onde o pedreiro coloca andaimes para possibilitar o movimento, possibilitar que os níveis mais altos da obra sejam construídos, o professor deve colocar andaimes para que ocorra a aprendizagem de seu aluno (BRUNER, 1976).

Sobre a relação aprendizagem e desenvolvimento, destacam-se as palavras de Vygotsky (2009):

Vimos que a aprendizagem e o desenvolvimento não coincidem imediatamente, mas são dois processos que estão em complexas inter-relações. A aprendizagem só é boa quando está à frente do desenvolvimento. Neste caso ela motiva e desencadeia para a vida toda uma série de funções que se encontravam em fase de amadurecimento e na zona de desenvolvimento imediato. É nisso que consiste o papel principal da aprendizagem no desenvolvimento (p.334).

Um conceito importante para as atividades de ensino, definido por Vygotsky (2009), é o de Zona de Desenvolvimento Potencial⁸ (ZDP). Entende-se a ZDP como um espaço metafórico na mente onde estão localizadas as FPS ainda em desenvolvimento, que necessitam de mediação de outra pessoa, para se desenvolverem.

A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário. Essas funções poderiam ser chamadas de “brotos” ou “flores” do desenvolvimento, ao invés de frutos do desenvolvimento (VYGOTSKY, 1984, p.97).

Vygotsky define a ZDP como:

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar por meio da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado por meio da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1984, p.97).

A criança, em colaboração, sempre pode fazer mais do que sozinha, embora respeitando os limites de seu nível de desenvolvimento. Por exemplo, se a uma criança de oito anos são propostos problemas que ela não é capaz de resolver sozinha, mas que podem ser resolvidos por uma criança de doze anos, a primeira pode, com a ajuda de outra pessoa que tenha mais conhecimentos e que saiba resolver tais problemas, encontrar a solução para eles. Vygotsky explica:

Assim, o momento central para toda a psicologia da aprendizagem é a possibilidade de que a colaboração se eleve a um grau superior de possibilidades intelectuais, a possibilidade de passar daquilo que a criança consegue fazer para aquilo que ela não consegue por meio da imitação. Nisto se baseia toda a importância da aprendizagem para o

⁸Também denominada Zona de Desenvolvimento Proximal ou Imediato (VYGOTSKY, 1984).

desenvolvimento, e é isto que constitui o conteúdo de zona de desenvolvimento imediato (VYGOTSKY, 2009, p. 331).

Numa perspectiva coletiva, seguidores de Vygotsky, ampliaram os conhecimentos acerca do conceito de ZDP. Engestrom (1987) apresenta uma visão coletiva de ZDP como “a distância entre as ações cotidianas dos indivíduos e a forma historicamente nova da atividade societal que pode ser coletivamente gerada” (p. 120).

Os conceitos são primeiramente construídos em uma relação colaborativa, com outra(s) pessoa(s) mais desenvolvida(s) em termos da apropriação de tais conceitos. Nesse processo colaborativo, mediado pelo outro, o aprendiz apropria-se desses conceitos e assim, pode desenvolver-se. No ambiente escolar, o mediador pode ser tanto o professor, quanto algum(s) dos colegas, mas deverá ser alguém que esteja mais adiantado do que o aprendiz.

As possibilidades de que a colaboração melhore as condições de aprendizagem são destacadas por Damiani (2008). Essa pesquisadora ressalta o papel essencial da interação, da realização de trabalho conjunto, nos processos de desenvolvimento e aprendizagem. “Parece ser possível pensar que esse tipo de trabalho deve ser incentivado em todas as situações de convivência humana, especialmente naquelas voltadas à educação e socialização, como as instituições escolares” (DAMIANI, 2008, p.217).

Considera-se que as contribuições da teoria Vygotskyana, para qualquer etapa da escolaridade, são fundamentais, principalmente para a definição das ações do professor e do caráter da intervenção pedagógica. Propiciar ao aluno atividades que sustentem a interação entre os alunos e entre esses e os professores parecem ser fundamentais. Destaca-se também, que na presente pesquisa entende-se aprendizagem, baseada na THCA, como a internalização de conceitos estabelecendo redes com outros conceitos e saber operá-los em diferentes situações. Assim, quando fala-se em aprendizagem, pode-se saber a qual se está referindo.

2.4 A autorregulação da Aprendizagem

O construto da ARA é utilizado, no presente trabalho de pesquisa, para compreender como o aluno toma consciência e controle do seu próprio processo de aprendizagem.

Tendo alicerces e origens fortes na teoria Sociocognitiva (BANDURA 1991,2001), diferentes estudos apresentados na literatura oferecem a caracterização/explicação da autorregulação a partir de diferentes famílias teóricas, conforme os autores, apontados por Rosário (2012): Boekaerts (1996); Corno (1986); Pintrich (1994, 2000); Zimmerman e Martinez-Ponz (1986); Zimmerman (1998, 2000, 2002). Não existe uma corrente teórica única ao construto da ARA, diferentes orientações teóricas que variam o foco de interesse dos autores, tem sustentado este construto teórico que encaminha-se para se tornar uma teoria (VEIGA SIMÃO; FERREIRA E DUARTE, 2012).

Cabe destacar que o interesse de pesquisar sobre a autorregulação da aprendizagem no ambiente acadêmico surgiu na década de 1980 principalmente com a intenção de investigar a questão de como os estudantes se tornavam responsáveis pelo seu próprio processo de aprendizagem. Na perspectiva dos alunos como agentes de suas próprias ações, é necessário promover o crescimento do ensino, nos ambientes escolares, para que caminhem possibilitando a autorreflexão dos estudantes (ZIMMERMAN, 2001).

A ARA pode contribuir para potencializar a aprendizagem. O uso de estratégias tem um papel fundamental para isso. Ao utilizar estratégias da autorregulação da aprendizagem o estudante pode ser mais competente nos hábitos de estudos, na autorreflexão, no controle de tempo, evitando a procrastinação etc.

Entende-se competência como o conjunto das atitudes e destrezas necessárias para desenvolver uma tarefa. A ARA não deve ser encarada como uma aptidão mental e sim como “[...] o processo de autodireção, por meio do

qual os alunos transformam as suas aptidões mentais em competências acadêmicas” (ZIMMERMAN,1998, p.2)

Se o objetivo é propiciar aos estudantes o seu desenvolvimento, com a intenção de torná-los competentes, é preciso investir na qualidade do ensino e na formação de estudantes para que esses consigam ser ativos e participantes no próprio processo de aprendizagem. Neste sentido, é necessário repensar as rotinas e os processos envolvidos em todo o processo da aprendizagem, porque, segundo Vygotsky(2009), o único bom ensino é o que adianta o desenvolvimento, conforme discutido anteriormente. Conforme, Lopes Da Silva:

Uma das imprescindíveis missões da educação é a de garantir que todos os alunos adquiram competências e estratégias que lhe permitam realizar uma seleção crítica, argumentada e contrastada da informação com o objetivo de a transformar em conhecimento pessoal útil (LOPES DA SILVA, 2004, p.80)

Argumenta-se que, os professores devem ser capazes de conhecer os pontos fortes e fracos de cada aluno, bem como suas limitações no processo de aprendizagem, acima de tudo devem ter como objetivo capacitar o aluno para que esse se torne autoconsciente de suas possibilidades, buscando superar as limitações no desenvolvimento da aprendizagem (ZIMMERMAN, 2002). O constructo da ARA perpassa sempre pelas componentes da escolha e o do controle dos estudantes no processo de aprendizagem (ROSÁRIO ET AL, 2008).

Seja na aprendizagem, seja em qualquer outra atividade, a autorregulação implica aquelas componentes, na medida em que toda a ação para ser regulada pelo indivíduo exige que tenha consciência dos objetivos a atingir; conheça as exigências da ação que quer realizar; discrimine e organize os seus recursos internos e externos para a concretização da ação; avalie o nível de realização atingido; e altere os procedimentos utilizados se o resultado a que chegou não o satisfaça (LOPES DA SILVA, 2004, p. 23).

O construto da aprendizagem autorregulada contribui para reforçar e construir o papel principal do aluno, tornando-o um indivíduo ativo no desenvolvimento da aprendizagem.

Os alunos podem ser autorregulados em diferentes processos e níveis, dependendo do controle emocional, comportamental e metacognitivo. Zimmermann (1986, 2008) traz/apresenta a questão da dimensão em que os

estudantes são metacognitivo, motivacional, e comportamentalmente ativos no seu próprio processo de aprendizagem.

Por essas três dimensões o construto da autorregulação é definido, independente da corrente teórica em que sustenta-se (POLYDORO, 2009). O controle emocional, comportamental e metacognitivo do estudante em relação a sua própria aprendizagem são interpretados como um processo multidimensional em fases cíclicas. Zimmermann (1998, 2002) propõe as seguintes fases, dentro do processo de realização de cada fase existem os subprocessos:

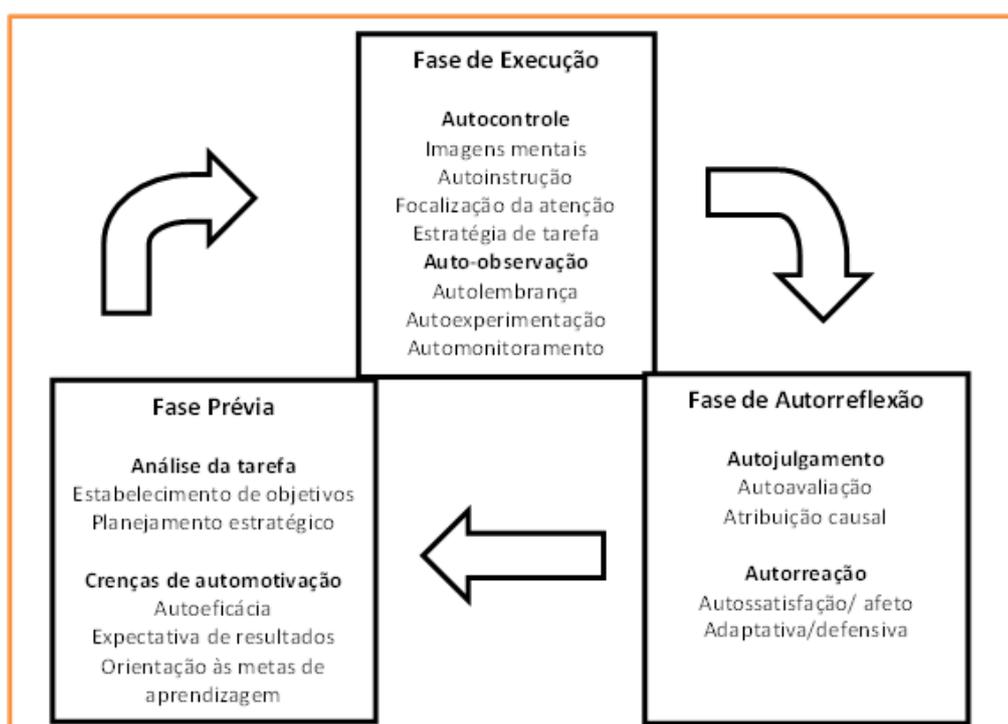


Figura 3: Ciclo da aprendizagem - Adaptada de Zimmermann (1998, 2000, 2002)

-Fase prévía: Nessa a base está em dois subprocessos, a análise da tarefa e a automotivação. Refere-se aos processos que inclui o estabelecimento de objetivos, planejamento de estratégias, expectativa dos resultados e as crenças que influenciam e precedem os esforços dos alunos. A automotivação é derivada da crença dos estudantes sobre a sua aprendizagem, nessas crenças estão envolvidas a autoeficácia e a orientação às metas de aprendizagem.

A fase prévia está relacionada com os processos de influência e crenças que precedem os esforços e preparam o terreno para essa aprendizagem; a realização ou controle volitivo abrange os processos que ocorrem durante o ato de aprender e afetam a concentração, a realização e a autorreflexão envolve os processos que ocorrem depois do ato de aprender e influenciam as reações do aprendiz a essa experiência (VEIGA SIMÃO, 2006, p. 194)

-Fase de execução: Os subprocessos dessa fase são; o autocontrole e a auto-observação. O autocontrole é, basicamente, a focalização da atenção na tarefa, é o desenvolvimento de métodos ou estratégias que foram estabelecidas na fase anterior, fase prévia. A auto-observação inclui os processos que o estudante realiza para avaliar o seu desempenho como os seus sucessos e seus fracassos, funciona como um rastreamento cognitivo, isto é, observa as ações envolvidas em cada tarefa e o que elas estão implicando no seu desenvolvimento.

-Fase de autorreflexão: O autojulgamento e a autorreação são os subprocessos que permitem o aluno avalie o processo das fases anteriores, fase prévia e fase de execução. Essa autoavaliação será influente no início de um novo ciclo, que ocorre de forma cíclica, desencadeando todo o processo desde a fase prévia.

As três fases, incluindo seus subprocessos, desenvolvem-se de maneira cíclica, como está representado na figura 4. Isto é, o ciclo da aprendizagem está sempre iniciando novamente e uma fase influencia na realização da outra.



Figura 4- Fases cíclicas e interconectadas reciprocamente: espiral autorregulatória (VEIGA SIMÃO, 2013)

Zimmermann nas suas investigações (1998) apresentou as diferenças dos resultados entre os alunos mais autorregulados e os não autorregulados. Na tabela 2, a seguir, pode-se perceber a diferença dos estudantes que

autorregulam a sua aprendizagem em maior grau e aqueles que ainda não se desenvolveram no processo cíclico de aprendizagem, proposto por Zimmermann (1998, p. 6).

Tabela 2: Classes de estudantes autorregulados

Classes de estudantes autorregulados		
Fases autorregulatórias	Não autorregulados	Autorregulados
Antecipação	Metas a longo prazo não específicas Orientação as metas de performance Baixa autoeficácia Desinteresse	Metas hierárquicas específicas Orientação as metas de aprendizagem Alta autoeficácia Interesse intrínseco
Execução/Controle volitivo	Desfocado Estratégias frágeis Automonitoramento dos resultados	Foco na performance Auto instrução/Imagem Automonitoramento dos processos
Autorreflexão	Evita Autoavaliação Atribuições de habilidade Autorreações negativas Não adaptativo	Procura por autoavaliação Atribuições as estratégias/prática Autorreações positivas Adaptativo

Para que o ciclo da aprendizagem autorregulada se desenvolva, esse não pode ser realizado de maneira a construir maiores níveis e graus de satisfação no aprender sem que ocorra uma mediação do meio.

Ao contrário de uma crença comum, a autorregulação da aprendizagem não tem natureza e origem asocial. Cada processo de autorregulação ou crença, como o estabelecimento de metas, o uso de estratégias e a autoavaliação, podem ser aprendidas a partir de instruções e da modelagem por pais, professores, treinadores e colegas. Na verdade, os alunos autorregulados procuram ajuda dos outros para melhorar (ZIMMERMANN, 2002, p.69)

É necessária uma intervenção do professor para ajudar o aluno a desenvolver um ciclo de aprendizagem autorregulada eficaz. Zimmermann

(2002) afirma que embora muitas pesquisas apoiem a importância do uso dos processos autoregulatórios pelos alunos, poucos professores efetivamente preparam os alunos para aprender por conta própria.

A corrente denominada “Aprender a aprender”, neste construto é questionada, porque não se trata de querer ensinar o aluno a aprender conta própria, visto que, a aprendizagem está ligada ao conteúdo e a sua forma própria de articulação (VYGOTSKY,2009). Acredita-se ser possível proporcionando estratégias da autorregulação da aprendizagem, ao aprendiz, ele poderá tomar consciência e ter maior controle do processo de aprendizagem que está realizando. Assim, terá melhores condições para assumir com determinação suas próprias ações, o que resultará em processos satisfatórios em relação ao desenvolvimento dos conceitos científicos.

Um dos maiores desafios de todos os educadores é ensinar seus alunos a pensar. Além de ensinar a pensar, preocupar-se com as relações que devem ser estabelecidas no desenvolvimento da aprendizagem no sentido que é na escola que devemos ser ensinados a pensar junto com o ensino dos conteúdos específicos de cada disciplina (VEIGA SIMÃO, 2002).

O professor, que assume o papel de mediador, na sala de aula deve ser capaz e qualificado para propiciar atividades que possam ajudar os alunos a utilizarem estratégias de aprendizagem que adiantem o desenvolvimento. A ação pedagógica deve ultrapassar as propostas de demonstração e explanação de exemplos, que são comumente usadas no ambiente escolar, para serem discutidas e internalizadas pelos estudantes.

2.5 Estratégias da autorregulação da aprendizagem

As estratégias da autorregulação da aprendizagem foram utilizadas para ajudar o aluno a desenvolver os conceitos científicos de Mecânica nas atividades propostas pela intervenção pedagógica.

O uso específico de estratégias de aprendizagem deve ser utilizado para promover a autoeficácia do aluno no processo de aprendizagem. Essas

estratégias de estudo, dão suporte para desenvolver os diferentes percursos do aprender. É através da utilização de estratégias que se tem a chance de organizar, processar e operar com o conteúdo a ser aprendido de forma que cada vez que se planeja o uso das estratégias se pode, também, avaliar o processo em função dos objetivos dos estudantes, (VEIGA SIMÃO, 2002).

Na pesquisa de Zimmerman e Martinez-Pons (1986) investigaram e validaram o uso de estratégias autorregulatórias por estudantes, do ensino médio, sendo pioneiros no trabalho referentes à categorização das estratégias. Os autores interpretam e definem as estratégias de autorregulação da aprendizagem como “[...] as ações voltadas para a aquisição de informações ou habilidades que envolvem agência, objetivo (metas) e autopercepção de instrumentalidade por um aprendiz”.

A seguir a tabela 3 mostra as quatorze categorias elencadas por esse estudo:

Tabela 3: Quatorze categorias de estratégias de autorregulação (ZIMMERMAN; MARTINEZ-PONS, 1986)

Categoria de estratégia	Definições
1. Autoavaliação	Declarações indicando a iniciativa do estudante para avaliar a qualidade ou progresso do seu trabalho, ex., “Eu reviso todo meu trabalho para ter certeza que ele está certo”.
2. Organizar e transformar	Declarações indicando a iniciativa do estudante para reorganizar de forma clara ou não os materiais de instrução para melhorar sua aprendizagem, ex. “Eu faço um esquema antes de escrever o meu texto”.
3. Estabelecer metas e planejamento	Declarações indicando o estabelecimento de metas educacionais pelo estudante ou submetas e planejando uma sequência, tempo e completando atividades relacionadas com as metas, ex. “Primeiro, eu começo estudando duas semanas antes dos exames, e “Eu sigo meu ritmo”.
4. Procurar informações	Declarações indicando iniciativa do estudante em se esforçar para garantir ainda mais informações da tarefa de fontes não sociais quando realizando uma tarefa, ex. “Antes

	de iniciar a escrever um texto eu vou à biblioteca conseguir quantas informações forem possíveis sobre o tema”.
5. Manter registro e monitoramento	Declarações indicando esforços iniciados pelo estudante para registrar eventos ou resultados, ex. “Eu tomo notas das discussões na classe”. “Eu mantenho uma lista de palavras que eu erro”.
6. Estruturar o ambiente	Declarações indicando esforços iniciados pelo estudante para tornar a aprendizagem mais fácil, ex. “Eu me isolo de qualquer coisa que me distraia”. “Eu desligo o rádio e então eu posso me concentrar no que eu estou fazendo”.
7. Autoconsequências	Declarações indicando iniciativa do estudante para arrumar ou imaginar recompensas ou punições pelo sucesso ou pela falha, ex. “Se eu faço bem um teste, eu me dou o prazer de um filme”.
8. Ensaiai e memorizar	Declarações indicando iniciativa de esforços do aluno para memorizar o material pela prática explícita ou não, ex. “Quando me preparo para o teste de matemática, eu continuo escrevendo a formula até eu lembrar ela”.
9-11. Procura de assistência social	Declarações indicando iniciativa do aluno esforçando-se para solicitar ajuda de pares (9), professores (10) e adultos (11); ex. “Se eu tenho problemas com os exercícios de matemática, eu peço ajuda a um amigo”.
12-14 Revisar anotações	Declarações indicando iniciativa do estudante esforçando-se para reler testes (12), anotações (13) ou livros textos (14) para preparar-se para a aula ou testes, ex. “Quando eu me preparo para os testes, eu reviso minhas anotações”.
15. Outras	Declarações indicando comportamentos de aprendizagem que são iniciado por outras pessoas, como os professores ou os pais, em que as respostas verbais não são claras, ex. “Eu apenas faço o que o professor fala”.

As estratégias apresentadas possibilitaram Zimmerman; Martinez-pons (1986) relacionar as estratégias utilizadas pelos estudantes com bom e baixo desempenho escolar, evidenciando quais eram mais utilizadas pelos estudantes de maior rendimento escolar e pelos que apresentavam baixo rendimento. O

estudo trouxe avanços para a ARA⁹ com a proposta de utilizar estratégias de autorregulação nas atividades de estudo. O conhecimento das categorias propostas pelos autores será importante no estudo da presente pesquisa para interpretação dos resultados.

Quando se opta em trabalhar com uma intervenção pedagógica que busca trilhar esforços para que os estudantes autorregulem sua aprendizagem, levar em consideração as componentes comportamentais, metacognitivas e motivacionais, para a organização e elaboração das atividades, são fundamentais. Qualquer que seja o planejamento de intervenção para um grupo de estudantes, em sala de aula, é importante considerar as dimensões da autorregulação da aprendizagem que sustentam o desenvolvimento dos estudantes para exercer seu controle e direção sobre a aprendizagem (LOPES DA SILVA, 2004).

Segundo Flavell (1988) o desenvolvimento metacognitivo ocorre quando o sujeito se percebe como ativo (central da atividade cognitiva) e consegue criar consciência das ações passadas, presentes e futuras. Quando se pensa em utilizar as estratégias para ajudar os estudantes a tomarem consciência da natureza e exigência das tarefas, aprendendo a melhorar as ações cognitivas e desenvolverem um papel mais ativo na autorreflexão do processo de aprendizagem, deve-se então levar em conta as intervenções metacognitivas (LOPES DA SILVA, 2004).

Lopes da Silva (2004) apontam que nas investigações sobre metacognição aparecem dois significados para o termo:

O conhecimento sobre o conhecimento, o qual tem por alvo estimular e desenvolver os processos que proporcionam aos estudantes perceber o que sabem, como sabem e a que produtos podem chegar, relacionando objetivos, meios e resultados antigos; e a monitorização da ação cognitiva, que encoraja os estudantes a observar, testar e avaliar os processos e os fins atingidos, mantendo os procedimentos que tornam eficaz a realização das tarefas e eliminando ou alterando os que dificultam o seu sucesso (LOPES DA SILVA, 2004, p. 34)

⁹ Não é o objetivo deter-se aos avanços proposto por Zimmerman, b.; Pons, m. (1986), para isso sugere-se uma leitura mais aprofundada da obra citada.

A autora também comenta sobre os programas de intervenção metacognitivas, direcionados aos estudantes, que proporcionam: a construção do conhecimento, e o desenvolvimento de processos que possibilitem o sucesso escolar, desencadeando assim uma participação mais ativa dos estudantes. E, também, potencializando a aprendizagem de estratégias metacognitivas. Por meio do planejamento, monitorização e resolução de problemas entre outras. A promoção da autonomia na gestão das atividades escolares estimula a reflexão da aprendizagem e do estudo.

Só poderemos falar de metacognição do ponto de vista do “aprendente” quando este tenha conhecimentos sobre a sua própria cognição e sobre a resolução da tarefa específica e quando utiliza, de forma consciente e intencional, atividades reguladoras as sua própria atividade de resolução (...).O importante é conseguir que esses conhecimentos sobre a cognição e as atividades reguladoras sejam reelaboradas ativamente por parte do aluno, para que no final possa integrá-los de forma autônoma (VEIGA SIMÃO, 2002. p. 56)

O estudo apresentado por Veiga Simão (2002) aponta para diversas pesquisas que utilizam o ensino de estratégias mostrando tanto as que colocam o papel central no aluno e as que colocam o papel central na ação do professor. Aqui caberá ressaltar as considerações que a autora faz sobre o papel do professor baseada na obra de Monereo et al. (1995). Assim, a intervenção estratégica por parte do professor deverá:

- Proporcionar aos alunos procedimentos parecidos com os da investigação científica contribuindo para o conhecimento do aluno baseado nas seguintes questões:
 - onde procurar e selecionar informações importantes?
 - como elaborar e confirmar hipóteses?
 - de que maneira e segundo que critérios, se deve organizar e apresentar a informação descoberta?

- Explicar as relações existentes entre o que se ensina e como se ensina, oferecendo modelos de aprendizagem sobre como aprender a matéria e o que fazer com o aprendido.

- Insistir na reflexão sobre os processos de pensamento seguidos pelos alunos para resolver cada problema dentro da aula:

-enunciado do problema e indicações prévias do professor;

-resultados a obter;

-variáveis-chave do problema;

-resolução alternativa de procedimentos;

-recursos que se podem utilizar;

-limitações de tempo;

-autoavaliação;

-reflexão entre procedimentos e resultados, etc.

São muitas as estratégias da autorregulação da aprendizagem, no presente estudo, escolheram-se as estratégias metacognitivas e as de resolução de problemas como centrais. Na seção seguinte será evidenciada as estratégias de resolução de problemas que são fundamentais para o desenvolvimento dos conceitos científicos.

2.6 A estratégia de resolução de problemas

As estratégias de Resolução de Problemas são utilizadas, na presente pesquisa, como um processo para o desenvolvimento dos conceitos científicos de Mecânica. Busca-se alternativas eficazes para ajudar os alunos a avançarem na sua aprendizagem, visto que, o ensino de Física baseado em técnicas de memorização, repetição por meio de exercícios de rotina, leitura de livros sem contextualização não tem se mostrado eficaz (DA ROSA; DA ROSA, 2004) no ensino.

“Todo o conceito científico é, simultaneamente, uma construção do pensamento e um reflexo do ser” (DAVIDOV, 1988, p.21). Desse ponto de vista, um conceito é, ao mesmo tempo, um reflexo do ser e uma operação mental. Isto quer dizer, um conceito parte do objeto que o define (do ser), e é uma construção

do pensamento. Um caminho para colocar as operações metais em prática, afirma Davidov, é a utilização de situações problema, como estratégia de ensino, tal como é feito na intervenção pedagógica que embasa a presente pesquisa. A didática tem compromisso com a busca da qualidade cognitiva das aprendizagens, destaca Libâneo (2004).

As contribuições sobre o ensino de situações problema é discutida por Rezende (2006), que traz contribuições significativas de outro teórico russo: Galperin. A crítica ao ensino, feita por Galperin, adotado pelas escolas que se costuma chamar de ensino tradicional, sugerem uma forma de ensino alternativo, o modelo formativo-conceitual proposto pelo autor. Nesse modelo, o conhecimento a ser assimilado é considerado como ponto inicial para ação, sendo apresentando sob formas de situações-problema. Essas situações estão relacionadas entre si e fazem com que o aprendiz direcione a aprendizagem para o desenvolvimento dos conceitos.

O modelo de ensino formativo-conceitual favorece o desenvolvimento de outras propriedades mentais até então não contempladas pelo modelo tradicional: a) a consciência, capacidade de interpretar as relações entre cada uma das situações específicas e o seu contexto de ocorrência, e b) a aplicação automática, capacidade de transferir a aprendizagem para outras situações equivalentes, que respondem da mesma maneira à aplicação dos conceitos referenciais fornecidos pela *base orientadora da ação* (REZENDE, 2006, p. 1213).

Ainda sobre as características da situação-problema, é necessário destacar alguns aspectos quando o objetivo é desenvolver ações mentais correspondentes, porque não é viável desenvolver o conceito se o aprendiz não vivenciar situações às quais tenha que aplicar o conceito. (Rezende, 2006), baseado em Galperin, afirma:

A proposta do modelo formativo-conceitual dedica-se à análise do conceito a ser ensinado, identificando um aspecto operacional geral, comum a todas as situações – invariante –, que se constitui na essência da situação-problema, utilizando-o para direcionar a ação – esse modelo de ensino está centrado na consciência das propriedades aplicativas dos conceitos operacionais para solução do problema. Os conceitos referenciais que fazem parte dessa base orientadora da ação, em função do uso freqüente, tendem a ser diretamente percebidos pelo sujeito (GALPERIN, 1989B, P. 54 APUD REZENDE, p.1219)

Todo o conceito na sua origem constituiu-se para resolver alguma situação-problema possuindo assim um carácter operacional. Portanto o uso de uma estratégia na qual o aspecto operacional de cada conceito seja utilizado para resolver situações previamente planejadas permitirá que o estudante, a partir da resolução de um conjunto de situações, possa generalizar o conceito, construindo seu significado pela sua própria ação cognitiva (LIBÂNEO, 2004).

CAPÍTULO 3

O CAMINHO METODOLÓGICO PERCORRIDO

Para Vygotsky (1995a) O conhecimento do método e a sua argumentação são as condições necessárias que possibilitam entender todos os capítulos de uma história. Os fatos revelados, as generalizações realizadas por meio da interpretação dos dados, as leis estabelecidas para as generalizações, tudo está determinado de forma fundamental pelo método da pesquisa. Buscando-se explicitar o caminho percorrido pela história da presente investigação, o capítulo descreve os procedimentos metodológicos utilizados para a realização da pesquisa. Inicia-se discutindo o caráter da metodologia proposta e, na sequência, apresenta-se seus componentes.

3.1 O caráter metodológico da pesquisa

Não se pode falar em método sem antes apresentar a questão norteadora da pesquisa: Uma intervenção pedagógica, baseada em estratégias autorregulatórias da aprendizagem e na teoria Histórico-Cultural da Atividade, pode promover o desenvolvimento dos conceitos científicos de Mecânica em alunos de um Curso de Licenciatura em Física? Esta questão encaminha para que se tenha, como objetivo, avaliar, qualitativamente, esse desenvolvimento.

Ao apresentar o método da pesquisa, pensa-se ser interessante salientar que Vygotsky (1995a) atribuía especial importância a esse componente, considerando que a procura por um método é, ao mesmo tempo, pré-requisito e produto, instrumento e resultado da pesquisa. O autor também destacava

importância ao requisito básico do método dialético: o estudo de um objetivo durante seu processo de mudança, enfocando o objeto de pesquisa como algo vivo e não como algo estático.

Investigações que envolvem o planejamento e a realização de interferências em processos educacionais – buscando ocasionar mudanças, inovações e avanços nos processos de aprendizagem – e, posteriormente, a avaliação dos efeitos dessas intervenções – são caracterizadas, por Damiani et al. (2014), como pesquisas do tipo intervenção pedagógica. Os autores afirmam que, nesse tipo de pesquisa, a intenção é “descrever detalhadamente os procedimentos realizados, avaliando-os e produzindo explicações plausíveis sobre seus efeitos, fundamentadas em dados e teorias pertinentes” (p.59), não havendo

Preocupação com o controle de outras variáveis que poderiam afetar os efeitos da intervenção, pois ela não visa a estabelecer relações de causa e efeito, fazer generalizações ou predições exatas a partir dos seus achados, como experimentos. Nas intervenções, a intenção é descrever detalhadamente os procedimentos realizados, avaliando-os e produzindo explicações plausíveis, sobre seus efeitos, fundamentadas em dados e teorias pertinentes (DAMIANI ET AL, 2014, p.59).

Freitas (2010) enfatiza a importância do método de intervenção à luz da THCA. Na perspectiva Vygotskyana, a pesquisa objetiva compreender os eventos investigados procurando descrevê-los, relacionando e integrando o individual com o social, focalizando os eventos em suas essenciais e possíveis conexões.

Na sequência deste texto, ancorada nas sugestões propostas por Damiani et.al. (2014), apresenta-se o método da pesquisa desenvolvida. Esse deve incluir o método da intervenção e o método da avaliação da intervenção.

A parte referente ao *Método da intervenção* tem como finalidade a descrição minuciosa das diferentes práticas de ensino e estratégias adotadas, justificando sua implementação e objetivando caracterizar a atuação do professor, que na presente pesquisa, foi a própria pesquisadora. Referente ao *Método da avaliação da intervenção* apresenta o processo de pesquisa propriamente dito, no qual devem ser incluídos os instrumentos e os

procedimentos de coleta e análise dos dados utilizados para capturar os efeitos da intervenção realizada.

A seguir, esses dois componentes da pesquisa realizada serão descritos detalhadamente.

3.2 Método da intervenção

Antes de apresentar os detalhes acerca do método da intervenção, pensa-se ser necessário apresentar mais detalhes sobre o contexto no qual ela foi implementada: a disciplina de IPF, do CLF da UFPel. A disciplina é ofertada anualmente, no primeiro semestre letivo, com carga horária de 2 horas semanais e 40 vagas. A intervenção foi realizada no primeiro semestre letivo do ano de 2013, totalizando 14 aulas, que iniciaram em maio e terminaram no final de agosto.

A disciplina de IPF foi pensada e elaborada para os alunos ingressantes e passou a fazer parte da grade curricular do CLF, em 2012, ano em que ocorreu uma mudança curricular. Embora a disciplina seja voltada para esse grupo de alunos, devido a essa mudança curricular, os alunos concluintes também necessitam cursá-la, enquanto houver estudantes vinculados ao currículo anterior.

O objetivo geral dessa disciplina é promover o desenvolvimento dos conceitos científicos de Mecânica. A implementação da intervenção pedagógica foi compartilhada com o professor da disciplina, que planejou e ministrou as aulas previstas, juntamente com a pesquisadora.

Os objetivos específicos da intervenção na disciplina de IPF eram:

- promover a aplicação do Método de Resolução de Problemas propiciando o desenvolvimento dos conceitos científicos de Mecânica, mais especificamente, o conceito de composição de movimentos, cerne dessa área da Física;

- levar os estudantes a utilizarem estratégias autorregulatórias que promovessem a tomada de consciência sobre as características de seus próprios processos de aprendizagem e o conseqüente controle de tal processo.

O principal conteúdo desenvolvido na disciplina foi a Cinemática Galileana, área da Física que estuda os movimentos. As atividades realizadas para o desenvolvimento dos conceitos científicos de Mecânica foram baseadas nas estratégias de resolução de problemas, pois historicamente, como já comentado, todos os conceitos científicos foram desenvolvidos a partir do objetivo de resolver situações-problema com as quais os cientistas se defrontaram. No caso da Cinemática Galileana, o cerne da situação-problema era entender o movimento da Terra, ou seja, responder à seguinte indagação: se a terra está se movendo, porque não sentimos esse movimento? Galileu Galilei resolveu essa questão, desenvolveu o conceito da composição de movimentos (KOYRÉ, 1986).

Para ser consistente com o processo de desenvolvimento dos conceitos científicos proposto por Vygotsky (2009), deve-se levar em consideração, além do caráter operacional de cada conceito, no sentido de operá-lo para resolver uma situação problema, a história do seu desenvolvimento.

A pesquisa realizada por Bilhalba & Ayala (2012) mostra que a maioria dos alunos, que já cursaram a disciplina de Física Geral I, memorizam as definições dos conceitos de velocidade e aceleração, e não conseguem relacioná-los com outros conceitos, como, por exemplo, o de composição de movimentos. As disciplinas introdutórias do Curso de Licenciatura em Física, parecem não estarem sendo eficazes na aprendizagem de Mecânica, uma das hipóteses que poderia explicar os altos índices de reprovação e evasão nas disciplinas iniciais do Curso, comentadas antes.

Os resultados da pesquisa citada apontaram para a necessidade de novas práticas pedagógicas que tenham como objetivo o desenvolvimento dos conceitos científicos. Assim a intervenção pedagógica realizada na disciplina de IPF gera a oportunidade de realizar uma nova prática de ensino.

Após essa caracterização do contexto da disciplina, apresenta-se a intervenção pedagógica realizada.

Matricularam-se na disciplina 36 alunos: 27 calouros e 9 veteranos. Do total, somente 20 a concluíram. Sete, 3 veteranos e 4 calouros, nem a iniciaram e o restante foi desistindo do Curso de LF e/ou da disciplina, ao longo do semestre. Destaca-se que não houve nenhuma reprovação dos alunos que cursaram a disciplina até o final do semestre. A tabela 4, baseada no registro de presença feito em cada aula, ilustra a distribuição dos alunos participantes da disciplina, explicitando o número de iniciantes e veteranos que se matricularam e cursaram a disciplina, até o final.

Tabela 4: Situação dos alunos, em termos de frequência, no decorrer da disciplina

Período	Alunos Calouros	Alunos Veteranos	Total
Matriculados	27	9	36
Nunca frequentaram A disciplina	4	3	7
Infrequentes* em até 7 aulas	9	0	9
Concluintes	14	6	20

*O aluno é considerado infrequente quando excede o número de 4 faltas

A disciplina procurou criar, nas 14 aulas, oportunidades para que os alunos iniciassem o processo de desenvolvimento dos conceitos científicos de Mecânica e desenvolvessem estratégias para a consciência e o controle sobre o próprio processo de aprendizagem. Na sequência, apresenta-se uma descrição geral das atividades realizadas e, como essas ocorreram para a consecução dos objetivos da disciplina.

Segundo Damiani et al (2014), o roteiro para a apresentação de uma intervenção pedagógica deve conter a descrição de uma “aula típica”. As aulas da IPF tinham objetivos diferentes, e nenhuma atividade foi repetida, entretanto,

houve alguns aspectos que caracterizaram todas as aulas, como se pode perceber a seguir.

De modo geral, as aulas de IPF foram interativas: na maioria dos encontros, os alunos sentavam em grupos – que eram os mesmos desde o início da disciplina – e interagiam com seus pares. O trabalho em grupo, como já comentado, é defendido por Vygotsky (1989) por proporcionar vantagens na aprendizagem, que não estão disponíveis em ambientes de aprendizagem individualizados. O desenvolvimento dos sujeitos e seus processos de pensamento ocorrem mediados pela interação com outras pessoas (DAMIANI, 2008). Outra característica das aulas, era que os professores nunca forneciam respostas prontas para os alunos, fazendo reflexões sobre as situações-problema propostas, instigando-os a se envolverem na tarefa. O início da aula era sempre destinado à retomada da aula anterior e proposta da atividade seguinte.

Como já foi discutido, paralelamente ao objetivo de desenvolvimento dos conceitos de Mecânica, buscou-se realizar ações com o objetivo de auxiliar os alunos a investirem na aprendizagem autorregulada. Nossa experiência vem mostrando que os alunos chegam à universidade sem hábitos de estudo e de trabalho adequados às exigências desse nível educacional (SAMPAIO ET AL, 2013). Para abordar esse problema, escolheu-se um instrumento, já testado, por Salgado (2013), o projeto¹⁰ “Cartas de Gervásio ao seu Umbigo”. Tal projeto foi elaborado pelo grupo de pesquisa do professor Pedro Rosário, da Universidade do Minho, localizada na cidade de Braga, em Portugal (2012). Gervásio, personagem que escreve cartas para seu umbigo, é um estudante, calouro, confuso, que chega à Universidade sem ter hábitos de estudo e, por meio de 14 cartas, narra sua trajetória acadêmica abordando dimensões da ARA. O projeto “Cartas do Gervásio ao seu Umbigo”, além das 14 cartas, apresenta uma proposta de atividades para educadores e técnicos trabalharem com estudantes, grupos de estudo etc. Essa proposta de atividade com as cartas pode ser feita de forma extracurricular, ou como infusão curricular, como no presente trabalho.

¹⁰ “Cartas do Gervásio ao seu Umbigo” é o título do livro (ROSÁRIO, 2012). O livro constitui-se da apresentação do projeto, as 14 cartas escritas pelo personagem Gervásio, um breve referencial teórico sobre a ARA e uma proposta de atividade.

As atividades sugeridas pelo projeto, em alguns casos, foram modificadas em relação à proposta original por conta dos objetivos da intervenção.

Foram escolhidas sete cartas para leitura, análise e discussão com os alunos, durante a intervenção. A escolha foi determinada pela correspondência entre os objetivos das aulas e os objetivos das cartas. Cada grupo, de 4 ou 5 alunos, lia, analisava e discutia os aspectos que a narrativa abordava. Após, realizavam-se atividades de discussão, com toda a turma, sobre as estratégias autorregulatórias utilizada por Gervásio e descritas nas cartas. Isso pretendia instigar os alunos a pensar sobre o próprio processo de aprendizagem.

O foco principal da atividade com as cartas foi a resolução de problemas. A seguir, a tabela 5, apresenta o título de cada carta trabalhada com os alunos e o seu objetivo, na perspectiva da ARA.

Tabela 5: Objetivos das “Cartas do Gervásio ao seu Umbigo”, segundo a perspectiva da ARA

Cartas do projeto	Objetivos na perspectiva da ARA
Carta zero “Se vocês lerem as cartas com atenção, poderão entender os sinuosos contornos da minha experiência como calouro na Universidade e testemunhar comigo o acontecido. Boa viagem”	- Apresentação dos motivos que levaram Gervásio a escrever as cartas - Reflexão sobre o processo de aprendizagem e o papel de aluno
Carta 1 “Aliás, o que é exatamente integrar-se à Universidade?”	- Integração à Educação Superior - Organização e gestão de tempo
Carta 2 “Que objetivos tenho? O que verdadeiramente guia o meu agir, no meu estudo, na Universidade, nos meus hobbies, na prática de esportes, nas relações com outros, na minha preguiça...?”	- Estabelecimento dos objetivos - Propriedades dos objetivos (CRAva) - Objetivos de curto e longo prazo - Objetivos de aprendizagem e de realização
Carta 6 “Quem governa sua aprendizagem, Gervásio? Você sabe como se distinguem os alunos que obtêm sucesso escolar?”	- Autorregulação da aprendizagem - Modelo Cíclico da Aprendizagem Autorregulada (PLEA – Planejamento, Execução e Avaliação) - Estabelecimento de objetivos - Monitoramento - Volição
Carta 7 (...) qual dessas afirmativas está certa? Carta 8 (...) como os problemas são resolvidos?	- Metodologia de resolução de problemas - Passos da resolução de problemas Exercício – problema do café com leite

Carta 13 "Como vai o seu estudo, Gervásio?"	- Reflexão final sobre o processo de aprendizagem percorrido
--	--

Fonte: (ROSÁRIO, 2012)

Cabe destacar que todos as aulas trabalharam estratégias autorregulatórias conduzidas pela professora-pesquisadora e pelo professor da disciplina, que também foram guiados por princípios pedagógicos derivados da teoria histórico-cultural da atividade.

O professor que se baseia na prática vygotskyana, (VYGOTSKY, 2009) conscientemente, instiga o aluno à aprendizagem, trabalhando na ZDP deste, orientando-o, oferecendo-lhe ajuda, questionando-o e propondo problemas que possam estimular sua aprendizagem e o desenvolvimento de suas funções psicológicas superiores. A interação entre os colegas, como já referido, também é de fundamental importância para a aprendizagem, a mediação não é exercida somente pelo professor, mas também pelos pares, nos trabalhos em grupo.

Para melhor entendimento da dinâmica das aulas, sistematizou-se a seguinte lógica autorregulatória (utilizada pela pesquisadora) para a descrição da intervenção:

1ª Objetivo e motivação da aula

2ª Passos seguidos durante a aula (intervenção)

3ª Resultados obtidos na aula

4ª Planejamento da próxima aula com base nos resultados obtidos

Essas 4 etapas foram pensadas para todas as aulas.

3.2.1 Síntese das aulas

A descrição das aulas apresentadas nessa seção, são baseadas no diário de campo da professora-pesquisadora. Esse instrumento foi elaborado ao longo de todo o período da intervenção. Constituiu-se por observações e anotações não-estruturadas da pesquisadora. Esse instrumento teve como objetivo capturar informações que não eram registros formais, como conversas informais, comportamentos e expressões que diziam às temáticas da pesquisa. Nele foram

registradas, também, as impressões pessoais ao longo do tempo (MINAYO, 2014).

1ª Aula

1º Objetivo e motivação da aula

Conhecer os alunos. A primeira aula é fundamental para o desenvolvimento de todas as outras. É o momento em que o professor começa a conhecer os alunos. Na primeira aula da intervenção, investigou-se o ponto de partida conceitual dos alunos, levando em consideração o que já havia sido visto no Ensino Médio, para o caso dos alunos iniciantes, e o que havia sido visto ao longo do Curso de Licenciatura em Física, para o caso dos alunos veteranos. Uma breve investigação sobre o porquê de os alunos terem escolhido o Curso também foi feita.

2ª Passos seguidos durante a aula (intervenção)

Após uma breve apresentação da disciplina e seus objetivos, duas atividades foram realizadas. Na primeira, em forma dialogada, os alunos apresentaram-se dizendo nome, cidade de origem, a razão de escolherem o Curso e o que era Física, na sua visão. A segunda foi a aplicação de uma avaliação, contendo duas situações-problemas sobre composição de movimentos, que os alunos deveriam responder de forma descritiva, podendo utilizar desenhos e explicações escritas, sem a necessidade do uso de valores e expressões numéricas. Com base nessas questões, foi possível investigar o ponto de partida dos seus conhecimentos acerca dos conceitos de Mecânica.

3ª Resultado da aula

Com base na avaliação das questões sobre composição de movimentos, foi possível avaliar o ponto de partida dos alunos acerca dos conhecimentos de Mecânica. Ao analisar as respostas dos alunos, foi revelado que a maioria dos veteranos ainda não entendia corretamente os conceitos de Mecânica. Embora esses alunos já houvessem cursado a disciplina de Física Geral I, no início do Curso, cujo conteúdo contempla todos os conceitos da área de Mecânica, ainda apresentavam grandes lacunas na rede conceitual. Na análise das respostas das situações-problemas de ambos, alunos iniciantes e veteranos, constatou-se

que os conceitos por eles internalizados ainda se mostravam contextualizados, isto é, estavam ligados a situações específicas. Termos como velocidade, aceleração e referencial foram utilizados de forma não- diferenciada para situações físicas. Isso quer dizer que o aluno utilizou a mesma argumentação para o conceito de Velocidade, Aceleração não levando em consideração o conceito de Referencial. Tais conceitos não estão sistematizados em uma rede de conceitos.

Analisando as respostas fornecidas pelos alunos sobre o porquê de terem escolhido o Curso percebeu-se que a maioria deles teve um professor que despertou curiosidade pela Física/Ciência e foi essa a motivação: seguir o exemplo do professor. As respostas da pergunta sobre o que é Física foram abrangentes, por parte da maioria dos alunos, que responderam que Física é tudo.

4ª Planejamento da próxima aula com base nos resultados obtidos

Com base nos resultados, percebeu-se que as maiorias dos alunos veteranos não resolveu as situações-problema articulando os conceitos de Mecânica, possivelmente por não terem ainda desenvolvido os conceitos de composição de movimento e referencial, fundamentais para a aprendizagem da Física. Os alunos deveriam ter aprendido esses conceitos – como o de referencial, por exemplo, que é essencial para a maioria das disciplinas de Física – no primeiro semestre e, por isso, os professores, ao longo da graduação, partem da premissa de que os seus alunos já os desenvolveram. E não os ensinam mais. Isso implica que o conceito não evolui e não é colocado em uma rede conceitual, prejudicando a aprendizagem do aluno.

2ª AULA

1ª Objetivo e motivação da aula

Intervir com estratégias da ARA para criar consciência sobre o processo de aprendizagem dos alunos iniciantes e veteranos. Se o aluno não toma consciência e não tem controle sobre seu próprio processo de aprendizagem, isso dificulta seu desenvolvimento ao longo do curso. Os professores trabalham com os conceitos e, por causa dos conteúdos curriculares o tempo é insuficiente

e os conceitos iniciam seu processo de desenvolvimento, mas acabam não evoluindo. Os alunos internalizam alguns, mas é necessário investir em estratégias de estudos para seguir o desenvolvimento dos conceitos.

2ª Passos seguidos durante a aula (intervenção)

Apresentação do livro “Cartas do Gervásio ao seu Umbigo”. A primeira atividade proposta foi a leitura das cartas 0 e 1. A carta 0 objetiva apresentar os motivos pelo qual o Gervásio escreveu as cartas e, também, refletir sobre o processo de aprendizagem e o papel do aluno nesse processo. A carta 1 propõe a problemática da adaptação ao ensino superior e a necessidade de organização e gestão de tempo para essa etapa da escolarização. Para essa atividade, os alunos foram organizados em 5 grupos, separados por ordem da chamada. Cada grupo teve 30 minutos para leitura das cartas. Solicitou-se a cada estudante que, ao realizar a leitura, sublinhasse os pontos que lhe chamasse a atenção na narrativa do Gervásio. Depois, cada grupo apresentou para a turma os tópicos destacados, gerando uma discussão. Na segunda atividade, os professores apresentaram, em slides, alguns tópicos das cartas, estrategicamente pensados para gerar discussão e fazer os alunos refletirem sobre os processos de aprendizagem. A partir disso, listaram-se, no quadro, os tópicos mencionados pelos alunos. Após debater esses tópicos chegou-se à questão da autonomia, isto é o estudante ter iniciativas próprias. A última atividade proposta para os grupos foi a elaboração de um anúncio de jornal, no qual deveriam descrever um estudante ideal para cursar Licenciatura em Física.

3ª Resultado da aula

A impressão geral dos professores da disciplina foi de que os alunos se mostraram bem interessados pelas cartas do Gervásio. Gostaram de ler e houve muita discussão com interação entre os alunos veteranos e calouros. Os veteranos compartilharam suas experiências com os alunos calouros, que demonstraram suas ansiedades perante os desafios do ensino superior. Por exemplo, assuntos comentados pelos alunos iniciantes relativos ao início do ingresso à universidade foram: não saber morar sozinhos, estar longe da família, não saber os lugares de cada coisa (biblioteca, restaurante, etc.). Na indicação dos aspectos que afetaram sua adaptação à universidade, apareceram como

necessidades de: concentração, mais esforço do que no ensino médio, independência, dedicação aos estudos, não saber como estudar, não saber avaliar a própria aprendizagem, dificuldade em questionar-se, construção pessoal do conhecimento. Analisando os anúncios de jornal, os pontos que apareceram em comum, tanto nos grupos com veteranos como nos grupos somente de iniciantes, foram: gostar de matemática (exatas), e ter tempo para dedicar-se a universidade. Outras características como garra, coragem, dedicação também foram apontadas pelos alunos.

4ª Planejamento da próxima aula com base nos resultados obtidos

As primeiras aulas da intervenção, assim como a segunda, mostraram que os alunos, mesmo os veteranos, não haviam desenvolvido consciência sobre o próprio processo de aprendizagem, necessário para desenvolver organização e gestão de tempo, assim é necessário promover estratégias para ajudar os alunos a desenvolver hábitos de estudos que promovam a aprendizagem dos conceitos.

3ª AULA

1ª Objetivo e motivação da aula

Desenvolver estratégias de aprendizagem, que facilitem a organização e gestão de tempo para os estudos. Os alunos precisam tomar consciência dos seus objetivos de aprendizagem demandados pelo curso, e assim poderem desenvolver estratégias de aprendizagem, que facilitem a organização e gestão de tempo.

2ª Passos seguidos durante a aula (intervenção)

A primeira atividade foi direcionada para a retomada da aula anterior. Elencaram-se, no quadro, as características que apareceram em comum nos anúncios de jornal, elaborados pelos alunos com o objetivo de destacar as características em comum que os alunos citaram ao elaborar a atividade. A segunda atividade foi direcionada para a leitura da carta 2, que objetivava discutir os objetivos relativos a aprendizagem de curto e longo prazo dos alunos. Os alunos deveriam destacar as características que se identificavam com as experiências vividas por Gervásio. Após, foi realizada a discussão nos 5 grupos. A terceira atividade foi um debate, com toda a turma, para discutir o conceito de objetivo a partir da leitura da carta.

3ª Resultados obtidos na aula

Na discussão sobre a carta 2, o trecho destacado por todos os grupos foi: “Dizem-me que há tempo para assistir às aulas, estudar, trabalhar, ser voluntário, praticar esportes, conviver e ter boas notas, hum! Ainda não descobri bem como, mas deve ser possível, pelo menos eu quero acreditar que sim...!” Ao discutir sobre os objetivos de aprendizagem os alunos citaram: chegar ao final do curso conhecendo os princípios da física, ter matemática como linguagem e saber ensinar Física. Nessa aula, não houve tanto debate sobre os assuntos proposto pela carta, como nas leituras anteriores (cartas 0 e 1).

4ª Planejamento da próxima aula com base nos resultados obtidos

É necessário promover nos alunos atividades que ajudem na realização e no estabelecimento dos seus objetivos ao longo do curso assim como na gestão do tempo, dando a eles tarefas que exijam planejamento, desenvolvimento e avaliação da atividade de aprendizagem.

4ª AULA

1ª Objetivo e motivação da aula

Promover atividades que ajudem o aluno a organizar o tempo para realizar uma tarefa, traçando objetivos e estratégias para a aprendizagem dos conceitos de Mecânica, com foco no conceito de velocidade.

2ª Passos seguidos durante a aula (intervenção)

Após a formação dos 5 grupos, a atividade proposta foi a seguinte: cada grupo deveria explicar o conceito de velocidade. Para isso, poderiam usar matérias de experimentos fornecidos pelos professores, livros etc. Os grupos deveriam, também, resolver um problema, previamente escolhido, da lista de exercícios do Livro Física 1 (RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; WALKER, T, 2005), utilizando o conceito de velocidade. Eles tinham 30 minutos para realizar a tarefa e, após, cada grupo deveria apresentar para a turma o conceito de velocidade e o exercício resolvido, em 20 minutos. Nessa atividade dois princípios básicos estavam sendo trabalhados, o primeiro ancorado ao construto da ARA: ajudar o

aluno a gestar seu tempo, trançando objetivos. E o segundo ligado a THCA, o trabalho em grupo que promove a aprendizagem.

3ª Resultados obtidos na aula

Dos 5 grupos, 3 planejaram como iriam demonstrar o conceito de velocidade de forma experimental e, após discutir, buscaram o material necessário para fazer o experimento. 2 grupos, compostos somente com alunos iniciantes, foram direto buscar material para realizar o experimento, sem muito planejamento. Após, fizeram uma pesquisa sobre o conceito nos livros. Observou-se uma divisão de tarefas nos grupos: enquanto alguns organizavam a apresentação do conceito de velocidade, outros resolviam o problema da lista de exercícios, sem muita colaboração entre os integrantes do grupo. As apresentações dos grupos geraram discussão sobre o conceito de velocidade, havendo um diálogo entre alunos veteranos e calouros. A maioria dos grupos usou um experimento para demonstrar o conceito de velocidade. Ao resolver o problema proposto, a maioria dos grupos teve dificuldades em explicar o modo como realizou tal resolução, o que mostra que os alunos não têm consciência sobre a maneira em que resolvem os problemas físicos.

4ª Planejamento da próxima aula com base nos resultados obtidos

As atividades, mesmo que em grupo, devem ser pensadas para promover a maior interação possível entre os alunos, para que ocorra tal interação é necessário promover atividades em que os alunos se envolvam todos com o mesmo objetivo. O objetivo proposto nas próximas atividades será o de resolução de problemas com foco na aprendizagem dos conceitos.

5ª AULA

1ª Objetivo e motivação da aula

Estabelecer estratégias de resolução de problemas que promovam a aprendizagem dos conceitos de Mecânica. Os alunos, em geral, focam a atenção na resolução do problema importando-se, principalmente, com a resolução numérica, não explorando os conceitos físicos de maneira a desenvolver a aprendizagem dos conceitos. É preciso realizar intervenções que objetivem a

resolução de problemas para ajudar o aluno na aprendizagem dos conceitos de Mecânica.

2ª Passos seguidos durante a aula (intervenção)

Os exercícios da lista, realizados na aula anterior foram retomados e dois grupos, que ainda faltavam, apresentaram suas resoluções. Após, foi proposto um método para resolução dos mesmos exercícios, com as seguintes etapas para a resolução de problemas: 1) destacar os conceitos presentes no enunciado do problema; 2) identificar o problema proposto; 3) propor hipóteses para a resolução do problema; 4) buscar expressões numéricas para testar as hipóteses; 5) testar as hipóteses; e 6) encontrar o resultado.

3ª Resultados obtidos na aula

Os alunos veteranos tiveram dificuldades em tomar consciência do método de resolução de problemas proposto, pois, para eles, resolver problemas já era algo automático em que eles resolviam sem pensar em etapas. Os calouros também tiveram dificuldades em resolver o problema, não tomaram consciência do método da resolução de problemas.

4ª Planejamento da próxima aula com base nos resultados obtidos

Para todos os alunos, veteranos e calouros, o planejamento e a execução das atividades é feito em função da resolução matemática do problema, na busca da resposta certa, pois o aluno sabe como será avaliado e as avaliações da maioria das disciplinas exige essa atenção para a parte numérica e muitas vezes não focando nos conceitos físicos. É necessário ajudar o aluno a tomar consciência da necessidade de aprendizagem do processo de resolução de problemas. Focando na aprendizagem dos conceitos físicos, mesmo que a avaliação, da maioria das disciplinas do CLF, seja feita baseada na resolução literal, não focando na aprendizagem dos conceitos de Física.

6ª AULA

1ª Objetivo e motivação da aula

Investir no modelo da aprendizagem autorregulada para ajudar o aluno a planejar, executar e avaliar as suas atividades focando-as na aprendizagem dos conceitos de Mecânica.

2ª Passos seguidos durante a aula (intervenção)

Leitura e discussão da carta 6 que apresenta a seguinte temática: Quem governa sua aprendizagem, Gervásio? A carta explica o modelo cíclico da aprendizagem autorregulada: Planejamento, execução e avaliação das atividades. Os alunos destacaram tópicos que lhes chamaram a atenção, e esses foram colocados no quadro para gerar uma discussão. Os tópicos que apareceram foram: “mastigar os conteúdos”; tentar = conseguir; avaliar os erros; flexibilidade; bons alunos são aqueles inteligentes? não nascemos bons alunos, aprendemos a sê-lo; não se limitar a ler, memorizar; compreender é aplicar à vida; se não fizer por ti, ninguém vai fazer.

3ª Resultados obtidos na aula

Os alunos motivaram-se (demostraram interesse e exaltação sobre o tema) nas discussões dos tópicos, pois se identificaram com o personagem Gervásio, em muitos sentidos. Houve troca de experiências entre os alunos calouros, que contaram suas expectativas em relação ao Curso, e os alunos veteranos, que contavam suas dificuldades.

4ª Planejamento da próxima aula com base nos resultados obtidos

Somente leitura e discussão da carta não foram suficientes para que o aluno refletisse sobre sua maneira de agir e sua aprendizagem. É preciso que os professores proponham atividades com o objetivo de fazer o aluno planejar, executar e avaliar o processo de aprendizagem.

7ª AULA

1ª Objetivo e motivação da aula

Desenvolver uma atividade, relacionada com os conceitos das leis de Newton, que proporcione a reflexão e a tomada de consciência da importância de planejar, executar e avaliar as atividades, assim como os estudos acadêmicos.

2ª Passos seguidos durante a aula (intervenção)

Cada grupo deveria elaborar e propor uma solução para um problema sobre Leis de Newton, podendo consultar materiais sobre o assunto realizar a tarefa. Foi solicitado que seguissem os passos cíclicos – planejar, executar e avaliar a atividade. Após, deveriam explicitar como planejaram a solução para o problema e como fizeram para resolvê-lo.

3ª Resultados obtidos na aula

Os alunos calouros tiveram facilidade para seguir o modelo cíclico, seguindo um planejamento inicial e explicitando os passos para a construção da atividade. Os veteranos usaram modelos dos livros para construir o problema e exploraram conceitos mais elaborados.

4ª Planejamento da próxima aula com base nos resultados obtidos

É necessário continuar propondo atividades que promovam o ciclo da aprendizagem autorregulada pois os alunos ainda não tomaram consciência da necessidade de planejar, executar e avaliar as atividades propostas.

8ª AULA

1ª Objetivo e motivação da aula

Continuar desenvolvendo atividade, relacionadas com os conceitos das leis de Newton, que promovam a ARA.

2ª Passos seguidos durante a aula (intervenção)

Os problemas sobre leis de Newton, elaborados pelos grupos, foram retomados. Os grupos trocaram os problemas, com o objetivo de cada grupo resolvesse o problema elaborado por outro. Após, cada grupo apresentou para a turma a

solução, no quadro de giz, de modo que o grupo que o havia elaborado pudesse avaliar se a resolução estava de acordo com o seu planejamento inicial.

3ª Resultados obtidos na aula

Os grupos em que havia alunos veteranos elaboraram os problemas com maior grau de abstração, em termos de conceitos físicos. Porém, ao avaliar a resolução do problema feita por outro grupo (com alunos calouros), os alunos veteranos que o elaboraram perceberam que havia erros nessa elaboração: o problema tinha falhas no desenvolvimento dos conceitos. Por exemplo, o grupo x elaborou um determinado problema envolvendo Leis de Newton, outro grupo tentou resolver e não conseguiu. Então, solicitou-se ao grupo x que explicasse a resolução correta. Ao ouvir a explicação, os alunos calouros questionaram para o grupo sobre os conceitos envolvidos no problema e os veteranos apresentaram lacunas conceituais ao responder. Esse fato mostra que os conceitos por estes internalizados ainda estavam em evolução. Os grupos dos alunos calouros, na sua maioria, planejaram o problema de maneira adequada e refletiram sobre as Leis de Newton. Executaram o ciclo planejamento, execução e avaliação do problema proposto. Ao avaliarem seu trabalho, exploraram as próprias dificuldades e criaram novas estratégias, adequadas para a elaboração e o planejamento do problema.

4ª Planejamento da próxima aula com base nos resultados obtidos

Os alunos ainda não desenvolveram consciência e controle sobre suas ações para resolver problemas de Física. Não realizam planejamento anterior. Isso faz com que seus processos de resolução de problemas torne-se um hábito memorizado.

9ª AULA

1ª Objetivo e motivação da aula

Proporcionar mais atividades sobre a resolução de problemas utilizando as estratégias de resolução de problemas proposta pelas Cartas do Gervásio.

2ª Passos seguidos durante a aula (intervenção)

Organizados em grupos, os alunos leram a carta 7, que oportuniza o desenvolvimento de uma situação típica de solução de problemas. Cada grupo deveria propor, e apresentar para os demais, uma solução desenvolvida a partir das estratégias da ARA. Essas estratégias se definem em etapas, quais sejam: 1) identificar o problema; 2) reconhecer a importância do problema; 3) produzir soluções alternativas para sua resolução; 4) colocar a solução em prática. Diferentes soluções foram apresentadas e a discussão foi produtiva, pois foi possível ilustrar aplicações das estratégias utilizadas para obter a solução.

3ª Resultados obtidos na aula

Utilizar um problema que não tinha Física como conteúdo, causou certa estranheza nos alunos, mas, ao mesmo tempo, proporcionou o desenvolvimento de um método de resolução de problemas. Os alunos não estão acostumados com esse tipo de método, o que exigiu concentração na atividade. O uso de um problema cotidiano criou evidências para a necessidade de ter dispor de um método consciente para a resolução de problemas. Não se apresentou aos alunos a solução adequada do problema proposto. O objetivo era deixá-los utilizar o método de resolução para solucionar as dúvidas existentes. No final da aula, entregou-se a Carta 8, na qual Gervásio discute o método de resolução de problemas e fala sobre o problema apresentado na carta anterior.

4ª Planejamento da próxima aula com base nos resultados obtidos

Com base no método de resolução de problemas, desenvolver os principais conceitos de Mecânica.

10ª AULA

1ª Objetivo e motivação da aula

Utilizar o método de resolução de problemas para construir o conceito fundamental da Mecânica, a composição de movimentos.

2ª Passos seguidos durante a aula (intervenção)

Nessa aula, apresentou-se o vídeo intitulado Inércia, elaborado pela série Universo Mecânico, disponível na internet. O filme apresentou discussões e ideias de Galileu que possibilitaram o desenvolvimento científico da Mecânica,

parte da Física que estuda os movimentos. Os alunos assistiram o vídeo “Inércia dos Corpos” e elaboraram um roteiro de resolução de problemas, contendo os passos para resolução de problemas que deveriam ser respondidos para a situação-problema identificada no vídeo.

3ª Resultados obtidos na aula

Os roteiros criados pelos alunos possibilitaram investigar a eficácia de estratégias da ARA, principalmente das estratégias de resolução de problemas proposta por Rosário (2012). Nesse dia, 13 alunos estavam presentes: 4 veteranos e 9 calouros. A maioria dos veteranos não utilizou a resolução de problemas e resolveu a situação-problema proposta, já os calouros a maioria utilizou a resolução de problemas e conseguiu resolver a situação-problema proposta no vídeo Inercia dos corpos.

Dois alunos iniciantes utilizaram as estratégias da ARA e não resolveram a situação-problema, não escolheram a composição de movimentos como hipótese para resolver o problema. No total, 9 alunos, 3 veteranos e 6 iniciantes, identificaram, de forma correta, o problema em questão no vídeo: “Porque os objetos não voam da terra?”. A análise mostrou que a maioria dos alunos que utilizaram as estratégias autorregulatórias de resolução de problemas conseguiram resolver o problema proposto no roteiro. As estratégias de resolução de problemas, nos quatro passos sugeridos na carta 7, parecem ter ajudado a maioria dos alunos a focar a atenção nas ideias principais do vídeo, utilizar a estratégia de resolução de problema e resolver o problema proposto, encontrar a solução Galileana da composição de movimentos. Uma atividade como exibição de vídeo em sala de aula precisa ser acompanhada por outra atividade, para fazer com que os alunos prestem atenção no vídeo e não se distraíam nesse caso, a aplicação das estratégias autorregulatórias de resolução de problemas, à situação apresentada no vídeo, pareceu ser um caminho eficaz.

4ª Planejamento da próxima aula com base nos resultados obtidos

Ao final da aula, chegou-se à conclusão de que é necessário promover mais atividades para a discussão do problema fundamental da Mecânica e construir o conceito de composição de movimentos com os alunos.

11ª AULA

1ª Objetivo e motivação da aula

Desenvolver atividades para desenvolver o conceito científico de composição de movimentos.

2ª Passos seguidos durante a aula (intervenção)

A atividade da aula anterior foi retomada: devolveram-se os roteiros para os alunos e debateram-se os tópicos que deveriam constar nos roteiros. O vídeo foi exibido novamente, selecionando as partes principais relacionadas à composição de movimentos para debater com os alunos. Após discutir a principal ideia do conceito em questão, os alunos receberam de volta as situações-problemas que eles haviam respondido no primeiro dia de aula. Relembrando, essas situações-problemas tratavam do mesmo assunto: composição de movimentos. Concederam-se alguns minutos para os alunos pensarem sobre suas respostas e, após, colocaram-se no quadro três alternativas de respostas que foram dadas às questões e discutiram-se todas as alternativas: corretas e incorretas, chegando ao conceito científico de composição de movimentos.

3ª Resultados obtidos na aula

Ter retomado às situações-problemas do início da intervenção foi de grande valia, pois os alunos puderam refletir sobre suas respostas do início, defender suas opiniões e compará-las com as dos outros grupos. Observou-se que a maioria dos alunos compreendeu a discussão do problema proposto e tomaram consciência dos erros cometidos no início.

4ª Planejamento da próxima aula com base nos resultados obtidos

Percebeu-se ser necessário continuar investindo na construção dos conceitos científicos relativos à composição de movimentos.

12ª AULA

1ª Objetivo e motivação da aula

Desenvolver problemas para construir os conceitos científicos de composição de movimentos

2ª Passos seguidos durante a aula (intervenção)

A primeira atividade foi a retomada da discussão da aula anterior; foi lembrada a discussão do vídeo sobre composição dos movimentos e a solução de um problema sobre o tema. A segunda atividade foi a apresentação de um vídeo sobre queda dos corpos, no qual é discutida a descrição de Galileu da queda dos corpos. Segundo essa teoria, todos os corpos caem com a mesma velocidade e caem, em intervalos de tempos iguais, distâncias proporcionais aos números ímpares; A terceira atividade, foi uma discussão na qual todos tiveram a oportunidade de apresentar os pontos que consideraram relevantes no vídeo. Os professores anotaram na lousa os pontos demarcados e fizeram um resumo sobre o tema, sem acrescentar quaisquer informações além daquelas tratadas no vídeo. Para a quarta atividade, a turma foi dividida em três grupos, por escolha dos alunos, e foram entregues 3 problemas sobre composição de movimentos, um para cada grupo, para serem resolvidos. Os problemas eram:

1) Uma pedra é lançada com uma velocidade inicial de 30m/s (em módulo) e em um ângulo de $\theta = 45^\circ$ com a horizontal. Determine graficamente a posição da pedra para os tempos:

(a) $t=1s$

(b) $t=2s$

(c) $t=3s$

(d) $t=4s$

2) Uma pedra é lançada verticalmente para cima com uma velocidade inicial de 20m/s (em módulo). Determine graficamente a posição da pedra para os tempos:

(a) $t=1s$

(b) $t=2s$

(c) $t=3s$

(d) $t=4s$

3) Um avião pequeno move-se descendo em direção oblíqua em relação ao solo com uma velocidade de $40m/s$. O avião, quando está a $300m$ do solo, libera um objeto sem exercer força sobre ele. Determine graficamente a posição do objeto para os tempos:

(a) $t=1s$

(b) $t=2s$

(c) $t=3s$

(d) $t=4s$

Os professores solicitaram que os grupos resolvessem os problemas utilizando apenas as informações contidas nos dois vídeos e passaram a observar o trabalho dos grupos, circulando pela sala. As discussões apresentadas abaixo foram realizadas durante a aula e anotadas.

3ª Resultados obtidos na aula

Os três grupos apresentaram dificuldade inicial para executar a tarefa graficamente. Foi necessário esclarecer que as posições do objeto lançado deveriam ser registradas nas coordenadas x e y . Alguns alunos queriam fazer dois gráficos, um para cada movimento, em função do tempo; mas a atividade solicitada era de compor o movimento somente em um gráfico.

Grupo 1 (somente alunos iniciantes) O grupo dividiu-se: Uma aluna dedicou-se a resolver o problema "canônico" do avião, enquanto o resto do grupo tentava resolver o problema proposto. Apesar dos professores terem pedido que fizessem um gráfico nas coordenadas cartesianas X e Y . As alunas iniciaram fazendo um gráfico da posição em função do tempo. Depois tentaram fazer um gráfico no qual, no eixo y , estava a distância percorrida na queda e, no eixo x , a distância associada ao movimento retilíneo. A escala em y era crescente, de tal forma que as distâncias $1, 4, 9, 16$ foram representadas sobre esse eixo. A aluna 3 resolveu, da mesma forma, o problema canônico. Após a intervenção dos

professores, a aluna percebeu que a solicitação era representar o movimento no plano e fez o desenho corretamente, mas ainda fora de escala. Por solicitação dos professores, o desenho foi realizado em escala. Até o fim da aula, o problema ainda não havia sido resolvido. A aluna 1 tinha em mente que o movimento deveria ser retilíneo no eixo x e de queda no eixo y no problema 1. O movimento inicial diagonal era difícil de ser imaginado. A aluna 1 imaginava também que o movimento de queda iniciava só quando o corpo atingia a posição máxima de altura. Não conseguia imaginar os dois movimentos combinados, desde o início. O grupo saiu da aula comentado a situação e aparentemente estavam em conflito com as contradições percebidas.

Grupos 2 (somente alunos iniciantes)

Inicialmente, também não entenderam como deveria ser feita a representação no plano cartesiano X e Y. Queriam fazer um gráfico para cada movimento em função do tempo. Perante as dificuldades encontradas, os professores questionaram sobre os movimentos que estavam presentes no caso da bomba. O grupo respondeu que era um movimento retilíneo e o movimento de queda. Então, os professores perguntaram: "Então, como fica a composição deles?"

No final da aula, os alunos compuseram corretamente os movimentos, mas a expressão para o movimento de queda ainda não estava completa. Os professores sugeriram que eles comparassem sua solução com o que havia sido apresentado no vídeo e o erro foi notado pelo grupo. No final, o problema do avião foi resolvido corretamente e o grupo notou que poderia usar uma escala em que o eixo y não iniciasse no ponto 0.

Grupo 3 (veteranos + 1 calouro) Foi o grupo que apresentou maior resistência a realizar a tarefa, principalmente em descrever graficamente o movimento no plano yXx. Após discussão e a insistência dos professores para que fizessem a descrição gráfica, o grupo resolveu o problema "canônico". Um membro do grupo afirmou que, nesse caso, havia dois movimentos, mas no lançamento para cima havia apenas um. Pediu-se então que os estudantes considerassem um lançamento oblíquo e iniciou-se um diálogo (P- professores, A- alunos):

P: "Como seria o movimento se fosse "desligada" a gravidade?"

A: “movimento retilíneo na direção oblíqua”.

P: “E se a gravidade fosse “ligada” novamente?”

A: “O movimento original deixaria de ser retilíneo”

P: “Mas, segundo Galileu, um movimento não interfere no outro, certo?”

A: “Não deveria”.

P: “Se não interfere, o movimento retilíneo deixa de existir?”

A: Não deveria.

P: “Se eu desligo a gravidade e lanço o objeto para cima?”

A: “Ele seguirá eternamente”.

P: “E se eu ligo a gravidade, um o movimento interfere no outro?”

A:” Não deveria!”

P: “Então como fica o movimento composto?”

Após esses questionamentos, o grupo resolveu o problema.

4ª Planejamento da próxima aula com base nos resultados obtidos

Sintetizar os exercícios de composição de movimentos, pois os alunos estão no processo de desenvolvimento desses conceitos.

13º AULA

1ª objetivo e motivação da aula

Fazer um fechamento da discussão sobre a temática desenvolvida na aula anterior e um fechamento sobre o projeto das cartas do Gervásio ao seu umbigo.

2ª Passos seguidos durante a aula (intervenção)

Os alunos precisaram de mais algum tempo para terminar a resolução os problemas, iniciada na aula anterior. Após o término e a entrega da atividade, recebeu-se a visita de uma professora convidada para falar sobre a ARA e suas estratégias. A professora foi convidada pelos professores da disciplina para que os alunos tivessem outras noções sobre o construto da ARA.

3ª Resultados obtidos na aula

Avaliando a tarefa entregue pelos alunos, verificou-se que todos os grupos cumpriram com êxito os objetivos propostos na resolução de problemas de composição de movimentos. A fala da professora sobre a ARA pareceu ser produtiva e esclarecedora para os alunos entenderem os processos metodológicos da disciplina e da aprendizagem autorregulada pois esses mostraram-se motivados no final da fala da professora.

4ª Planejamento da próxima aula com base nos resultados obtidos

Buscar instrumentos que possibilitem avaliar o desenvolvimento dos alunos e fazer um encerramento das atividades realizadas ao longo do semestre.

14ª AULA

1ª Objetivo e motivação da aula

Fazer um fechamento geral da disciplina e utilizar instrumentos para avaliá-la.

2ª Passos seguidos durante a aula (intervenção)

A aula iniciou retomando a atividade feita na aula anterior. Os grupos apresentaram na lousa, brevemente, a solução que obtiveram e como chegaram a ela, para os colegas. Com essa apresentação, foi possível seguir o debate e fazer uma conclusão sobre os principais conceitos aprendidos ao longo da disciplina. O foco da discussão foi o conceito de composição de movimentos. Na atividade seguinte os alunos, individualmente, resolveram dois problemas, avaliação final e, como fechamento das atividades da ARA, leram a carta 13 do Gervásio, que apresenta a seguinte questão, como se fosse a eles dirigida: “Como vai o seu estudo, Gervásio?” Após a leitura da carta 13 os alunos escreveram, individualmente, uma narrativa destinada ao personagem Gervásio respondendo à pergunta: Como vai o seu estudo? Refletindo sobre o seu processo de aprendizagem na disciplina de IPF.

3ª Resultados obtidos na aula

A atividade de resolução de problemas serviu para a avaliação final da construção dos conceitos científicos de Mecânica, utilizando duas questões que

abordavam a composição de movimento, principal conteúdo desenvolvido na disciplina. Era esperado que os alunos, após algumas aulas e atividades envolvendo a construção desse conceito, utilizassem-nos de forma apropriada, para resolver as questões propostas. Foram analisadas 19 respostas dos alunos presentes na aula. A questão I envolvia uma rede de relações semelhantes às envolvidas nas atividades realizadas em aula, bem como às questões I e II, feitas no primeiro dia de aula.

Nas narrativas que os alunos escreveram para o Gervásio respondendo à pergunta: “Como vai o seu estudo?” os veteranos destacaram os seguintes aspectos:

- Aprenderam a parar de pensar nos problemas a serem resolvidos apenas de forma matemática e olhar o significado verdadeiro das coisas
- Encontraram dificuldades pelo fato das aulas serem contínuas, isto é, começavam em uma aula e as vezes o desfecho seria somente na próxima aula.
- Aprenderam a composição de movimentos e com isso uma nova forma de pensar para responder algum problema de Física surgiu e viram que a composição de movimentos pode ser usada para explicar tantos problemas de Cinemática quanto de Mecânica.
- Destacaram que aulas sobre como estudar serviram para os novatos da turma que ainda não têm uma rotina de estudos

Nas narrativas dos alunos iniciantes, por seu turno, apareceu o seguinte:

- Identificaram-se com o personagem Gervásio. Gostariam que o Gervásio lhes acompanhasse até o final do curso
- Entenderam de que as aulas de I.P.F ajudaram a entender o processo do que é aprender
- Perceberam que as cartas lhes ajudaram a refletir fora da disciplina, isto é, em outras disciplinas da Universidade.
- Tomaram consciência de que precisam saber estudar

- Perceberam que, quando entram na faculdade, só pensam em passar, passar e não em aprender

Após essa descrição do método da intervenção, apresenta-se o método da avaliação da intervenção

3.3 Métodos da avaliação da intervenção

O método da avaliação, que consiste na pesquisa propriamente dita, foi qualitativo. A pesquisa qualitativa adota multimétodos para estudar fenômenos, procurando encontrar o sentido desses fenômenos e entender o significado que as pessoas dão a eles (CHIZZOTTI,2003). O autor, ao explicar o termo qualitativo, revela a essência da pesquisa em suas palavras:

O termo qualitativo implica uma partilha densa com pessoas, fatos e locais que constituem objetos de pesquisa, para extrair desse convívio os significados visíveis e latentes que somente são perceptíveis a uma atenção sensível e, após este tirocínio, o autor interpreta e traduz em um texto rigorosamente escrito, com perspicácia e competências científicas, os significados patentes ou ocultos do seu objeto de pesquisa (p.221).

Para analisar os efeitos da intervenção pedagógica, realizada na disciplina IPF, utilizaram-se os seguintes instrumentos de coleta de dados: **análise documental e entrevista semiestruturada.**

A técnica da análise documental foi dirigida à avaliação inicial sobre os conceitos de Mecânica, ao roteiro de resolução de problemas elaborado pelos alunos na aula, à avaliação final sobre os conceitos de Mecânica, e à narrativa sobre o processo de aprendizagem escrita pelos alunos na aula.

De acordo com Lüdke & André (1986), é considerado documento qualquer material, seja escrito ou impresso, que possa ser utilizado como fonte de informação sobre o comportamento humano, como relatórios, redações, narrativas, etc. Esses documentos vão permitir uma análise que busca identificar informações a partir das hipóteses e interesses da investigação. O método da análise documental foi escolhido pois a análise dos documentos permite

enriquecer o trabalho de pesquisa com informações que fundamentais para compreender o processo de desenvolvimento da intervenção pedagógica realizada. A análise documental, segundo (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p.38), “busca identificar informações factuais nos documentos a partir de questões ou hipóteses de interesse”.

A entrevista semiestruturada foi escolhida como instrumento para aprofundar a investigação sobre o desenvolvimento dos conceitos de Mecânica dos alunos no início da intervenção. A entrevista teve um caráter exploratório, isto é, conforme explica (Quivy; Campenhoudt, 2013) as entrevistas de caráter exploratório têm como função principal revelar aspectos dos fenômenos estudados que o pesquisador não teria percebido por si só e, assim, contemplar informações que não tinham sido reveladas por outros meios. O formato semiestruturado foi pertinente, pois, uma entrevista organizada dessa forma deve conter questões que deixem o entrevistado livre para refletir e discorrer sobre seus pensamentos. Assim, os questionamentos propostos pela pesquisadora visaram obter respostas profundas e subjetivas relacionadas ao objetivo da investigação.

O *corpus* da pesquisa foi trabalhado por meio de uma análise de conteúdo, que se constitui em:

Um conjunto de técnicas de análise de comunicação visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens (BARDIN, 1979:42).

Os dados coletados durante a intervenção permitiram acompanhar o processo de desenvolvimento da disciplina.

A tabela 6 apresenta um resumo dos seis instrumentos de coleta de dados, especificando o período de sua utilização bem como o objetivo de cada um.

Tabela 6: Instrumentos da coleta de dados para a avaliação da intervenção pedagógica

INSTRUMENTO	PERÍODO DE APLICAÇÃO	OBJETIVO DO INSTRUMENTO
1 - Análise documental: Avaliação Inicial- Situações-problemas de Mecânica	1º aula	Investigar os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos conceitos de Mecânica
2-Entrevista semiestruturada (individual)	Durante o primeiro mês de aulas	Aprofundar o entendimento da pesquisadora acerca dos conceitos de Mecânica dos alunos, expressos no instrumento 1
3-Análise documental: Análise do roteiro de resolução de problemas elaborado pelos alunos, a partir da exibição do vídeo “Inércia do corpos”	10ª aula	Avaliar a eficácia do uso de estratégias autorregulatórias para resolução de problemas
4-Análise documental: Avaliação Final- Situações-problemas de Mecânica	14ª aula	Investigar o desenvolvimento dos conceitos científicos acerca de Mecânica depois da intervenção pedagógica
5- Análise documental: Narrativa: Como vai o seu estudo?	14ª aula	Analisar os processos ARA nas narrativas feitas pelos alunos ao refletirem sobre o seu processo de aprendizagem

Como os instrumentos foram utilizados ao longo das aulas, alguns dos alunos, que não estiveram presentes nas aulas em que eles foram aplicados, ficaram sem os dados neles coletados. A tabela 7 mostra o número de alunos cujos dados foram coletados em cada instrumento:

Tabela 7: Participação dos alunos em cada instrumento

Instrumento	Número de Estudantes
1	29
2	10
3	13
4	19
5	19

A tabela 8 ilustra a participação de cada aluno concluinte da disciplina em relação a cada instrumento aplicado. Os alunos estão identificados por números, para manter sua privacidade. Quando citados, cada um manterá esse número, precedido da letra A (A1, A2, A3...A20).

Tabela 8: Alunos concluintes da disciplina conforme os instrumentos de coleta de dados dos quais participaram.

Alunos	Avaliação inicial	Entrevista semiestruturada	Roteiro	Avaliação final	Narrativa
A1	X	X	X	X	X
A2	X	X	X	X	X
A3	X	X	X	X	X
A4*	X			X	X
A5	X		X	X	X
A6*				X	X
A7	X			X	X
A8*	X		X	X	X
A9*	X		X	X	X
A10	X	X	X	X	X
A11	X		X	X	X
A12*	X		X	X	X
A13	X			X	X
A14	X	X		X	X
A15	X	X	X	X	X
A16	X			X	X
A17	X	X	X	X	X
A18	X	X	X	X	X
A19*	X		X	X	X
A20	X	X			

*Alunos veteranos

A seguir serão descritos, de forma detalhada, cada instrumento de coleta de dados acompanhado do seu respectivo método de análise específico.

3.3.1 Descrições dos Instrumentos

- **Instrumento 1:** *Análise documental: Avaliação inicial para investigar os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos conceitos de Mecânica.*

O primeiro instrumento utilizado foi a avaliação inicial, realizado no primeiro dia da intervenção. Esse instrumento era composto de duas situações-problemas sobre composição de movimentos. A primeira situação tratava de um problema clássico da Física Newtoniana (RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; WALKER, T, 2005) e a segunda situação-problema foi elaborada pelos professores da disciplina. As duas situações-problema envolviam os conceitos da mecânica principalmente os conceitos de composição de movimentos, referencial e velocidade. As situações-problema são apresentadas a seguir:

- Situação-problema 1: Um avião desloca-se, com velocidade e altura constantes, sobre uma região plana, carregando uma bomba em seu interior. Em um determinado momento, o piloto aciona um comando e o fundo do avião se abre, liberando a bomba, sem imprimir nenhuma força sobre ela. Despreze o atrito da bomba. Descreva, qualitativamente, o movimento da bomba, (a) visto por um observador que se move junto com o avião; e (b) visto por um observador no solo.
- Situação-problema 2: Considere o canal São Gonçalo e dois pescadores A e B. O pescador A está parado na margem do canal e observa um pequeno bote, que se desloca acompanhando exatamente o movimento da correnteza, onde está o pescador B. Um peixe salta acima da água entre A e B. (a) Como é o movimento do peixe para o pescador A? e (b) para o pescador B? (c) A velocidade do peixe, logo após sair da água, é maior para o pescador A, maior para o pescador B ou é igual para ambos?

Os alunos podiam responder utilizando desenhos e explicações escritas, sem a necessidade de recorrer à álgebra numérica. Essa escolha foi proposital, pela pesquisadora, para não propiciar o uso memorizado das definições dos conceitos.

O modo de resolução esperado para a primeira situação-problema, no contexto da Cinemática Galileana, seria dizer que, para descrever o movimento da bomba, é necessário, além da definição da velocidade, utilizar as ideias sobre composição de movimentos nas direções horizontal e vertical. Após ser liberada, a bomba mantém a mesma velocidade horizontal do avião e é acelerada para baixo, pela força de atração gravitacional. Para o observador no avião, a velocidade horizontal é nula e a bomba cai, em linha reta, até o solo. Para o observador no solo, a velocidade horizontal é a mesma do avião e a composição dos movimentos resultará em uma trajetória parabólica.

Na situação-problema 2, o movimento a ser descrito, conforme a composição de movimentos, é o do peixe. O peixe acompanha o sentido da correnteza e salta acima da água. Após o peixe fazer isso, ele continua com a mesma velocidade horizontal da correnteza, tendo a velocidade vertical originária do salto e sendo acelerado para baixo devido à força da gravidade. Partindo dessa justificativa o modo esperado de solução dessa situação-problema seria: para o pescador A, parado na margem, a velocidade horizontal é a mesma da correnteza e a composição dos movimentos resultará em uma trajetória parabólica, para o peixe. Para o pescador B, que está acompanhando o movimento da correnteza, a velocidade horizontal é nula e o peixe descreve uma trajetória vertical de subida e descida. A distância percorrida pelo peixe, no referencial onde A está em repouso, maior do que a percorrida pelo peixe no referencial onde B está em repouso. Como o tempo do pulo deve ser o mesmo para os dois observadores, a velocidade para A será maior, pois a trajetória vista pelo referencial do pescador que está parado na margem do canal é maior. Portanto o peixe, no referencial A, vai percorrer uma trajetória maior no mesmo intervalo de tempo do referencial B. Como a definição de velocidade é a razão da trajetória sobre o tempo de deslocamento, a velocidade para o referencial A será maior do que para o Referencial B.

Método da análise do Instrumento 1

As duas situações-problema descritas são solucionadas utilizando-se os mesmos conceitos da Mecânica, mas são contextualizadas de forma diferente. Essa diferença dos contextos permite avaliar como os alunos articulam os

conceitos em diferentes situações-problema e permite também explorar as contraposições que emergem das respostas dos mesmos.

A análise de conteúdo (MORAES, 1999) resultou em três níveis de desenvolvimento para as respostas dos alunos nas situações-problemas:

Nível 1- Não articulação de conceitos – Os alunos classificados neste nível não usam definições e não articulam os conceitos na formulação das respostas.

Por exemplo, na situação-problema 1, o aluno faz um desenho de um avião e de uma bomba mas não indica qual a trajetória da bomba para nenhum dos observadores. Para o observador que se move junto com o avião, o desenho do aluno foi, como aparece na Figura 5:

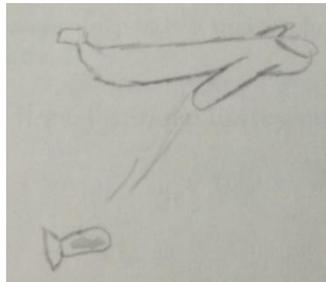


Figura 5: Desenho do aluno para a situação-problema 1 (visto do observador que se move junto ao avião) ilustrando nível 1 do desenvolvimento dos conceitos

O aluno justifica seu desenho: *“o avião continuará sua trajetória no eixo x enquanto que a bomba irá cair no eixo y”*

E para o observador da terra, descreve como mostra a figura 6:

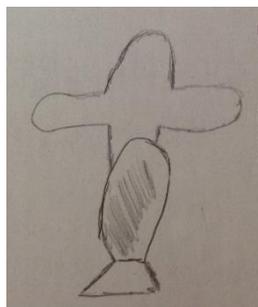


Figura 6: Desenho do aluno para a situação-problema 1 (visto do observador da terra) ilustrando nível 1 do desenvolvimento dos conceitos

O aluno justifica seu desenho: *“Além da bomba parecer maior comparando com o avião, o deslocamento nos eixos irá parecer menor.”*

Respostas como essas foram classificadas no nível 1 pois não permitem identificar definições e/ou articulações dos conceitos tanto no desenho quanto na justificativa do aluno.

Nível 2 - Articulação de conceitos com contradição – Os alunos já memorizaram os conceitos, mas ainda não sabem usá-los. Os alunos definem corretamente os conceitos, mas a contradição na articulação desses não é percebida. Por exemplo, na situação-problema 1, o aluno faz o seguinte desenho, ilustrado na figura 7:

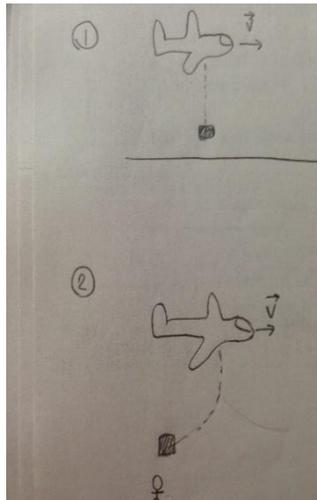


Figura 7: Desenho do aluno para a situação-problema 1 (1- visto do observador que se move junto ao avião, 2- visto do observador da terra) ilustrando nível 2 do desenvolvimento dos conceitos

Para o desenho 1 (observador que se move junto com o avião) justifica: “A trajetória da bomba é vista como sendo vertical e retilínea, pois o observador e a bomba encontravam-se num mesmo ponto, com a mesma velocidade”. Para o desenho 2 (observador da terra) justifica:” A trajetória da bomba é vista pelo observador situado no solo como sendo uma curva, pois o observador e o conjunto bomba-avião estavam com velocidades diferente”.

Essa resposta ilustra o nível 2, pois o aluno apresenta uma articulação dos conceitos. No exemplo citado, o aluno explica as percepções corretamente para os dois observadores. Porém, no desenho 2, o aluno mostra contradição ao desenhar a trajetória da bomba sendo uma curva para trás do avião.

Nível 3 - Articulação de conceitos com composição de movimentos – Os alunos desenvolveram os conceitos científicos e sabem aplicá-los nas situações propostas. Os alunos definem corretamente o conceito de velocidade, articulam as velocidades de diferentes objetos a partir da composição de movimentos e tal composição para descrever a trajetória do objeto em diferentes referenciais.

Por exemplo, na situação-problema 1 o aluno faz o seguinte desenho para o observador que se move junto ao avião, como mostra a figura 8:

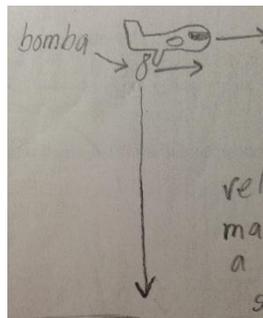


Figura 8: Desenho do aluno para a situação-problema 1 (visto do observador que se move junto ao avião) ilustrando nível 3 do desenvolvimento dos conceitos

O aluno justifica seu desenho: *“como o atrito com o ar está desprezado, a bomba liberada terá a mesma velocidade horizontal do avião, mas a gravidade irá puxar a bomba para baixo. Sendo que o observador do avião esteja na mesma velocidade do avião, apenas a bomba aparecerá se deslocando”*.

Para o observador que está na terra, a figura 9 mostra o desenho do aluno:

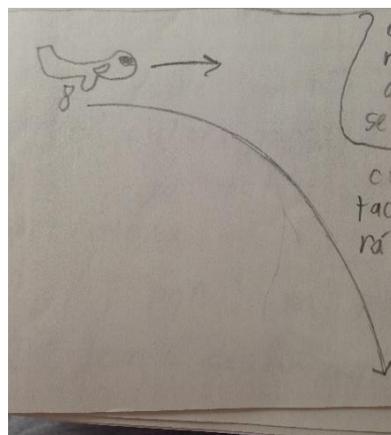


Figura 9: Desenho do aluno para a situação-problema 1 (visto do observador da terra) ilustrando nível 3 do desenvolvimento dos conceitos

O aluno justifica seu desenho: *“como o observador é estacionário, o avião continuará seu trajeto, enquanto a bomba irá cair”*.

O exemplo citado ilustra as respostas do nível 3. O aluno soube articular os conceitos de velocidade conforme cada referencial, utilizou o conceito de composição de movimentos e não apresentou contradição na sua resposta, respondendo assim conforme a Cinemática Galileana.

Após analisar cada resposta dos alunos para as situações-problema, conforme os níveis apresentados (Nível 1- Não articulação de conceitos, Nível 2- Articulação de conceitos com contradição e Nível 3 - Articulação de conceitos com a composição de movimentos). Realizou-se uma nova análise para categorizar os alunos em relação ao desenvolvimento dos conceitos científicos.

Mecânica Perceptual – Os alunos deste grupo, responderam todas as situações problemas conforme o nível 1.

Esses alunos, são os que não incluíram definições dos conceitos de Mecânica e que ainda não articularam os conceitos na formulação das respostas para as situações-problema. Apresentando concepções espontâneas¹¹ que são muito mais baseadas na percepção do que no raciocínio, e não na articulação lógica de conceitos.

Mecânica inicial – Os alunos deste grupo, responderam as situações problemas conforme o nível 1 e 2.

Foram classificados nessa categoria, os alunos que iniciaram uma articulação com os conceitos de Mecânica mas não valeram-se da composição de movimentos. As respostas desses alunos ainda estão ligadas ao contexto, pois em algumas situações-problemas ainda apoiam-se em suas concepções espontâneas.

Mecânica intermediária – Os alunos desse grupo responderam as situações-problemas conforme o nível 2

¹¹ As concepções espontâneas são tema de estudo nas pesquisas em Ensino de Física. Rezende e Souza Barros(2001) apresentam uma revisão sobre o tema e destacam um conjunto de características das concepções espontâneas de Mecânica. Na presente pesquisa, quando refere-se ao termo concepções, entende-se as concepções espontâneas no contexto da teoria histórico-cultural (AYALA FILHO, 2014).

Os alunos dessa categoria, valeram-se dos conceitos da Mecânica, mas ainda não articulam com o conceito de composição de movimentos. Conseguem estabelecer relações entre os conceitos de referencial e velocidade mas, ainda apresentam contradições na resolução das situações-problemas.

Pré-Cinemática Galileana – Os alunos desse grupo responderam as situações-problemas conforme os níveis 2 e 3.

Esses alunos usaram os conceitos de forma contextualizada, isto é, em uma situação-problema articularam os conceitos conforme a Cinemática Galileana mas, para outra situação-problema não.

Cinemática Galileana – Os alunos desse grupo responderam as situações-problemas conforme o nível 3.

Essa era a categoria almejada pela intervenção. Os alunos articularam os conceitos de Mecânica valendo-se da composição de movimentos, apresentando argumentos corretos para a resolução das situações-problemas e estabelecendo relações adequadas entre os conceitos de composição de movimentos, velocidade e referencial. Os alunos cujas concepções foram classificadas nesta categoria usaram os conceitos de forma descontextualizada, independentemente da situação problema.

- *Instrumento 2: entrevista semiestruturada individual*

Com o objetivo de aprofundar o entendimento das respostas dos alunos no Instrumento 1, realizou-se uma entrevista semiestruturada individual. A entrevista procurou desenvolver o processo de reflexão e tomada de consciência, por parte dos estudantes, sobre suas respostas utilizadas para resolver as situações-problema apresentadas no instrumento 1. As entrevistas foram realizadas fora do horário das aulas da disciplina de IPF. Por conta disso, todos os alunos foram convidados a participar com horários agendados conforme suas disponibilidades, mas somente dez alunos aceitaram participar dessas entrevistas. Antes da entrevista, os dez alunos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, concedendo permissão para o uso das

informações coletadas. Os dados coletados nas entrevistas serviram, também, para auxiliar na classificação das respostas dos alunos provenientes do instrumento 1. Como a entrevista era semiestruturada, as perguntas a seguir eram feitas para todos os alunos. Conforme as respostas que os alunos concediam, outras perguntas surgiam no decorrer da entrevista.

Questões da entrevista semiestruturada

- Poderias ler o teste e depois explicar a sua resposta relativa a cada observador, na Situação-Problema 1/2?
- Você pensou em conceitos físicos para responder às questões?
- Quais foram eles?
- Você poderia explicar de que forma esses conceitos aparecem na situação proposta na questão?
- Qual a justificativa física para as suas respostas?

As perguntas estavam relacionadas às duas situações-problema da avaliação inicial, ou seja, a do avião e a do canal São Gonçalo. As entrevistas duraram, em média, entre 10 e 15 minutos e sua gravação em áudio foi autorizada por todos.

Método da análise do Instrumento 2

Conforme já foi referido, as respostas obtidas a partir das entrevistas foram integradas às obtidas no instrumento 1 e sofreram, juntamente com as últimas, o processo de análise de conteúdo (MORAES, 1999), que resultou na classificação acima descrita. Cabe ressaltar que, para esse processo de classificação das respostas, todas as entrevistas foram transcritas.

- *Instrumento 3: Análise documental do Roteiro de resolução de problemas*

O terceiro instrumento teve como objetivo investigar se o uso de estratégias de resolução de problemas da ARA, poderiam auxiliar no

desenvolvimento dos conceitos científicos de Mecânica. A atividade realizada na 10ª aula consistiu da exibição do Vídeo “Inércia dos Corpos”, como já relatado. O Vídeo trata sobre a lei da Inércia, o problema físico, associado à adoção do heliocentrismo (concepção que considera o sol como centro do universo) e ao abandono do geocentrismo (concepção que considera a terra como centro do universo). O vídeo mostra também uma situação-problema a ser resolvida que consiste em entender o movimento da Terra. Isto é, se a Terra está em rotação como seria possível justificar a imponderabilidade do movimento para quem está sobre a superfície terrestre?

Para trabalhar com essa situação-problema, a atividade proposta aos alunos, ao assistir o vídeo, foi elaborar um roteiro, baseado no modelo de resolução de problemas proposto por Rosário (2012). Essa proposta está na carta 8, já mencionada anteriormente. Relembrando, a carta 8 sugere 4 fases para a resolução de um problema:

1ª. Identificação do problema. O objetivo dessa fase é tornar claro o problema em questão, isto é, reconhecer os diferentes aspectos envolvidos, como o contexto, o tipo de resposta pretendida, entre outros.

2ª. Identificação de possíveis hipóteses para a resolução do problema. Esta fase visa levar a pessoa a pensar em diferentes alternativas para a resolução do problema. Uma única hipótese pode prejudicar a resolução. Todos os aspectos do problema devem ser levados em consideração.

3ª. Escolha de uma resposta. Depois da análise de cada uma das hipóteses listadas, dos prós, contras e das consequências, é preciso tomar uma decisão.

4ª. Avaliação da decisão. Nessa fase, verificam-se todos os passos dados e analisa-se a resposta escolhida.

Seguindo esses 4 passos, os alunos deveriam resolver a situação-problema do vídeo sobre Inércia.

Método da análise do Instrumento 3

Os alunos deveriam percorrer as 4 fases da resolução de problemas, proposta pela ARA, para descrever o problema e a solução proposta por Galileu.

Os roteiros elaborados pelos alunos sofreram um processo de análise de conteúdo que permitiu avaliar o uso de estratégias autorregulatórias para a resolução de um problema. Os roteiros foram classificados em quatro grupos:

- **Roteiros nos quais os alunos utilizaram as estratégias da ARA e resolveram a situação-problema:** os roteiros aqui incluídos seguiram os passos sugeridos pelo modelo de resolução de problemas proposto na carta do Gervásio e conseguiram resolver a situação-problema sugerida no vídeo sobre a Inércia. (Ver exemplo no anexo 2, os exemplos dos roteiros para cada classificação foram colocados em anexo para não ficar demasiadamente extenso o corpo do texto)

- **Roteiros nos quais os alunos utilizaram as estratégias da ARA, mas não resolveram a situação-problema:** os roteiros assim classificados percorreram os passos para a resolução de problema, mas não conseguiram resolver a situação-problema descrita no vídeo sobre Inércia. Foram considerados nessa categoria, também, os roteiros em que os alunos identificaram alguns dos 4 passos das estratégias de resolução de problemas, porém não completaram a resolução da situação-problema. (Ver exemplo no anexo 3)

- **Roteiros nos quais os alunos não utilizaram as estratégias da ARA e não resolveram a situação-problema:** os roteiros incluídos nessa categoria apresentaram um resumo do vídeo, mas não os passos para a resolução de um problema, não resolvendo a situação-problema. (Ver exemplo no anexo 4)

- **Roteiros nos quais os alunos não utilizaram as estratégias da ARA e resolveram a situação-problema:** os roteiros assim classificados não utilizaram os passos de resolução de problemas da autorregulação, mas realizaram a tarefa de forma a resolver a situação-problema proposta no vídeo, com a utilização da solução Galileana. (Ver exemplo no anexo 5)

- *Instrumento 4: Análise documental: Avaliação final para investigar o desenvolvimento dos conceitos científicos acerca da Mecânica depois da intervenção pedagógica*

O quarto instrumento, avaliação final, tinha o objetivo de investigar o desenvolvimento dos conceitos científicos de Mecânica, principalmente o de

composição de movimentos. Assim, o tema central das situações-problemas da avaliação final foi a composição de movimentos. O instrumento foi aplicado no último dia de aula (14ª aula). Os alunos responderam, de forma dissertativa às duas situações-problema descritas a seguir:

- Situação-problema 1: Um homem (H), com uma bola pesada na mão, está sobre uma esteira rolante horizontal. Uma senhora (M) observa o Homem com certa velocidade V , quando ele lança a bola para cima. A senhora observa a bola cair: (a) na frente do homem; (b) no pé do Homem; (c) atrás do homem. Justifique a escolha da sua resposta.

- Situação-problema 2: Um homem, que está a uma distância x de uma árvore, atira, a partir do chão, uma bola de tinta em um macaco, que está pendurado em um galho dessa mesma árvore a uma altura h do chão. No instante em que o tiro é dado, o macaco solta-se do galho, caindo livremente, com o objetivo de não ser atingido pela bola de tinta. O macaco sempre será atingido ou não? Explique sua resposta (despreze a resistência do ar).

As duas situações-problema demandam a utilização dos mesmos princípios da composição de movimentos descrita pela Mecânica. Na situação 1, a senhora sempre vai observar a bola cair no pé do homem, independentemente da velocidade em que o homem se estiver deslocando. A bola possui a mesma velocidade do homem. No sistema em que o homem está, a bola lançada para cima cai no pé do homem. Para a observadora, a senhora, o movimento de subida e descida é composto com a velocidade horizontal. Como o homem possui um movimento na horizontal, o homem e a bola estão no mesmo movimento em termos da direção horizontal, portanto, a senhora percebe somente o movimento de queda, na direção vertical.

Na situação 2, o fato de a bola de tinta acertar ou não o macaco não depende da velocidade de lançamento e nem da distância entre o homem e a árvore. O macaco sempre será atingido, se desprezada a resistência do ar relativamente à bola de tinta, devido ao movimento composto pelo movimento da bola e da queda do macaco.

Método da análise do instrumento 4

As respostas a essas situações-problemas foram, igualmente, submetidas a um processo de análise de conteúdo. Elas foram classificadas conforme os três níveis da análise do Instrumento 1: Nível 1 (Não articulação dos conceitos), Nível 2 (Articulação dos conceitos com contradição) e Nível 3 (Articulação dos conceitos com composição de movimentos). E depois realizou-se uma nova análise, assim como no instrumento 1, para categorizar os alunos em relação ao desenvolvimento dos conceitos científicos. Conforme as categorias: Mecânica perceptual, Mecânica Inicial, Mecânica Intermediária, Pré-Cinemática Galileana e Cinemática-Galileana.

- *Instrumento 5: análise documental da narrativa: Como vai o seu estudo?*

O quinto instrumento consistiu em uma narrativa, elaborada pelos alunos. O instrumento foi aplicado na 14ª aula. A atividade proposta na aula para os alunos foi a seguinte: Partindo da leitura da carta 13 (ROSÁRIO, 2012), em que o personagem Gervásio faz uma reflexão de como vai os seus estudos, os alunos deveriam escrever uma narrativa contando para o Gervásio como estava o seu próprio estudo na disciplina de IPF. Solicitou-se aos alunos que respondessem a seguinte pergunta: Como vai o seu estudo, Nome do aluno?

Método da análise do instrumento 5

Esse instrumento foi avaliado de três maneiras. A primeira procurou responder a seguinte pergunta: Como o aluno avaliou sua aprendizagem na disciplina de IPF? A segunda forma de análise das narrativas possibilitou explicitar o nível de consciência e controle do aluno sobre seu próprio processo de aprendizagem. Esse nível pode ser evidenciado pela classificação das narrativas, conforme as categorias relativas às estratégias da ARA, definidas por Zimmermann (1986). Esse autor propôs quatorze categorias, das quais foram utilizadas apenas quatro (pois, somente essas se aplicavam à situação), conforme se explicita a seguir:

- **Narrativas que incluem processos de autoavaliação da aprendizagem:** aquelas que apresentavam indicadores da iniciativa do estudante em termos de avaliação do seu próprio processo de aprendizagem. Como por exemplo, o trecho da narrativa do aluno a seguir:

“[...] aprendi que não se deve ir correndo ao pote quando se está com sede, isso é como chegar na prova e logo acabá-la, devemos ler e reler, e ir com calma retirando as informações que ali contém, isso para mim foi o mais importante nesse estudo[...].”

- **Narrativas que incluem processos de organização e transformação das atividades de estudos:** aquelas que indicavam a iniciativa do estudante para reorganizar, de forma clara ou não, os materiais de instrução para melhorar sua aprendizagem. Como por exemplo, o trecho da narrativa do aluno a seguir:

“[...] às vezes é melhor prestar atenção em aula e não copiar no mesmo momento deixar para fazer isso depois, pois isso ajuda a compreender o que está sendo explicado [...]”

- **Narrativas que incluem estabelecimento de metas e planejamento para melhorar a aprendizagem:** aquelas que indicam o estabelecimento de metas (ou submetas) educacionais pelo estudante e planejam sequência, tempo etc. contemplando atividades relacionadas com as metas. Como exemplo, temos o seguinte trecho da narrativa de um aluno:

“[...] não vou desistir, é com os erros que vamos aprender, para o próximo semestre irei me dedicar até mesmo antes do início, pois cometi erros bobos e não quero que isso ocorra de novo [...]”

- **Narrativas que incluem Autoconsequências dos processos de estudo:** aquelas que apresentam declarações dos estudantes indicando iniciativa para arrumar ou imaginar recompensas ou punições pelo sucesso ou pela falha no próprio processo de aprendizagem. Como por exemplo, cita-se o trecho da seguinte narrativa:

“[...] No início achei que seria fácil a vida na faculdade, mas depois que veio as primeiras notas isso mudou completamente, os estudos sempre foram feitos,

muitas vezes até mais do que o costume, mas os resultados não vieram. Já nas segundas provas o esforço foi muito maior e as notas melhoraram [...]”

Os dados coletados por meio do instrumento V foram, também, classificados conforme as três fases do processo da ARA Zimmerman (1998, 2002):

- **Narrativas que incluem a fase prévia:** tal fase refere-se aos processos e às crenças que influenciam e precedem os esforços dos alunos para aprender: estabelecimento de objetivos, planejamento estratégico, crenças de autoeficácia, tipo de objetivos, interesse intrínseco/ valores estão nessa fase.

- **Narrativas que incluem a fase de controle volitivo:** tal fase trata do controle volitivo que consiste nos processos que ajudam o aluno a focalizar a atenção na tarefa de aprendizagem melhorando a sua realização acadêmica. Entende-se como atenção à capacidade do aluno conseguir controlar os distratores que competem com a tarefa da aprendizagem. Nessa fase, as ações são: focalização da atenção, autoinstrução, criação de imagens mentais, automonitoramento.

- **Narrativas que incluem a fase da autorreflexão:** essa fase é constituída de quatro tipos de processos: autoavaliação, atribuição causal, adaptabilidade/defensividade e autossatisfação/afeto.

Para aprofundar a investigação e compreender se os alunos desenvolveram processos da ARA, realizou-se uma nova interpretação dos resultados obtidos nesse instrumento. Essa análise foi baseada nos estudos de Zimmerman (1986) e buscou evidências para saber se os alunos apresentavam as três dimensões da autorregulação, explicadas a seguir:

- **Dimensão Metacognitiva:** Os alunos que apresentam controle metacognitivo do seu processo de aprendizagem planejam, organizam, autoinstruem-se, automonitoram-se e autoavaliam seus estágios durante o processo de aprendizagem. Nessa dimensão, foram considerados os alunos que revelaram processos de autoavaliação da aprendizagem e/ou apresentaram a fase de autorreflexão em suas narrativas.

- **Dimensão Motivacional:** Os alunos que se apresentam motivados, percebem-se competentes, autoeficazes e autônomos nos processos de aprendizagem.

Nessa dimensão foram considerados os alunos que revelaram processos de estabelecimento de metas e planejamento para melhorar a aprendizagem e/ou apresentaram estar na fase prévia.

-Dimensão comportamental: Os alunos que se apresentam comportamentalmente ativos na aprendizagem. Nessa dimensão, foram considerados os alunos que revelaram processos de: organização e transformação da atividade de estudos, e/ou de autoconsequências para os processos de estudo e/ou apresentaram estar na fase do controle volitivo.

Encerra-se a descrição do caminho metodológico percorrido lembrando que:

[d]urante todas as etapas da pesquisa, tudo merece ser entendido como fenômeno social e historicamente condicionado: o objeto investigado, as pessoas concretas implicadas na atividade, o pesquisador e seu sistema de representações teórico-ideológicas, as técnicas de pesquisa e todo o conjunto de relações interpessoais e de comunicação simbólica. (MINAYO, 2014, p. 297)

Portanto com o olhar atento a todas as etapas da presente investigação, e baseando-se em todas as fontes metodológicas que foram descritas nesse capítulo, a seguir inicia-se a análise proveniente dos dados obtidos.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O ciclo da pesquisa pode ser considerado, afirma Minayo (1998), como um processo de trabalho que, dialeticamente, termina num produto provisório e recomeça nas interrogações lançadas pela análise final. Segundo essa perspectiva, neste capítulo, serão apresentados e discutidos os resultados derivados da investigação realizada na disciplina de Introdução ao Pensamento Físico, sob dois aspectos: primeiro, os achados relativos aos efeitos da intervenção pedagógica sobre os alunos e, segundo, os achados relativos a intervenção propriamente dita, ou seja, achados que propiciaram que a intervenção fosse analisada e criticada. Conforme explicam Damiani et al.(2014) o primeiro grupo de achados objetiva analisar as mudanças nos sujeitos participantes, neste caso, os alunos iniciantes e veteranos. Essa análise foi realizada a partir dos dados coletados, por meio dos instrumentos recém citados, que foram examinados à luz do referencial teórico da teoria Histórico-Cultural da Atividade e da Autorregulação da Aprendizagem. O segundo grupo de achados, relativo à avaliação da intervenção propriamente dita volta-se aos pontos fracos da intervenção, levando em consideração o objetivo traçado e as mudanças ocorridas, sendo frutos das reflexões da pesquisadora, que tiveram lugar durante o processo interventivo.

4.1 Efeitos da intervenção pedagógica sobre os alunos

Os efeitos são relativos à aprendizagem dos conceitos científicos de Mecânica em alunos iniciantes e veteranos do curso de Licenciatura em Física.

Esses efeitos foram considerados a partir dos dados obtidos pelos cinco instrumentos utilizados durante a intervenção – lembrando: Avaliação Inicial dos conceitos de Mecânica, Entrevista sobre a avaliação inicial, Roteiro para o Vídeo da Inércia dos Corpos, Avaliação Final sobre os conceitos de Mecânica e Narrativa sobre o próprio processo de aprendizagem. Frente ao corpus da pesquisa três perguntas guiaram a presente análise: Houve avanços na aprendizagem dos conceitos científicos de Mecânica? Os alunos desenvolveram processos da Autorregulação da Aprendizagem? Os processos da Autorregulação da Aprendizagem e o desenvolvimento dos conceitos científicos estão relacionados? Para responder a esses questionamentos esta seção está dividida em três partes: Análise do processo de desenvolvimento dos conceitos científicos, Análise dos processos da Autorregulação da Aprendizagem e relação entre Autorregulação da Aprendizagem e o desenvolvimento dos conceitos científicos: Análise dos processos no percurso da intervenção.

4.1.1 Análise do processo de desenvolvimento dos conceitos científicos

Buscando resposta para o primeiro questionamento: Houve avanços na aprendizagem dos conceitos científicos de Mecânica? nesta seção, será analisado e discutido as mudanças no desenvolvimento dos conceitos científicos dos alunos. Para isso utilizou-se as informações provenientes da análise de conteúdo dos dados de todos os alunos que completaram os instrumentos 1 (avaliação inicial), 4 (avaliação final) e 5 (narrativa escrita pelos alunos para responder a pergunta: como vai o seu estudo?), totalizando 18 alunos – 13 iniciantes e 5 veteranos.

Relembrando: o instrumento 1 (avaliação inicial) e o instrumento 4 (avaliação final) eram compostos de duas situações-problemas. As respostas dos alunos para cada situação problema foram classificadas conforme os três níveis: Nível 1 não articulação dos conceitos, Nível 2 - articulação dos conceitos com contradição, Nível 3 – articulação dos conceitos com composição de movimentos.

A partir da análise dos níveis que classificaram as respostas das situações problemas, emergiram 5 categorias, que classificam o nível de desenvolvimento dos conceitos dos alunos, são elas: **Mecânica Perceptual**, **Mecânica Inicial**, **Mecânica Intermediária**, **Pré-Cinemática-Galileana** e **Cinemática Galileana**. (Relembrando, essas categorias foram explicadas no método da análise do instrumento 1, na seção 3.3.1)

No Apêndice A está apresentado uma tabela esquemática, indicando os resultados das respostas de cada aluno, classificadas conforme as categorias de análise dos respectivos instrumentos 1 e 4.

A figura 10, ajuda a compreender como foi feita a relação entre a classificação dos níveis das respostas para as situações-problemas, do instrumento 1 e 4, para o nível de desenvolvimento dos conceitos científicos.

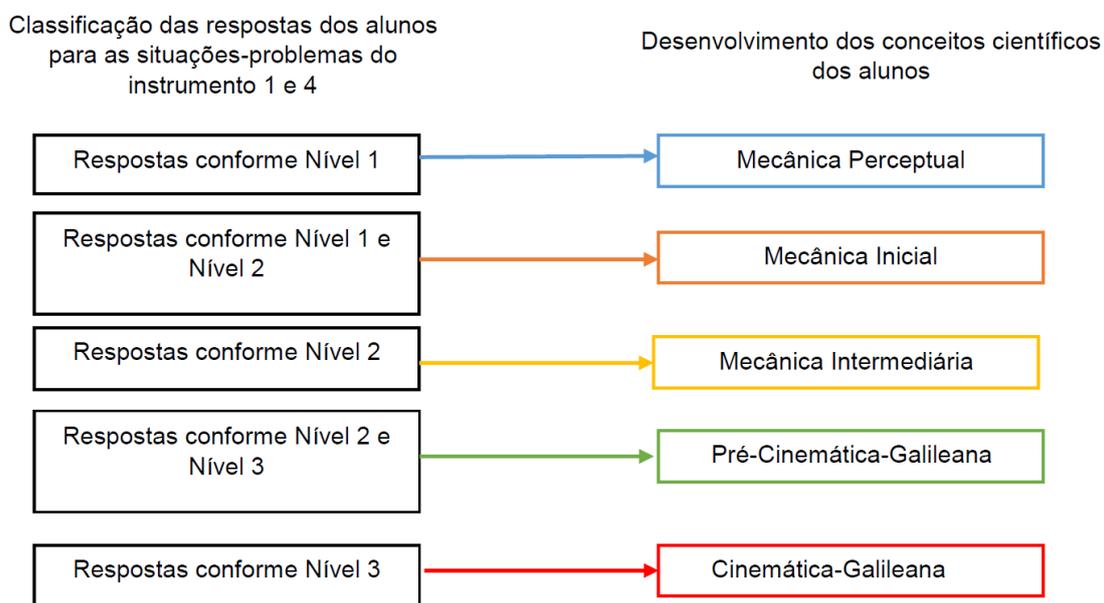


Figura 10: Esquema relacionando os níveis das respostas para as situações-problemas e o desenvolvimento dos conceitos científicos

A figura 11 mostra o desenvolvimento dos conceitos científicos dos alunos, do início para o final da intervenção, seguindo a classificação das categorias previamente descritas:

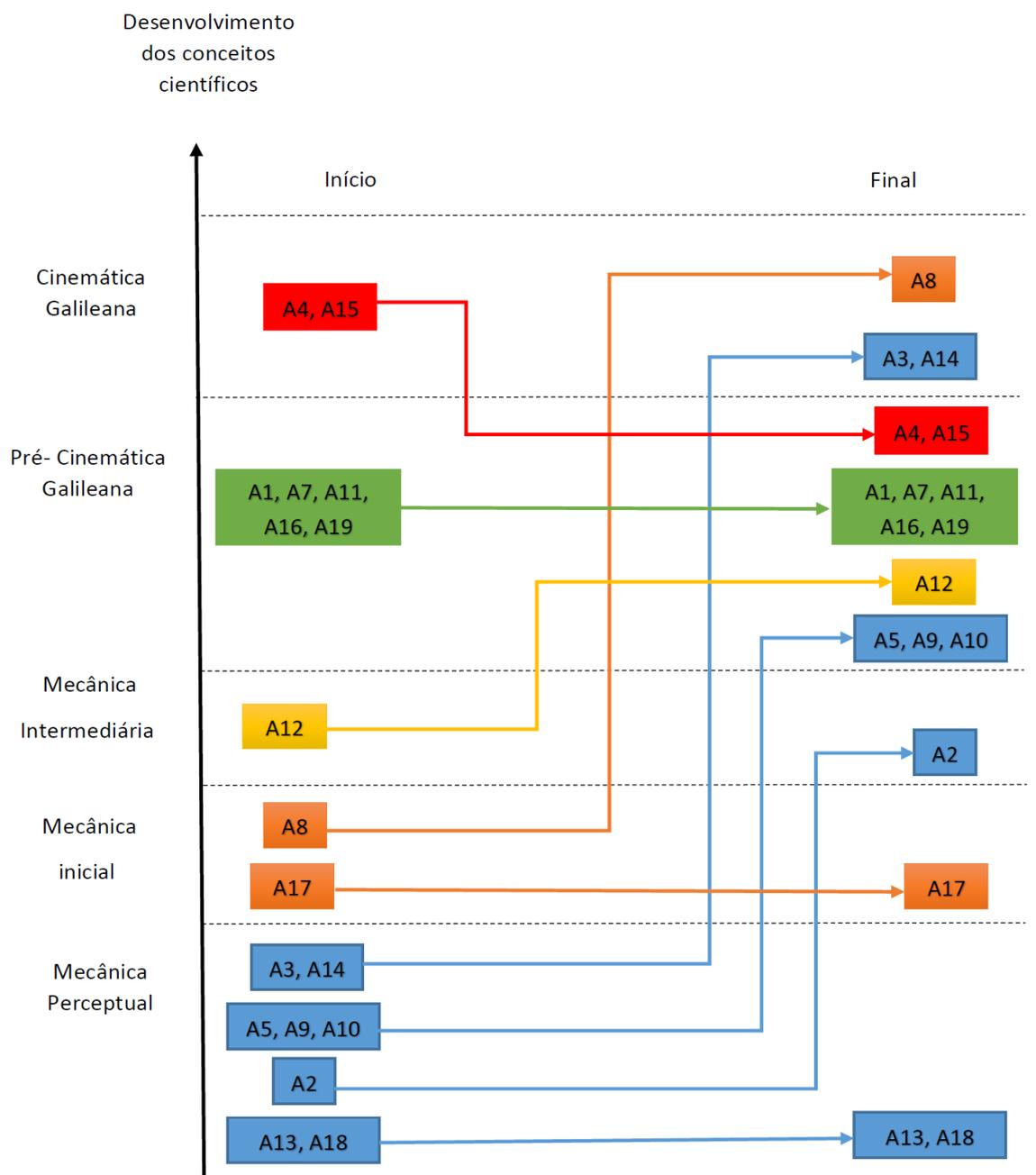


Figura 11: Desenvolvimento dos conceitos dos alunos no início e no final da intervenção

Analisando o desenvolvimento dos conceitos científicos dos alunos no início e no final da intervenção, conforme mostra a Figura 11, percebe-se que 8 alunos avançaram no desenvolvimento dos conceitos científicos, 8 alunos mantiveram-se no mesmo nível de desenvolvimento e 2 alunos retrocederam.

Análise dos alunos que, ao final da intervenção, avançaram no desenvolvimento dos conceitos científicos: A2, A3, A5, A10, A14 calouros e A8, A9 e A12 veteranos.

Começa-se chamando a atenção para o grupo dos alunos A5, A9, A10 que, inicialmente, estavam no nível de desenvolvimento correspondente à Mecânica perceptual e, ao final da intervenção, passaram para o nível de desenvolvimento da Pré-Cinemática-Galileana.

Analisando o caso desses alunos, na situação-problema que solicitava descrever o movimento da bomba liberada pelo avião conforme dois referenciais, proposta pelo instrumento 1, realizada no início da intervenção, o aluno 9 respondeu, conforme mostra a figura 12:

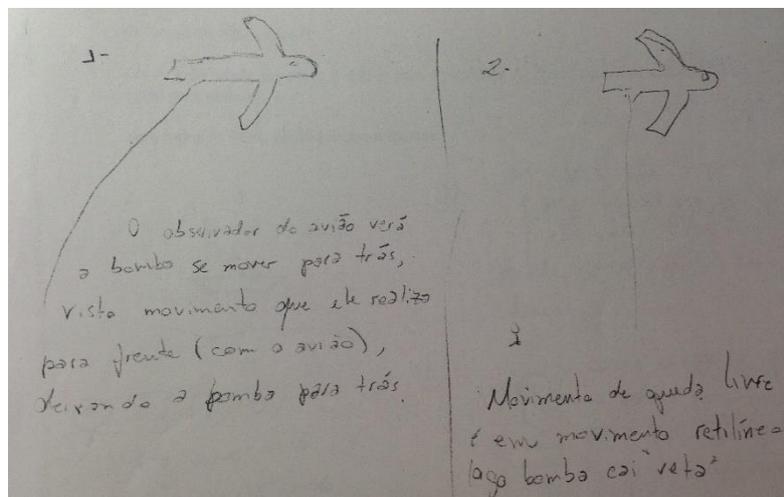


Figura 12: Resposta do aluno 9 para a situação-problema 1 do instrumento 1

Legenda: 1 (parte esquerda) - o observador do avião verá a bomba se mover para trás, visto movimento que ele realiza para frente (com o avião), deixando a bomba para trás. 2 (parte direita) - Movimento de queda livre é em movimento retilíneo logo bomba cai "reta".

Na interpretação da figura 12 percebe-se que, de acordo com o desenho e a justificativa apresentada, esse aluno não valeu-se da composição de movimentos. A9 afirma que, no referencial de um observador que se move junto ao avião, a bomba, após ser largada, descreverá um movimento no sentido contrário ao movimento do avião. Com base nos conceitos físicos da Mecânica, A9 parece não ter compreendido que, a partir do lançamento, a bomba possui a

mesma velocidade do avião na componente x (velocidade horizontal). Logo, para um observador que se move com a mesma velocidade junto com o avião, a trajetória descrita pela bomba sempre será uma linha vertical reta, pois esse só perceberá o movimento de queda livre da bomba (composto pela velocidade vertical, velocidade na componente y), conforme explica a Cinemática Galileana.

Percebe-se também a ausência do conceito de composição de movimentos, quando o aluno descreveu a trajetória da bomba como sendo retilínea para o observador do solo. Em sua resposta, conforme a figura 12, ele cita apenas o movimento de queda livre.

No referencial do observador do solo, a percepção da trajetória do movimento da bomba será a de uma parábola, pois esse observador perceberá um movimento composto, pela velocidade horizontal (velocidade do avião) e pela velocidade vertical (velocidade devido à queda livre) da bomba. Considera-se que os conceitos científicos de Mecânica de A9, no início da intervenção, estavam de acordo com a Mecânica inicial, pois o aluno apresentava noções de referencial, sabendo-se que a descrição de movimento depende de um referencial e não de um referencial absoluto, mesmo assim não conseguiu relacionar esse conceito com o da composição de movimentos. Sua rede de conceitos, relativos à Mecânica, parece ainda não estar completa, o que é justificado pelas falhas apresentadas nas respostas às situações-problemas propostas.

Na avaliação inicial (instrumento 1), A9 não se valeu dos conceitos da Mecânica nem para responder a situação-problema 1 (bomba-avião), nem para responder a situação-problema 2 (peixe- canal São Gonçalo). Suas respostas estavam no nível 1 – não articulação dos conceitos, o que indica um desenvolvimento dos conceitos conforme a Mecânica Perceptual.

Descreve-se agora as respostas do A9, na avaliação final (instrumento 4).

Na situação-problema referente ao movimento da bola, que quando é lançada por um homem que encontra-se sobre uma esteira rolante com velocidade V , no referencial de uma senhora que observa a trajetória do

movimento descrito pela bola, proposta pelo instrumento 4, no final da intervenção, o aluno 9 respondeu, conforme ilustra a figura 13:

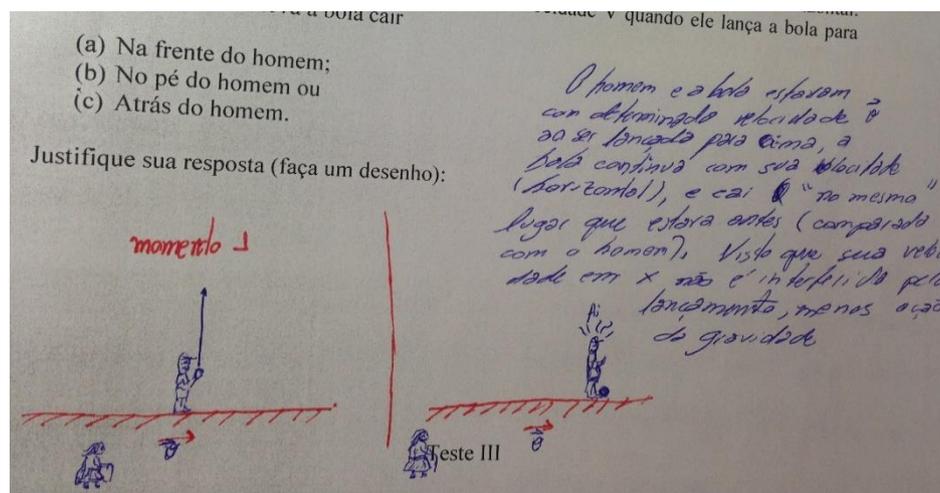


Figura 13: Resposta do aluno 9 para a situação-problema 1 do instrumento 4

Legenda: O homem e a bola estavam com determinada velocidade v ao ser lançada para cima, a bola continua com sua velocidade (horizontal) e cai "no mesmo" lugar que estava antes (comparada com o homem), visto que sua velocidade em x não é interferida pelo lançamento, menos ação da gravidade.

A figura 13 mostra a respectiva resposta do aluno. Analisando essa imagem percebe-se que, num primeiro momento, o aluno desenha o homem lançando a bola verticalmente para cima, com uma velocidade v , e em um segundo desenho mostra que a bola irá cair no pé do homem, visto pelo referencial da senhora que observa o movimento da bola e não está na esteira rolante. A9 justificou seu desenho escrevendo que a bola, ao ser lançada para cima, continua com velocidade horizontal. E que a velocidade em x não sofre interferência do lançamento. Essa resposta indica que o aluno vale-se da composição de movimento, principalmente quando justifica que a velocidade que a bola possui na horizontal (mesma velocidade do homem) não sofre interferência do lançamento vertical. Para o referencial da senhora que observa o movimento do homem, a bola tem a mesma velocidade do homem antes de ser lançada. Após o homem lançá-la verticalmente para cima, a bola irá ter o movimento composto pela velocidade horizontal (a mesma que ela já possuía) e a velocidade vertical (queda livre). Como o homem e a bola têm a mesma velocidade horizontal, eles irão percorrer distâncias iguais em intervalos de

tempos iguais. Então, no referencial da senhora, ela irá ver a bola caindo ao pé do homem.

Na situação-problema 2, da avaliação final, A9 não explicita a composição de movimentos para justificar sua resposta. Conforme a Figura 14:

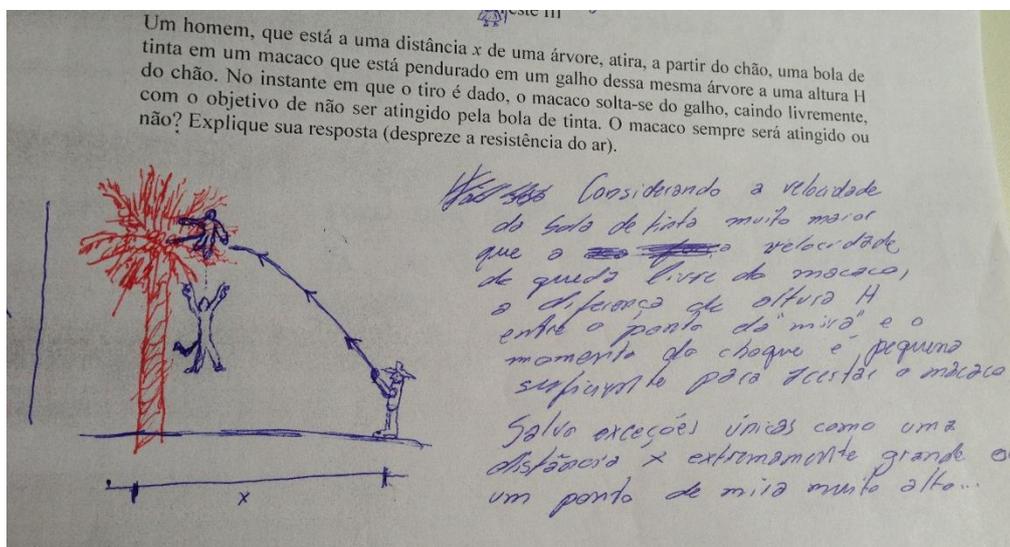


Figura 14: Resposta do aluno 9 para a situação-problema 1 do instrumento 4

Legenda: "Considerando a velocidade da gota de tinta muito maior que a velocidade de queda livre do macaco, a diferença de altura H entre o ponto de "mira" e o momento de choque é pequena suficiente para acertar o macaco. Salvo exceções únicas como uma distância x muito grande ou um ponto de mira muito alto."

Na sua justificativa A9 faz considerações que não são relevantes para responder a questão. Não consegue deixar claro que o macaco sempre será atingido. Articula os conceitos de Mecânica mas ainda apresenta contradições na sua resposta.

Para uma interpretação correta da questão, parte-se dos conceitos envolvidos no movimento de queda, ou de lançamento de projétil, onde o fator preponderante é feito pelo eixo vertical no qual a aceleração gravitacional atua, sendo assim no exemplo proposto: tanto o macaco como a bola de tinta que possuem a mesma aceleração gravitacional, cairão, ao longo da direção vertical, distâncias iguais em tempos iguais o que fará a colisão sempre ocorrer, independentemente da velocidade horizontal (eixo x) do disparo.

Na avaliação final (instrumento 4), A9 articulou os conceitos da Mecânica com a composição de movimentos para responder a situação-problema 1 (esteira-homem) mas articulou os conceitos com contradição na situação-problema 2 (macaco). Suas respostas estavam no nível 3 - articulação dos conceitos com composição de movimento e no nível 2 - articulação dos conceitos com contradição, o que indica o seu desenvolvimento dos conceitos conforme a Pré-Cinemática-Galileana.

As respostas de A9 exemplificam as dos outros alunos, A5 e A10, que no início da intervenção, foram classificados como estando no nível de desenvolvimento dos conceitos conforme a Mecânica Perceptual e no final da intervenção, conforme a Pré-Cinemática-Galileana. Esses alunos mostraram um avanço no desenvolvimento dos conceitos científicos de Mecânica.

Analisa-se, agora, os alunos A3 e A14, que, no início da intervenção, apresentavam desenvolvimento conforme a Mecânica Perceptual e no final da intervenção conforme a Cinemática-Galileana.

Toma-se o exemplo das respostas do A14 para a situação-problema 2, no início da intervenção. Conforme ilustra a figura 15:

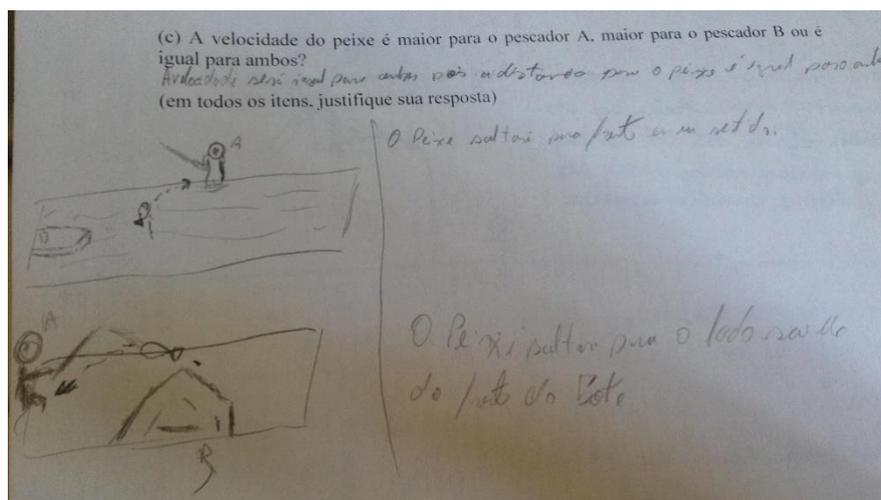


Figura 15: Resposta de A14 para a situação-problema 2 da avaliação inicial da intervenção

Legenda: Resposta para a letra a: o peixe saltará para frente em um sentido. Resposta para a letra b: o peixe saltará para o lado saindo de perto do bote. Resposta para letra c: a velocidade será igual para ambos pois as distâncias para o peixe é igual para ambos.

A14 não utilizou conceitos da Mecânica para resolver o problema. Na letra c, a qual pergunta se a velocidade do peixe será maior para o pescador A, maior para o pescador B, ou igual para ambos, A14 responde que será igual, o que mostra que ele não valeu-se do conceito de Referencial e de composição de movimentos. Sua resposta está ligada as concepções espontâneas. Esse resultado pode ser interpretado considerando que o aluno se valeu de uma noção de referencial absoluto, parecendo incapaz de detectar contradições, pela ausência de uma rede de conceitos científicos relacionados a esse assunto.

Conforme a Cinemática Galileana, para o pescador A, situado no referencial à margem do canal, o movimento do peixe, após o salto descreverá uma trajetória parabólica, devido à composição dos movimentos horizontal (sentido da velocidade da correnteza) e do movimento vertical de queda livre. Para o pescador B, que está no referencial do bote que se desloca, acompanhando o movimento da correnteza, o peixe descreverá uma trajetória retilínea na vertical, devido ao movimento da queda livre. Essa percepção só ocorre porque o peixe, no momento do salto, possui a mesma velocidade do bote e da correnteza, na componente horizontal. A percepção da velocidade do peixe, de acordo com a composição de movimentos, será diferente, dependendo do referencial. No referencial do pescador A, será maior, pois, para esse observador, a distância percorrida pelo peixe será maior do que a distância percorrida pelo peixe no referencial do pescador B. Mas o tempo para o peixe saltar da água e voltar é o mesmo para os dois referenciais. Como o módulo da velocidade define-se como a razão entre a distância percorrida e o tempo gasto, quanto maior a distância percorrida, maior deverá ser a velocidade. Portanto, se a distância percorrida pelo peixe no referencial do pescador A é maior, logo a velocidade do peixe é maior do que para o referencial do pescador B.

Ao final da intervenção, A3 e A14 valeram-se dos conceitos de Mecânica, utilizando a composição de movimentos para resolver as situações-problema. Como mostram as figuras 16 e 17:

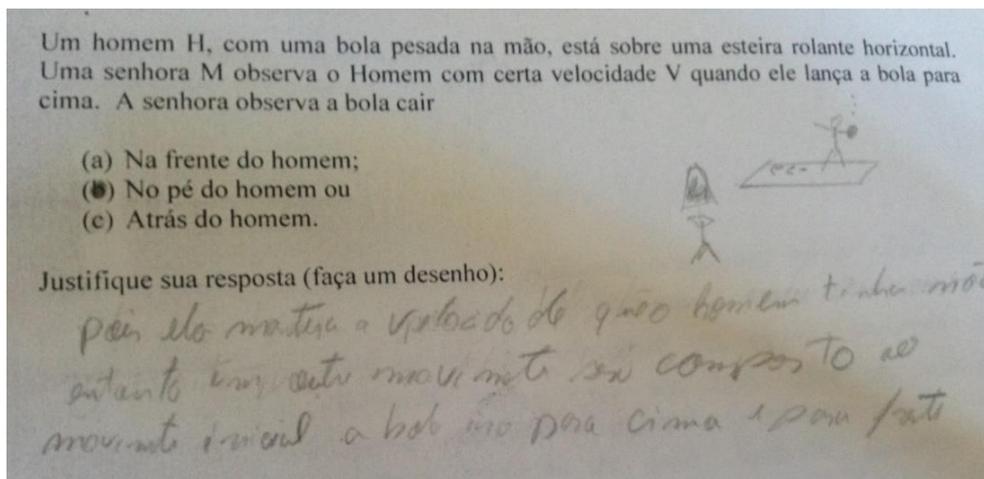


Figura 16: Resposta de A14 para a situação-problema 1 da avaliação final da intervenção

Legenda: pois ela manterá a velocidade que o homem tinha no entanto em outro movimento será composto no movimento inicial a bola irá para cima e para frente.

Em sua justificativa para dizer que a bola cairá no pé do homem, A14 explicou o movimento composto da bola manterá a velocidade horizontal após ser lançada pelo homem.

A figura 17 ilustra a resposta de A3, para a situação-problema 2 do instrumento 4, aplicado ao final da intervenção.

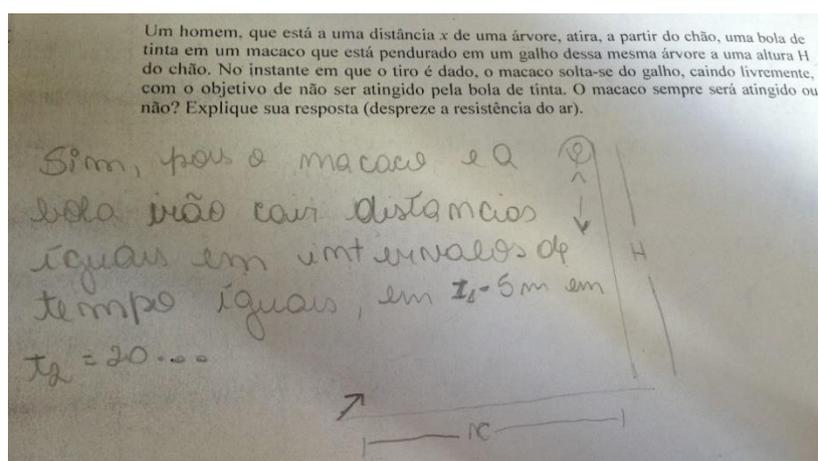


Figura 17: Resposta de A3 para a situação-problema 2 da avaliação final da intervenção

Legenda: Sim, pois o macaco e a bola irão cair distâncias iguais em intervalos de tempo iguais, em $t_1=5m$ em $t_2=20m...$

A3 articula sua resposta com a composição de movimentos. Para a situação-problema 2, da avaliação final da intervenção, esperava-se que os

alunos, assim como ocorreu com A3, utilizassem a lei da queda dos corpos proposta por Galileu, ancorada na composição de movimentos.

Salienta-se que esses alunos, A3 e A14, obtiveram o um maior avanço no desenvolvimento dos conceitos científicos, pois passaram da Mecânica Perceptual (nível mais elementar) para a Cinemática-Galileana (Nível mais avançado e almejado pela intervenção).

O aluno A8, na avaliação inicial (instrumento 1), apresentava um nível de desenvolvimento dos seus conceitos conforme a Mecânica Inicial, porque, para a situação-problema 1 (bomba-avião), respondeu não articulando os conceitos (nível 1) de Mecânica e para a situação-problema 2 (peixe- canal são Gonçalo) respondeu articulando os conceitos com contradição (nível 2). Na avaliação final (instrumento 4), o aluno respondeu ambas as situações-problemas articulando os conceitos de mecânica com a composição de movimentos, portanto o desenvolvimento dos conceitos científicos do A8 avançou para o nível da Cinemática-Galileana.

A3, A8 e A14 apresentaram o desenvolvimento dos conceitos científicos almejado, ao final da intervenção (Cinemática-Galileana).

A12, na avaliação inicial, mostrou contradições na articulação dos conceitos de Mecânica. Suas respostas, para as situação-problema 1 (bomba-avião) e 2 (peixe- canal São Gonçalo), estavam no nível 2, o que indica que seu desenvolvimento estava de acordo com a Mecânica Intermediária. Ao final da intervenção, na avaliação final, A12 avançou nas respostas: na situação-problema 1 (esteira-homem) articulou conceitos de Mecânica com a composição de movimentos. Na situação-problema 2 (macaco) apresentou contradições na articulação dos conceitos de Mecânica. Portanto seu desenvolvimento avançou e estava conforme o nível da Pré-Cinemática-Galileana.

Análise dos alunos que, ao final da intervenção, mantiveram-se no mesmo nível de desenvolvimento dos conceitos científicos: A1, A7, A11, A13, A16, A17, A18, calouros e A19 veterano.

Os alunos calouros A1, A7, A11, A16, e A19, tanto no início da intervenção, quanto ao seu final, apresentavam conceitos que foram enquadrados no grupo Mecânica Inicial.

Como exemplo do pensamento desses alunos, mostra-se o caso de A7. No início da intervenção, sua resposta – conforme a análise do instrumento 1, para a situação-problema 1 (bomba-avião) – encontrava-se no nível 2 (Articulação de conceitos com contradição) e, para a situação-problema 2, (peixe-pescador) encontrava-se no nível 3 (Articulação de conceitos com a composição de movimentos). A diferença de nível nas soluções das situações-problema fez com que seu nível de conceituação fosse classificado como Pré-Cinemática-Galileana, pois o aluno utilizou os conceitos da Mecânica resolvendo algumas situações-problema e outras não. Isso pode ser uma indicação de que ele ainda estava ligado ao contexto, ao aplicar seus conceitos para resolver as situações-problema.

Conforme mostram as figuras 18 e 19, que ilustram sua resposta para essas respectivas situações-problemas.

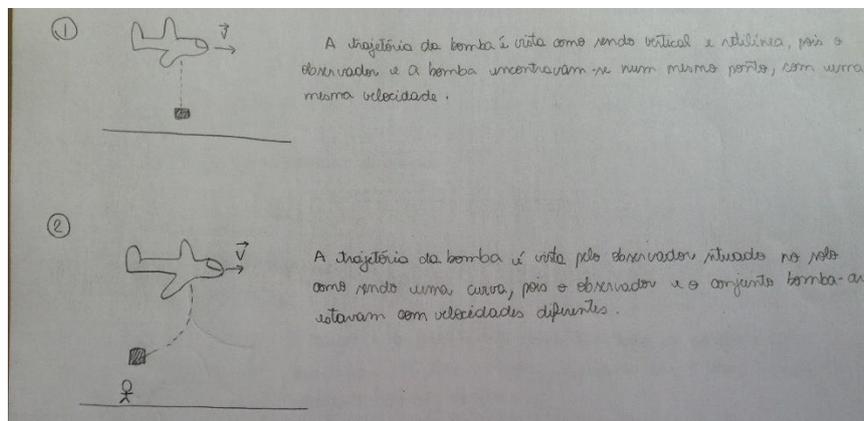


Figura 18: Resposta de A7 para a situação-problema 1 do instrumento 1

Legenda: 1 (parte superior) – A trajetória da bomba é vista como sendo vertical e retilínea, pois o observador e a bomba encontravam-se num mesmo ponto, com uma mesma velocidade. 2 (parte inferior) – A trajetória da bomba é vista pelo observador situado no solo como sendo uma curva, pois o observador e o conjunto bomba-avião estavam com velocidades diferentes.

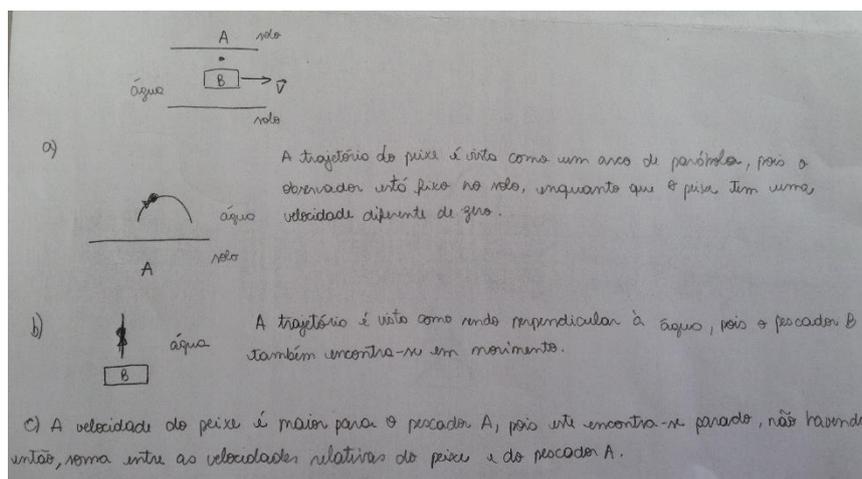


Figura 19: Resposta de A7 para a situação-problema 2 do instrumento 1

Legenda: resposta letra a): a trajetória do peixe é vista como um arco de parábola, pois o observador está fixo no solo, enquanto que o peixe tem uma velocidade diferente de zero. Resposta letra b): A trajetória é vista como sendo perpendicular à água, pois o pescador B também encontra-se em movimento. Resposta letra c) A velocidade do peixe é maior para o pescador A, pois este encontra-se parado, não havendo então, soma entre as velocidades relativas do peixe e do pescador A.

Na resposta para a situação-problema 1, conforme mostra a figura 18, A7 utilizou conceitos da Mecânica. Entretanto, ao desenhar a trajetória da bomba como uma curva que vai no sentido oposto ao do avião, no referencial de quem está no solo, não se vale da composição de movimento. Essa resposta contém uma pressuposição sobre Mecânica: que a bomba, inicialmente, possui a mesma velocidade do avião, mas, ao ser liberada, deixa de fazer parte do conjunto avião-bomba e, por isso, perde a velocidade desse conjunto. Note que, nessa descrição, não são necessárias forças para modificar a velocidade da bomba. O fato de ela não estar mais dentro do avião é suficiente para que ocorra a variação de velocidade.

Na resposta da situação-problema 2, conforme mostra a figura 19, A7 responde articulando os conceitos com a composição de movimentos. Utiliza os conceitos de velocidade, referencial, trajetória e movimento conforme a Cinemática Galileana.

Para uma situação-problema, A7 apresenta falhas na resolução, para outra, responde corretamente conforme os conceitos da Mecânica. Isso sugere que seus conceitos científicos estão em processos de desenvolvimento.

Ao final da intervenção, A7 também parece continuar no mesmo nível de desenvolvimento dos conceitos científicos, conforme ilustram as figuras 20 e 21:

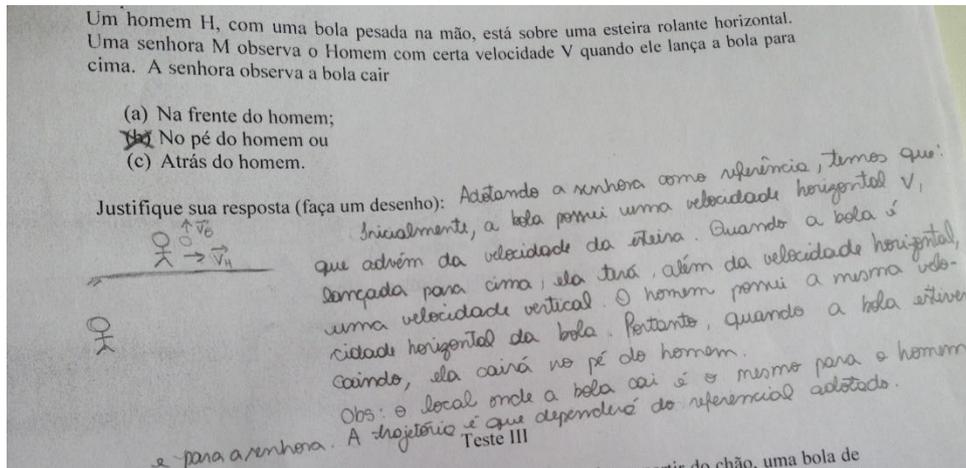


Figura 20: Resposta do A7 para a situação-problema 1 do instrumento 4

Legenda: Adotando a senhora como referência, temos que: inicialmente, a bola possui uma velocidade horizontal v , que advém da velocidade da esteira. Quando a bola é lançada para cima, ela terá, além da velocidade horizontal, uma velocidade vertical. O homem possui a mesma velocidade horizontal da bola. Portanto, quando a bola estiver caindo, ela cairá no pé do homem. Obs.: o local onde a bola cai é o mesmo para o homem e para a senhora. A trajetória é que dependerá do referencial adotado.

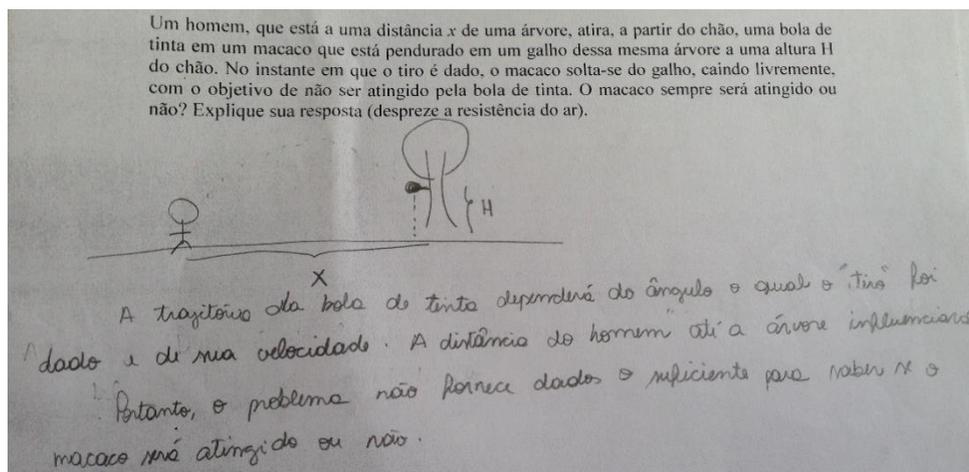


Figura 21: Resposta de A7 para a situação-problema 2 do instrumento 4

Legenda: A trajetória da bola de tinta dependerá do ângulo o qual o "tiro" foi dado e de sua velocidade. A distância do homem até a árvore influenciará. Portanto, o problema não fornece dados o suficiente para saber se o macaco será atingido ou não.

Na solução apresentada para a situação-problema 1 da avaliação final da intervenção, o aluno explicitou a composição de movimentos na sua resposta quando disse que a velocidade horizontal da bola advém da velocidade da esteira, onde também está o homem. O aluno compreende que, mesmo a bola sendo jogada verticalmente pelo homem, ela continua tendo a velocidade horizontal da esteira. Isso mostra que o conceito de composição de movimentos evoluiu, pois, no início da intervenção, o aluno não compreendia que a velocidade horizontal da bomba segue a mesma do avião, mesmo após ser largada pelo mesmo.

Na situação-problema 2, da avaliação final, conforme a figura 21, o aluno pareceu não perceber as informações contidas no problema e disse que os dados não eram suficientes para saber se o macaco seria ou não atingido.

O fato de A7 não utilizar a composição de movimentos para saber se o macaco será atingido, mas usa a composição de movimentos para solucionar o problema da bola lançada pelo homem na esteira, indica que esse conceito está se desenvolvendo dentro de uma rede conceitual provavelmente ainda não estabelecida completamente.

Os conceitos são um ato de generalização, generalização essa que vai evoluindo e ficando cada vez mais elevadas, em termos de abstração, desligamento do contexto, e tornando-se parte de uma rede conceitual. Todo conceito pode ser mediado por outros conceitos (VYGOSTKY, 2009).

Pode-se afirmar que no caso de A7, assim como para A1, A11, A16, A19, ainda não foram estabelecidas generalizações mais elevadas para os conceitos da Mecânica, mantendo o desenvolvimento desses alunos no nível da Pré-cinemática Galileana.

Para os alunos 13 e 18, calouros, a intervenção parece não haver proporcionado avanços no desenvolvimento dos conceitos científicos. Esses alunos, tanto no início quanto no final da intervenção, apresentaram o desenvolvimento dos conceitos conforme a Mecânica Perceptual.

Utilizam-se as respostas de A18 como exemplo. Na situação-problema 1 da avaliação inicial, o aluno respondeu, conforme expresso na figura 22:

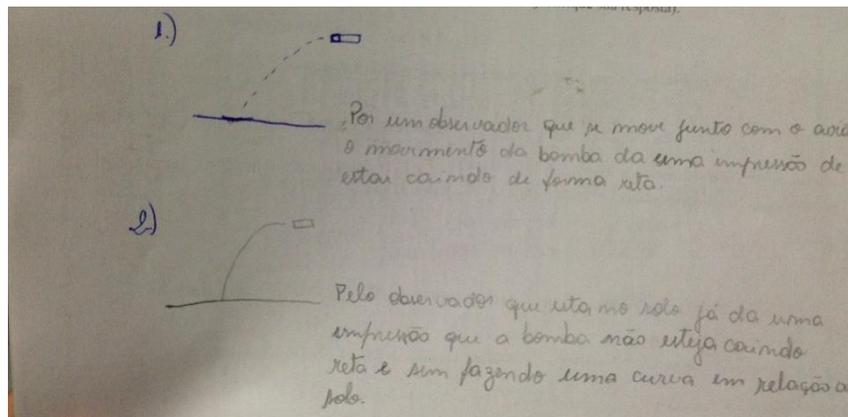


Figura 22: Resposta de A18 para a situação-problema 1 da avaliação inicial

Legenda: 1 (parte superior) – Por um observador que se move junto com o avião o movimento da bomba dá uma impressão de estar caindo de forma reta. 2 (parte inferior) – Pelo observador que está no solo já dá uma impressão que a bomba não esteja caindo reta e sim fazendo uma curva em relação ao solo.

A justificativa para cada observador é diferente, mas os desenhos que ilustram suas respostas são iguais. O uso da expressão “da a impressão”, que aparece em sua resposta, revela a pressuposição de que existe um referencial preferencial para definir o movimento da bomba.

Na avaliação final, conforme mostra a Figura 23, o aluno também não utiliza conceitos da Mecânica para solucionar os problemas. Não se vale da composição de movimentos e interpreta o movimento da bola independentemente do movimento do homem.

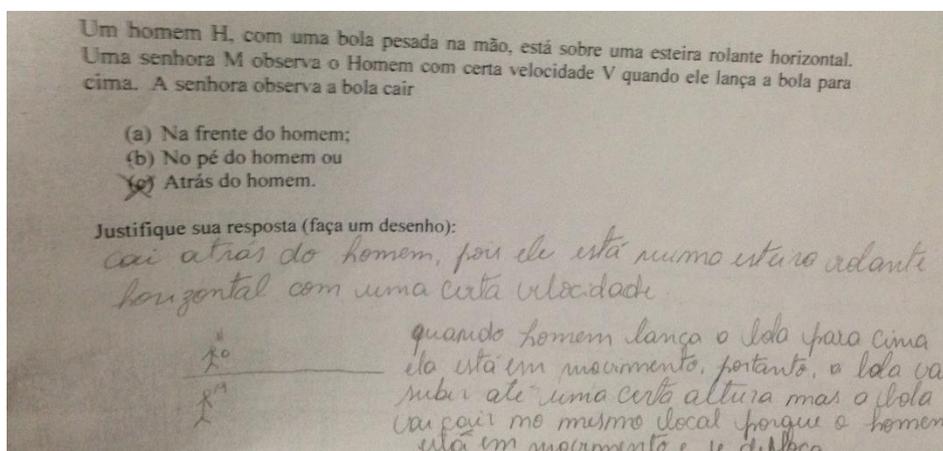


Figura 23: Resposta de A18 para a situação-problema 1 da avaliação final

Legenda: cai atrás do homem, pois ele está numa esteira rolante horizontal com uma certa velocidade. Quando o homem lança a bola para cima ela está em movimento, portanto, a bola

vai subir até uma certa altura mas a bola vai cair no mesmo local porque o homem está em movimento e se desloca.

Os resultados acima, dos alunos A13 e A18, que mantiveram-se na Mecânica Perceptual, podem ser interpretados considerando que os erros conceituais apresentados pelos alunos, tanto na situações-problemas iniciais quanto finais não têm origem na utilização de um conceito errado de Mecânica, mas sim no fato de que os conceitos de Mecânica ainda não foram aprendidos, conforme o estabelecido pela TCHA. Isso impede que o aluno use esses conceitos de forma voluntária e consciente para resolver os problemas propostos.

O mesmo pode ser pensado para o A17 que manteve-se no nível de desenvolvimento dos conceitos conforme a Mecânica Inicial.

Ayala (2014) discute as concepções espontâneas em Física na perspectiva da THCA e mostra que essas concepções possuem características em comum com os conceitos espontâneos propostos por Vygotsky (2009). A partir da análise de revisão bibliográfica e de seus próprios resultados de pesquisa, Ayala (2014) afirma que as respostas espontâneas são dadas de forma não-consciente. Além disso, os estudantes que as produzem não são capazes de perceber as contradições em suas respostas, o que indica que as suas concepções não estão organizadas em rede de conceitos, em um sistema que permita a identificação de contradições. As concepções estão associadas à experiência, à percepção imediata.

Análise dos alunos que, ao final da intervenção, retrocederam no nível de desenvolvimento dos conceitos científicos: A4, veterano e A15 calouro.

A4 e A15, no início da intervenção, na avaliação inicial (instrumento 1) apresentaram um nível de desenvolvimento dos conceitos conforme a Cinemática-Galileana. Esses alunos responderam ambas as situações-problemas articulando os conceitos de Mecânica com a composição de movimentos. No final da intervenção, nas respostas, da avaliação final (instrumento 4), A4 e A15 não se valeram da composição de movimentos para

resolver a situação-problema 2 (macaco). Suas respostas apresentavam contradição. Já para a situação-problema 1 (esteira-homem) esses alunos responderam corretamente conforme os conceitos da Mecânica. Portanto A4 e A15 apresentaram o nível de desenvolvimento dos conceitos de acordo com a Pré-Cinemática-Galileana. Para esses alunos não é possível explicar, o que ocorreu.

Por fim, para respondermos à pergunta inicial, dessa seção, “Houve avanços no desenvolvimento dos conceitos científicos dos alunos? deve-se considerar alguns aspectos importantes da THCA que ficaram evidentes com os resultados apresentados.

Para oito alunos (5 calouros e 3 veteranos), as atividades realizadas na intervenção possibilitaram progressos no desenvolvimento conceitual, mesmo que nem todos tenham atingido o desenvolvimento conforme a Cinemática-Galileana. Esses alunos progrediram em relação ao nível de desenvolvimento dos conceitos em que se encontravam no início da intervenção.

Desses 8 alunos que avançaram no desenvolvimento dos conceitos científicos, 3 alunos, ao final da intervenção, devolveram conceitos científicos conforme a Cinemática Galileana. Esses alunos utilizaram os conceitos de Mecânica de forma consciente e voluntária, estabelecendo um sistema de relações entre os conceitos de velocidade, referencial e composição de movimentos. Vygotsky (2009) argumenta que só no sistema o conceito pode adquirir as potencialidades de conscientizáveis e a arbitrariedade. “A tomada de consciência passa pelos portões dos conceitos científicos” (p.290).

O ensino dos conceitos de Mecânica proporcionou, para 6 dos 8 alunos que estavam no nível de desenvolvimento da Mecânica perceptual, no início da intervenção, avanços no desenvolvimento dos conceitos científicos. Para Vygotsky (2009), quando há o ensino adequado de conteúdo, o desenvolvimento dos conceitos científicos supera o desenvolvimento dos conceitos espontâneos. O acúmulo de conhecimentos conduz à elevação do nível dos tipos de pensamento científico, que, por sua vez, se reflete no desenvolvimento do pensamento espontâneo e demonstra o papel importante da instrução.

Nas palavras de Vygotsky (2009), “[...]em qualquer idade um conceito expresso por uma palavra representa uma generalização. Mas os significados das palavras evoluem” (p.246). Isto é, quando a aprendizagem de uma nova palavra é ligada a um determinado significado, o seu desenvolvimento está apenas começando. A aprendizagem dos conceitos é um ato de generalizações. No início, as generalizações são mais elementares e à medida que o aluno vai se desenvolvendo, essas tornam-se cada vez mais elevadas. Os conceitos evoluem e precisam de um tempo de amadurecimento.

Observou-se que no início da intervenção os alunos veteranos (A8, A9, A12 e A19) não apresentavam muita diferença entre seus níveis de desenvolvimento conceitual, em comparação com o dos calouros – o que sugere problemas na aprendizagem dos veteranos ao longo do percurso no CLF. Os conceitos como de Referencial, Velocidade, Composição de movimentos deveriam ser base para uma evolução conceitual mais complexa de outros conceitos científicos.

Chama-se a atenção para os alunos A9, A8, A12, veteranos, que avançaram no desenvolvimento dos conceitos. Nesse grupo, no início da intervenção, os conceitos de Mecânica ainda não estavam estabelecidos conforme a Cinemática Galileana. Os alunos não sabiam resolver as situações-problema de composição de movimentos de forma independente, mesmo que tivessem cursado disciplinas de conteúdo específico dessa área. Durante a intervenção, o processo de desenvolvimento dos conceitos parece ter ocorrido.

A ideia de que a intervenção pareceu ser eficaz no desenvolvimento dos conceitos de mecânica para os alunos veteranos, pode ser também identificada em alguns trechos das narrativas escritas por esses alunos, na qual deveriam responder a pergunta: como vai o seu estudo? (Instrumento 5).

O aluno reflete sobre sua aprendizagem no CLF:

A9: *“Me vieram com a pergunta como andam meus estudos. É complicado responder uma questão dessas. Imagine que desde que entrei na faculdade, o que nos lembram a todo o momento é a ideia de passar, passar, passar, e não de aprender. [...] a gente tem que estudar pra prova e depois podemos esquecer*

porque a outra prova já não é mais sobre o mesmo assunto, é como se num passe de mágica você tivesse aprendido tudo sobre aquela matéria ao entregar sua prova.”

A9 comenta, sobre a disciplina de IPF: *“...Algumas coisas foram legais de serem aprendidas, como o estudo do movimento dos corpos, embora a gente já tenha cursado Física I, foi bem mais aprofundado agora, principalmente sobre a perspectiva dos movimentos com ou sem gravidade...”*

A4 fala sobre a principal coisa que aprendeu em IPF: *“A coisa mais importante que aprendi foi a parar de pensar apenas de forma matemática e olhar o significado verdadeiro das coisas”*

A8: *[...] Em uma das aulas percebi algo que todos esses anos meus olhos não foram capazes de ver, talvez isso ocorreu pela forma que fui ensinado nos primeiros semestres do curso. Quando aprendi a perceber a composição de movimentos, uma nova forma de pensar para responder algum problema me surgiu e vi que essa composição de movimentos pode ser usada para explicar tanto problema de cinemática quanto de mecânica.*

Os conceitos dos alunos veteranos, que deveriam ter sido aprendidos durante o curso, parecem ter-se desenvolvido durante a intervenção.

Destaca-se também, trechos das narrativas (instrumento 5) dos alunos calouros. Dos 13 alunos calouros analisados nessa seção, 5 avançaram, 7 mantiveram-se e 1 retrocedeu, no desenvolvimento dos conceitos científicos.

Alguns dos alunos que avançaram no seu desenvolvimento relatam:

A3: *“Acredito que as aulas de Introdução ao Pensamento Físico me ajudaram muito para entender o que é realmente aprender, por isso sei que tenho um caminho infinito de aprendizagem pela frente.*

A14: *“nesta aula um professor nos pergunta sobre como pode jogarmos uma bola para cima e ela não ir para trás? Já que a terra gira? Bom, que isso ocorre todos nós sabemos, mas e o porquê. No início não fazia ideia como responder essa pergunta sabia as formulas mas não sabia suas aplicações. Foi ai que o professor nos instigou a pensar e irmos cada vez mais fundo até o começo da*

questão e toda essa viagem nos foi dada sem que notássemos e de repente bum!!!! Eu sabia como respondê-la.”

A10: “[...]sinceramente acho que aprendi mais física do que na cadeira de física, aprendi a ter vários pontos de vista sobre um mesmo problema e aprendi a compor movimentos.”

Alguns dos alunos que mantiveram-se no mesmo nível conceitual, relatam:

A17 refere-se a IPF: “essa disciplina fez com que eu tivesse outra visão da física, fez com que eu pensasse mais sobre os conceitos físicos. E eu posso dizer que essa metodologia envolvida nessa disciplina fez com que eu melhorasse principalmente na forma de como abordar os problemas físicos.”

A7: “Tivemos alguns exercícios práticos e alguns vídeos. Eles sim fizeram jus ao nome da disciplina. Com eles, aprendi a pensar fisicamente antes apenas de aplicar as formulas nos exercícios.”

Conclui-se, perante os resultados, que alguns alunos avançaram no desenvolvimento dos conceitos científicos de Mecânica, outros mantiveram-se no mesmo nível e alguns retrocederam. A intervenção pedagógica parece poder proporcionar avanços no desenvolvimento dos conceitos científicos.

4.1.2 Análises dos processos da Autorregulação da Aprendizagem

Foca-se agora no segundo questionamento: Os alunos desenvolveram processos da Autorregulação da Aprendizagem? Para responder essa pergunta utilizaram-se as análises dos instrumentos 3 e 5 na discussão dessa seção.

Primeiro analisam-se os resultados provenientes do instrumento 3. Treze alunos responderam ao instrumento que objetivava avaliar se o uso de estratégias de resolução de problemas da ARA auxiliou na resolução do problema de Mecânica proposto. Lembrando, esse instrumento era composto de um roteiro, no qual os alunos deveriam seguir 4 passos (1- identificação do problema; 2- identificação das possíveis hipóteses para resolver o problema; 3-

escolha de uma hipótese; 4- avaliação da decisão; conforme proposta da carta 8 – do livro “cartas do Gervásio ao seu Umbigo”), ao assistir o Vídeo “Inércia dos corpos”, e assim tentar resolver o problema proposto por Galileu. Esses 4 passos estavam implícitos no Vídeo, e cabia ao aluno identifica-los. A seguir serão apresentados os resultados, de forma sucinta, na tabela 9:

Tabela 9: Resultados da Análise do instrumento 3, relativo ao uso de estratégias de resolução de problemas da ARA.

	Utilizaram as estratégias ARA e resolveram a situação-problema	Utilizaram as estratégias da ARA e não resolveram a situação-problema	Não utilizaram as estratégias da ARA e não resolveram a situação-problema	Não utilizaram as estratégias da ARA e resolveram a situação-problema
Total	5	3	4	1

No Apêndice B, pode ser encontrada uma tabela, com a análise feita para a resposta de cada aluno para esse instrumento.

Dos alunos que conseguiram resolver a situação-problema conforme a cinemática-Galileana: 5 utilizaram as estratégias de resolução de problemas da ARA.

A figura 24 mostra um exemplo de roteiro que utilizou as estratégias de resolução de problemas e conseguiu resolver conforme a Cinemática-Galileana.

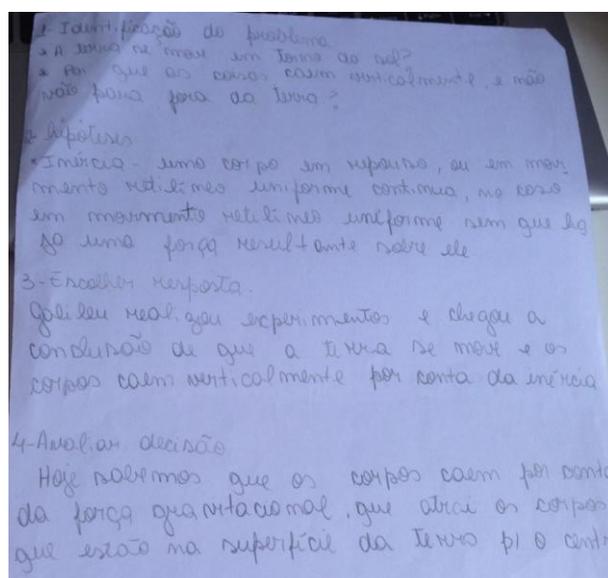


Figura 24: Roteiro de resolução de problemas do aluno A3

Legenda: "1- Identificação do Problema: A terra se move em torno do Sol? Porque as coisas caem verticalmente, e não vão parar fora da terra?" 2-Hipoteses: Inércia – um corpo em repouso, ou em movimento retilíneo uniforme continua, no caso em movimento retilíneo uniforme sem que haja uma força resultante sobre ele. 3- Escolher resposta: Galileu realizou experimentos e chegou a conclusão de que a terra se move e os corpos caem verticalmente por conta da Inércia. 4- Avaliar decisão: Hoje sabemos que os corpos caem por conta da força gravitacional, que atrai os corpos que estão na superfície da terra para o centro.

Analisando a Figura 24, percebe-se que A3 utilizou os 4 passos de resolução de problemas, e conseguiu utilizar a estratégia proposta para entender a ideia central do vídeo "Inércia do Corpos".

Dos alunos que não conseguiram resolver a situação-problema valendo-se da Cinemática Galileana: 3 tentaram utilizar as estratégias de resolução de problemas e 4 nem as utilizaram.

A Figura 25, exemplifica um o roteiro de um aluno que não utilizou os passos de resolução de problemas. E também, não compreendeu a ideia central proposta pelo Vídeo.

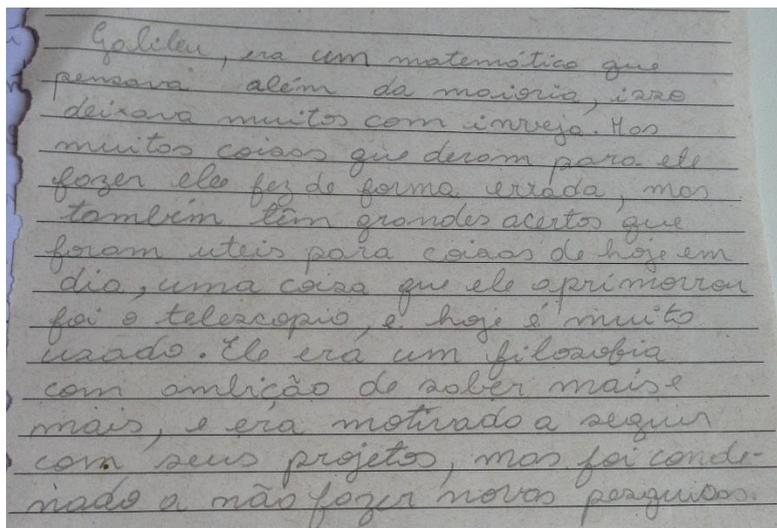


Figura 25: Roteiro de resolução de problemas do Aluno 18

Legenda: Galileu, era um matemático que pensava além da maioria, isso deixava muitos com inveja. Mas muitas coisas que deram para ele fazer ele fez de forma errada, mas também tem grandes acertos que foram úteis para coisas de hoje em dia, uma coisa que ele aprimorou foi o telescópio, e hoje é muito usado. Ele era um filósofo com ambição de saber mais e mais, e era motivado a seguir com seus projetos, mas foi condenado a não fazer novas pesquisas.

Conforme mostra a figura, o aluno A18, não utilizou os passos de resolução de problemas e não compreendeu a ideia principal proposta pelo vídeo.

Comparando esses dois exemplos, pode-se pensar que o roteiro com passos de resolução de problemas parece ter sido uma atividade eficaz para ajudar os alunos a compreenderem a ideia fundamental explicitada pelo Vídeo “Inercia dos corpos”. Entretanto, não há uma diferença significativa entre os alunos que conseguiram resolver o problema utilizando os passos (5) e os que não conseguiram resolver não usando os passos (4). Haveria uma necessidade de maior investigação para poder afirmar que o uso da metodologia de resolução de problemas ajuda os alunos a resolver problemas de Mecânica.

Resolver exercícios/problemas de Física, por meios de cálculos, é um hábito comum para a maioria das disciplinas do curso de Licenciatura em Física. Nas atividades propostas na intervenção (aula 4 e aula 5), os alunos, veteranos e calouros, apresentaram dificuldades em resolver problemas de Mecânica entendendo, operando com os conceitos sistematizados. Isto é, não apresentavam consciência das etapas necessárias para resolver um problema e dos estágios de solução que devem ser percorridos. Faziam a maioria dos problemas mecanicamente, por meio de algoritmos memorizados.

Trabalhar com uma metodologia estratégica de resolução de problemas teve como objetivo utilizar os processos de autorregulação da aprendizagem para fazer com que os alunos tomassem consciência dos conceitos utilizados ao resolver situações-problema.

Conforme explica Rosário (2012), os alunos autoregulatórios apresentam alguns aspectos importantes para a resolver situações-problema, por exemplo:

- Planejar e estabelecer objetivos parciais – compreender os componentes do problema ajuda a dividi-lo em partes e estabelecer objetivos;
- Conhecer o assunto do problema - Os conhecimentos prévios são fundamentais. O aluno precisa ter construído a base conceitual necessária para que seja possível resolver aquele determinado problema;

- Monitorar os passos de resolução - ajuda o aluno a não cometer erros no processo de resolução;
- Pedir ajuda para resolver o problema - Um aluno autorregulado pede ajuda quando é necessário, não importa se for para interpretar o enunciado ou ultrapassar alguma dificuldade conceitual.

O ciclo da aprendizagem autorregulatória, que consiste em planejar, executar e avaliar as próprias atividades realizadas, parecem ser eficazes para a resolução de problemas de Física. Foi o que mostrou os resultados das aulas 7, 8, 9 e 10, nas quais se investiu nos processos da ARA e nas estratégias que possibilitam aos alunos serem mais conscientes sobre o próprio processo de aprendizagem, principalmente em atividades como resolver problemas.

A estratégia de resolução de problemas pode ser considerada, dentro do construto da ARA, como uma estratégia metacognitiva, pois esse tipo de estratégia é empregada para analisar e tomar consciência das demandas da tarefa, para planejar a partir dos recursos que possui, monitorar e regular o próprio pensamento mantendo-se motivado durante a aprendizagem (BORUCHOVITCH, 2001).

Analisa-se agora o instrumento 5. Relembrando, esse instrumento foi avaliado de quatro maneiras.

A primeira, procurou responder a seguinte pergunta: Como o aluno avaliou sua aprendizagem na disciplina de IPF?

Na segunda, as narrativas escritas pelos alunos, foram interpretadas conforme as categorias de estratégias da ARA de ZIMMERMAN (1986), que são: indicativos de processos de autoavaliação da aprendizagem; indicativos de processos de organização e transformação das atividades de estudo; indicativos de processos de estabelecimento de metas e planejamento para melhorar a aprendizagem; indicativos de processos de autoconsequências pelos estudantes.

Na terceira, foi avaliado se os alunos passaram pelas três fases do processo da ARA: fase prévia, fase do controle volitivo e fase da autorreflexão.

E finalmente, avaliou-se se os alunos apresentavam as três dimensões da ARA: Dimensão metacognitiva, dimensão comportamental, e dimensão motivacional.

A tabela 10 expressa de maneira sucinta os resultados para essas quatro análises. (Uma análise mais completa desses resultados pode ser encontrada no Apêndice C)

Tabela 10: Resultado da análise do instrumento 5

Processos, fases e dimensões da ARA	Total
Processos da Autoavaliação da aprendizagem	17
Processos de organização e transformação das atividades de estudos	4
Processos de estabelecimento de metas e planejamento para melhorar a aprendizagem	3
Processos de autoconsequências para o processo de estudo	8
Fase prévia	4
Fase de controle volitivo	4
Fase da autorreflexão	17
Dimensão metacognitiva	17
Dimensão comportamental	10
Dimensão motivacional	5

A autorregulação da aprendizagem envolve múltiplos processos, como estabelecer metas e objetivos, estabelecer planejamento estratégico para melhorar a aprendizagem, conhecer e saber utilizar estratégias para organizar, monitorar e controlar o comportamento (aspectos volitivos), utilizar estratégias metacognitivas, identificar as próprias crenças automotivacionais, (como a autoeficácia, as expectativas de resultado, o interesse intrínseco e a orientação dos objetivos) saber autoavaliar-se e autorrefletir sobre os seus processos e resultados de aprendizagem (ZIMMERMAN, 2000; 2002; VEIGA SIMÃO, 2004).

Na análise das narrativas, buscou-se compreender quais processos os alunos apresentavam (Autoavaliação da aprendizagem, organização e transformação das atividades de estudos, estabelecimento de metas e planejamento para melhorar a aprendizagem, autoconsequências para os processos de estudo) ao final da intervenção. Os dados revelados na tabela 10 mostram que, dos 19 alunos que participaram da avaliação propiciada pelo instrumento 5, 17 alunos, apresentaram processos de autoavaliação da

aprendizagem nas suas narrativas. O segundo processo que mais apareceu nas narrativas foi o estabelecimento das autoconsequências para os processos de estudo apresentado por 8 estudantes.

Em relação às fases da ARA, a que mais apareceu foi a fase de autorreflexão, justamente por estar ligada aos processos da autoavaliação da aprendizagem, que também se destacaram.

Mesmo que os alunos não tenham apresentado todas as fases (prévia, controle volitivo, autorreflexão) do ciclo da aprendizagem autorregulada (ZIMMERMAN, 2000) na sua narrativa, não quer dizer que esses alunos não são autorregulados. O processo cíclico pode apresentar falhas que acarretam na próxima fase;

[...] falhas em qualquer uma das fases do processo de autorregulação da aprendizagem culminam em consequências para a fase seguinte, pois este é um sistema cíclico e dinâmico, no qual cada uma das fases está interconectada de modo recíproco (SAMPAIO; POLYDORO, ROSÁRIO, 2012, 132).

Para Veiga Simão (2004), o processo de autorregulação da aprendizagem começa com uma fase de planejamento, em que o sujeito decide o que vai fazer e como vai fazer para dar continuidade à aprendizagem. Posteriormente, o sujeito utiliza as estratégias definidas para atingir o objetivo traçado, sempre controlando sua ação de forma a identificar se o procedimento escolhido está de acordo com a demanda da tarefa. E, por último, o sujeito faz uma avaliação dos resultados que atingiu, verificando se conseguiu chegar ao resultado objetivado e, se não, quais foram as tomadas de decisões durante o processo que não favoreceram os resultados esperados e o que poderia ser feito para conseguir arrumar os erros de processo (AVILA; FRISON, 2012).

Destaca-se a investigação realizada para compreender se os alunos desenvolveram as três dimensões da autorregulação (dimensão metacognitiva, dimensão comportamental e dimensão motivacional) baseada nos estudos de Zimmerman (1986).

A figura 26 mostra um diagrama que representa as dimensões da autorregulação utilizadas pelos alunos no final da intervenção.

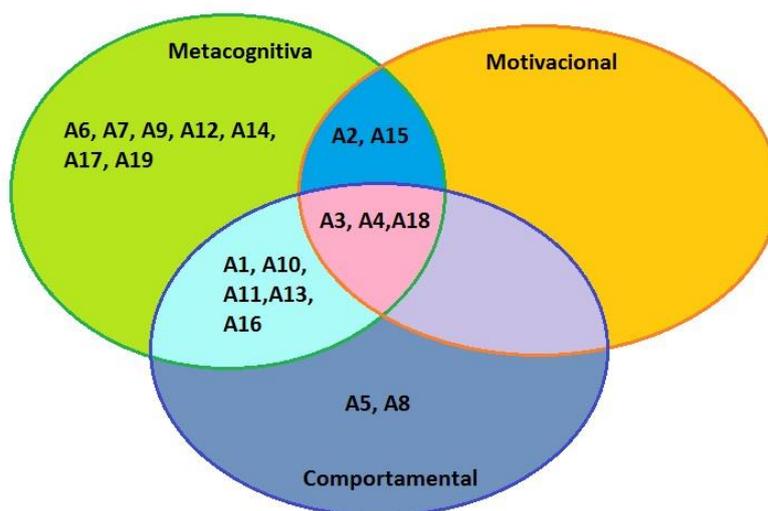


Figura 26: Diagrama que representa as dimensões da autorregulação da aprendizagem revelados pelos alunos

Interpretando a figura 26, percebe-se que a dimensão mais usada pelos alunos para autorregular sua aprendizagem foi a metacognitiva.

Esse resultado pode estar associado a pergunta que os alunos tinham que responder na narrativa (Como vai o seu estudo?), esse questionamento instigava o aluno a pensar sobre o seu processo de aprendizagem. Portanto, o processo de autoavaliação e a fase da autorreflexão foram o que mais apareceu nas narrativas. Isso implicou que a dimensão metacognitiva fosse a mais utilizada pelos alunos.

Mostra-se alguns trechos das narrativas para exemplificar os alunos que apresentaram a **dimensão metacognitiva**:

A19: *“Ainda estou aprendendo a estudar, meu estudo segue em um processo lento e complicado no seu desenvolvimento, cada semestre, cada dia, cada disciplina e cada professor novo, me mostra uma nova forma de melhorar meu estudo.”*

A12: *“Estudos nunca foi algo difícil para mim, porém na universidade algumas disciplinas, como diz o jargão, engolir os cadernos para ser aprovada. Passei mas confesso que em poucas tive uma aprendizagem que posso dizer “oh, eu*

aprendi!” mas isso não foi em todas, é claro, em muitas outras consegui ter uma aprendizagem significativa e que pude utilizar em outras.”

No excerto retirado da narrativa de A15, relata que:

[...] Percebi que aprendizagem não é algo que se constrói através da recepção e análise de informação, não é um pen drive que é posto em sua cabeça e os dados são transferidos.

O mesmo ocorreu com o A1, infere-se dos seus depoimentos que ele aprendeu a se empenhar e estudar; mesmo considerando que estudar é complicado, aprendeu a fazê-lo. Destaca:

[...] Estudar não é algo fácil para quem nunca teve esse hábito, e para mim foi muito difícil começar a organizar todas as coisas novas com o objetivo do curso superior: aprender.

Esses pequenos trechos, retirados das narrativas que os alunos escreveram respondendo à pergunta: Como vai o seu estudo? permitem pensar que a estratégia metacognitiva utilizada na intervenção, pareceu ser eficaz para fazer os alunos avaliar o próprio processo de aprendizagem.

A cognição pode ser entendida como “a capacidade de conhecer, de aprender, de perceber algo que se manifesta como fator essencial para querer aprender” (FRISON, 2007 p .4). A metacognição é a capacidade que o indivíduo tem de refletir sobre o seu próprio pensar. Quando desenvolve a capacidade metacognitiva, a pessoa torna-se capaz de refletir sobre as ações, sobre a cognição, sobre suas emoções e também sobre como pode ser mais eficiente nas suas atividades.

Ao final da intervenção, a maioria (17) dos alunos, mostram que utilizaram estratégias metacognitivas que possibilitou potencializar suas aprendizagens, pois foram capazes de autoavaliar, isso é, refletir sobre a aprendizagem que fizeram no decorrer da disciplina de Introdução ao Pensamento Físico.

A **dimensão comportamental** foi revelada por 10 alunos. Essa dimensão diz respeito ao papel que o aluno precisa exercer durante sua aprendizagem

autorregulada, ou seja, o aluno precisa exercer um comportamento ativo durante todo o processo de aprendizagem.

Os trechos das narrativas a seguir exemplificam os alunos que demonstraram envolvimento na dimensão comportamental:

A5: “No início do semestre foi difícil me acostumar a assistir a aula de IPF, pois era a tarde e a vontade de ir para casa comer a comida da minha mãe no almoço e depois tirar um cochilo era maior do que assistir as aulas. Mas, me esforcei o máximo e agora percebo que valeu a pena pois aprendi a me dedicar mais nas tarefas da faculdade, organizei meus estudos e também a analisar os exercícios com mais atenção. Então agora meu estudo está bem e tranquilo.”

A1: “Aprender vivenciar a vida na faculdade foi assustador, começamos a mudar e por mais incrível que possa parecer muitas vezes não mudamos o que mais precisamos”

A **dimensão motivacional** utilizada por 5 alunos é importante durante o processo de aprendizagem, porque é o que estimula o aprendiz a estar envolvido com a meta de aprendizagem que deve atingir.

Essa foi a dimensão que parece, num primeiro momento, a menos revelada pelos alunos por ser algo mais subjetivo, intrínseca ao sujeito, estando relacionada a própria ação de fazer algo para querer e poder aprender, mas pode também estar relacionada à tarefa a proposta e, neste caso, os resultados foram bem significativos porque, a maioria dos alunos sentiram-se provocados a fazer o que estava sendo proposto, uma narrativa contando como estava o seu estudo.

Portanto, a motivação intrínseca (ZIMMERMAN, 2002) é aquela em que o conteúdo aprendido produz prazer, a tarefa é realizada porque é agradável e por si mesma motiva sua realização, e essa foi revelada por todos os alunos que fizeram a narrativa.

Já a motivação extrínseca (ZIMMERMAN, 2002) ocorre quando a aprendizagem é concretizada para atender a um propósito sugerido como um exercício, uma prova, o desafio de encontrar o resultado dos problemas. Neste sentido, a aprendizagem baseada na motivação intrínseca tende a se manter constante, enquanto que a baseada na motivação extrínseca, tende a

desaparecer quando for satisfeita a necessidade. Os depoimentos destacados abaixo revelam a motivação intrínseca revelada por alguns alunos.

A15: *“Para aprender é necessário disciplina, capacidade de trabalhar, para objetivos a longo prazo e dedicação, não deixando se preocupar com coisas que desperdicem o seu tempo. Como tv, computador, facebook. Se quisermos uma profissão bem remunerada, então, temos que estudar, também é necessário ser dedicado a isso se quisermos ser bem sucedidos.”*

A18: *“...não vou desistir, é com os erros que vamos aprender, para o próximo semestre irei me dedicar até mesmo antes do início, pois cometi erros bobos, e não quero que isso ocorra de novo.”*

A10: *“Nesse semestre havia uma cadeira chamada de Introdução ao Pensamento Físico. No começo lá pelas três primeiras aulas eu estava decepcionada porque não estava aprendendo a pensar fisicamente, mas quando comecei a aprender a pensar, eu comecei a gostar das aulas.”*

Na narrativa do A10, assim como na de A18 e A15, percebe-se que o próprio aprendizado foi uma motivação para seguir em frente. A motivação revela-se como um aspecto essencial para o aluno autorregulado.

Conforme explica Silva et al. (2004) a autorregulação é um construto multidimensional. Para Zimmerman (1986), a ARA faz referência aos diferentes níveis em que os indivíduos atuam, nas dimensões metacognitivas, motivacional e comportamental, sobre os seus próprios processos de aprendizagem. Esses diferentes níveis de autorregulação foram explicitados nos resultados, alguns alunos atingiram alguns níveis no seu processo de autorregulação da aprendizagem.

O instrumento 5 revelou que a intervenção contemplou o objetivo específico, que objetivava levar os alunos a utilizarem estratégias autorregulatórias que promovessem consciência sobre as características de seus próprios processos de aprendizagem, e o conseqüentemente despertou nos alunos dimensões metacognitivas, motivacionais e comportamentais.

A análise do instrumento 5, também mostrou que os efeitos do uso, nas aulas, do projeto “cartas do Gervásio ao seu umbigo” não foram os mesmos para

os alunos calouros e veteranos. Os primeiros identificaram-se com a personagem das cartas, justamente por se tratar de um estudante calouro, que discute seus problemas na vida universitária, e avaliaram que a leitura e as atividades propostas pelas cartas como sendo positiva. Para os alunos veteranos, as cartas não tiveram o mesmo efeito, pois esses já passaram pelo processo de adaptação na universidade.

Os trechos das narrativas dos alunos calouros, exemplificam, esses resultados:

A1 escreve referindo-se ao personagem Gervásio: *“[...]Queria ter você até o dia que eu irei pegar o diploma para me contar e ajudar em todo o resto. Sentirei tua falta Gervásio, e tenha certeza que fostes muito importante.”*

A2 inicia sua narrativa com o seguinte trecho: *“Olá, Gervásio. Li tuas cartas, e me identifiquei muito, principalmente sobre estar perdido na Universidade, e não saber de fato se o que estamos aprendendo, fica profundamente ou só na superfície. Assim como tu, estudava de uma maneira no ensino médio, e esta já não tem resultados agora, ainda não encontrei a maneira correta de estudar, aquela que de fato se encaixe para mim.”*

Já o trecho das narrativas dos alunos veteranos, revelam:

A12 ao avaliar a disciplina de IPF em sua narrativa comenta que: *“[...] em uma aula sobre os passos de como estudar, minhas escolhas estavam no caminho certo mas serviu para os novatos da turma que ainda não tem uma rotina de estudos”*

Por fim, pode-se pensar que os alunos parecem ter desenvolvido dimensões da autorregulação da aprendizagem, essas dimensões (metacognitiva, motivacional, e comportamental) foram desencadeados pela proposta da atividade de escrever uma narrativa contanto como vai o seu próprio estudo. Entretanto não há dados que ajudam a corroborar que essas dimensões estavam presentes em todas as atividades propostas pelas aulas, ou que essas se desenvolveram por causa da intervenção.

Os resultados das aulas (descritos na seção 3.2.1) mostraram que as estratégias da autorregulação trabalhadas ao longo da intervenção fizeram com que os alunos planejassem, executassem e avaliassem suas atividades,

estabelecessem metas e objetivos para a aprendizagem, e melhorassem sua gestão de tempo e controle das tarefas. O uso do projeto “Cartas do Gervásio ao seu Umbigo” pareceu colaborar para esses avanços nas atividades realizadas pelos alunos.

4.1.3 Autorregulação da Aprendizagem e o desenvolvimento dos conceitos científicos: Análises dos processos no percurso da intervenção

Essa seção tem a pretensão de responder ao seguinte questionamento: Os processos da Autorregulação da Aprendizagem e de desenvolvimento dos conceitos científicos estão relacionados? Na literatura pesquisas que relacionem explicitamente o uso de estratégias da autorregulação da aprendizagem e a construção dos conceitos científicos de Física, ainda não foram encontradas.

O caminho que se escolheu para responder a essa questão foi buscar entender se os alunos que mais desenvolveram os conceitos científicos de Mecânica foram aqueles que apresentaram mais evidências de autorregular sua aprendizagem. Considerando este fato, a análise foi feita utilizando os resultados dos alunos que responderam aos instrumentos 1 (avaliação inicial), instrumento 3 (roteiro com estratégias para resolução de problemas), instrumento 4 (avaliação final) e o instrumento 5 (narrativa dos alunos para responder a questão: como vai o seu estudo?). Ao total são 13 alunos que participaram desses instrumentos.

A discussão será feita a partir da interpretação e categorização das respostas fornecidas pelos alunos para cada instrumento conforme mostra a tabela 11. Essas categorias foram discutidas na seção 3.1.1 e na seção 3.1.2.

Tabela 11: Sistematização da análise das respostas dos alunos que participaram dos instrumentos 1,3,4 e 5.

Desenvolvimento dos conceitos científicos			Uso das Estratégias autorregulatórias para a resolução de problemas	Desenvolvimento das dimensões relativas à Autorregulação da aprendizagem
Aluno	Início	Final	-----	Dimensões metacognitivas, motivacionais e comportamentais.
Aluno 1	Pré-Cinemática-Galileana	Pré-Cinemática-Galileana	Não utiliza e não resolve conforme a solução Galileana	Metacognitiva e comportamental
Aluno 2	Mecânica Perceptual	Mecânica Intermediária	Utiliza as e resolve conforme a solução Galileana	Metacognitiva e motivacional
Aluno 3	Mecânica Perceptual	Cinemática Galileana	Utiliza as e resolve conforme a solução Galileana	Metacognitiva, motivacional e comportamental
Aluno 5	Mecânica Perceptual	Pré-Cinemática-Galileana	Utiliza as e resolve conforme a solução Galileana	Comportamental
Aluno 8	Mecânica Inicial	Cinemática Galileana	Não utiliza e não resolve conforme a solução Galileana	Comportamental
Aluno 9	Mecânica Perceptual	Pré-Cinemática-Galileana	Utiliza as e resolve conforme a solução Galileana	Metacognitiva
Aluno 10	Mecânica Perceptual	Pré-Cinemática-Galileana	Utiliza as e resolve conforme a solução Galileana	Metacognitiva e comportamental
Aluno 11	Pré-Cinemática-Galileana	Pré-Cinemática-Galileana	Utiliza as e não resolve conforme a solução Galileana	Metacognitiva Comportamental
Aluno 12	Mecânica Intermediária	Pré-Cinemática-Galileana	Não utiliza e não resolve conforme a solução Galileana	Metacognitiva
Aluno 15	Cinemática Galileana	Pré-Cinemática Galileana	Não utiliza e não resolve conforme a solução Galileana	Metacognitiva e motivacional

Aluno 17	Mecânica inicial	Mecânica Inicial	Não utiliza e resolve conforme a solução Galileana	Metacognitiva
Aluno 18	Mecânica Perceptual	Mecânica Perceptual	Não utiliza e não resolve conforme a solução Galileana	Metacognitiva, motivacional e comportamental.
Aluno 19	Pré-Cinemática Galileana	Pré-Cinemática Galileana	Utiliza as e não resolve conforme a solução Galileana	Metacognitiva

Dos 13 alunos analisados na tabela 11, 7 mostraram avanços no desenvolvimento dos conceitos científicos ao longo da intervenção: A2, A3, A5, A8, A9, A10 e A12.

Desses alunos somente A3 apresenta todas as dimensões da ARA (Metacognitiva, motivacional e comportamental). Esse aluno desenvolveu todos os aspectos esperados ao longo do percurso da intervenção, isto é, desenvolveu conceitos da Cinemática Galileana, utilizou estratégias da autorregulação da aprendizagem na avaliação do seu próprio processo de aprendizagem, apresentando as três dimensões, metacognitiva, motivacional e comportamental.

Dos 7 alunos que apresentaram avanços no desenvolvimento dos conceitos científicos, 5 utilizaram as estratégias de resolução de problemas e conseguiram resolver a situação-problema conforme a Cinemática-Galileana (atividade proposta pelo instrumento 3). Pode-se pensar que o uso de estratégias metacognitivas, como as de resolução de problemas, ajudam no desenvolvimento dos conceitos científicos. Porém, a intervenção realizada não investigou mais indícios que possam fortalecer a tentativa de relacionar o uso de estratégias metacognitivas com o desenvolvimento dos conceitos científicos de Mecânica.

A literatura mostra, que os alunos podem melhorar suas habilidades para aprender através do uso seletivo de estratégias metacognitivas e motivacionais (ZIMMERMAN, 2001).

Conforme argumenta Veiga Simão (2004) para ensinar os alunos a utilizarem estratégias, sejam elas metacognitivas ou não, é necessário que o

professor também saiba desenvolver, estrategicamente, os conteúdos curriculares. Isso leva a crer que se ocorrer um maior investimento no uso de estratégias da autorregulação da aprendizagem, sejam elas metacognitivas ou motivacionais, relacionadas aos conceitos de Mecânica poderá ajudar os alunos a desenvolver sua aprendizagem.

Zimmerman (1986) mostrou que os estudantes que mais utilizam estratégias são aqueles que mais autorregulam sua aprendizagem. Portanto ajudar o aluno a desenvolver estratégias da autorregulação da aprendizagem implica em ajudá-lo a desenvolver seu próprio processo de aprendizagem.

Destaca-se também, que a dimensão metacognitiva foi a mais apresentada pelos alunos, aqui analisados. Para Zimmerman (2001) essa dimensão é parte essencial no processo de ARA. O conhecimento sobre o conhecimento, proporciona aos alunos perceber o que já sabem, como sabem e que metas precisam estabelecer para chegarem a atingir resultados favoráveis para aprender. Entretanto, não parece ser possível afirmar que a maioria dos alunos que apresentaram a dimensão metacognitiva estabeleceram uma tomada de consciência do seu processo de desenvolvimento dos conceitos científicos de Mecânica.

Em suma, os dados provenientes da investigação realizada não permitem concluir que há uma relação direta entre os processos da ARA e o desenvolvimento dos conceitos científicos. Futuros avanços em novas intervenções pedagógicas poderão, quem sabe, investir nessa questão.

4.2 Avaliação da intervenção propriamente dita

Pretende-se, nesta seção, avaliar alguns aspectos da intervenção pedagógica, realizada na disciplina de Introdução ao Pensamento Físico, refletindo sobre o que poderia ter sido diferente em sua realização.

O primeiro ponto a ser analisado em relação à intervenção é sua duração; como nem todos os alunos chegaram ao desenvolvimento conceitual

almejado, pergunta-se se o tempo de duração da intervenção não foi demasiadamente curto. Como cada estudante tem um nível de desenvolvimento diferente, é possível que os que não chegaram ao nível da Cinemática Galileana necessitassem de mais tempo de trabalho com os conceitos e com as estratégias autorregulatórias para poder apresentar maiores avanços.

Devido aos resultados alcançados na intervenção proposta percebeu-se que o tempo de duração da disciplina é fundamental, e a partir disso conseguiu-se um avanço na carga horária da IPF que passou de 2h/semanais para 4h/semanais. Essa mudança entrou em vigor no currículo do curso em 2014. Portanto, o aumento da carga horária é um fator favorável para novas intervenções pedagógicas que possam vir a ser realizadas na disciplina.

Investigar os conhecimentos dos alunos acerca dos conceitos de Mecânica foi uma prática favorável na presente intervenção. O instrumento 1, a aula 1, e o instrumento 4 foram favoráveis para essa finalidade. De qualquer forma analisa-se que teria sido útil acompanhar o desenvolvimento dos conceitos durante a intervenção, coletando informações mais acuradas para guiar o planejamento das aulas.

Diferentemente do instrumento 2 (entrevista), que complementou o 1 (avaliação inicial dos conceitos dos alunos), não foi realizada uma entrevista para complementar o instrumento 4, o que talvez possa ter prejudicado a análise das mudanças conceituais dos alunos, pois não se contou com as explicações complementares, fornecidas na entrevista.

O instrumento 4 era composto por duas situações-problema. Na primeira, houve um aumento, em relação ao instrumento 1, no número dos alunos que responderam de acordo com a cinemática Galileana. A situação-problema 2, abordava os mesmos conceitos porém exigia um nível maior de abstração. O número de alunos que responderam a questão de acordo com a cinemática Galileana foi menor do que o número de alunos que respondeu no nível Mecânica Inicial. Frente a esse resultado, avalia-se que a segunda situação-problema (macaco que será atingido por uma bola de tinta) do instrumento 4 poderia ser melhor elaborada, de forma que a interpretação do problema ficasse mais clara e também tivesse o mesmo grau de dificuldade da primeira.

O instrumento 3, roteiro com passos de resolução de problemas, mostrou que a maioria dos estudantes que utilizou as estratégias conseguiu resolver o problema proposto pelo Vídeo “Inércia dos corpos”. Porém, somente esse instrumento não foi capaz de mostrar se o uso de estratégias metacognitivas de resolução de problemas ajuda os alunos a resolver os problemas de Mecânica, de forma a tomar consciência dos conceitos envolvidos. Seria necessária utilizar mais atividades realizadas pelos alunos para aprofundar essa investigação.

A intervenção proporcionou diversas aulas com o foco na resolução estratégica, consciente e sistemática de problemas, visando à construção dos conceitos de Mecânica. Entretanto, em vista dos resultados obtidos, pode-se pensar que talvez tivesse sido proveitoso propiciar mais atividades de resolução de problemas de Física, durante a intervenção. Acredita-se ser importante investir mais nessa metodologia de resolução de problemas, pois, como já comentado, todo conceito físico foi elaborado através da solução de algum problema historicamente construído, fato que talvez não fosse conscientizado pelos alunos.

O instrumento 5 foi eficaz para avaliar como o aluno apropriou-se do seu processo de aprendizagem ao final da intervenção. Por meio desse instrumento foi possível investigar se os alunos apresentavam processos da autorregulação da aprendizagem.

Seria interessante, no entanto, ter realizado alguma avaliação no início da disciplina para investigar esses processos da autorregulação, assim como os hábitos de estudos e a percepção do aluno pelo seu próprio processo de aprendizagem. Isso traria mais elementos para avaliar as mudanças experimentadas pelos alunos.

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo inicial deste trabalho de pesquisa foi planejar, implementar e avaliar se uma intervenção pedagógica, com foco no ensino de Mecânica, ajudaria os alunos do CLF da UFPel a desenvolverem esses conceitos, que são fundamentais para o processo de aprendizagem durante todo o curso.

O cerne da Mecânica é o conceito de composição de movimentos. Nessa perspectiva, outros conceitos como referencial e velocidade são necessários para o desenvolvimento do aluno no curso, visto que esses são conceitos basilares para a aprendizagem de conceitos científicos mais complexos dentro do campo da Física.

A metodologia para um bom ensino, que supera os obstáculos da aprendizagem, deve potencializar o desenvolvimento dos conceitos científicos dos alunos e, também, promover a autonomia do estudante no uso consciente e voluntário dos conceitos. Todo esse processo pretende levar a retroação dos conceitos científicos sobre os conceitos espontâneos e vice-versa, ampliando o nível de articulação e de consciência dos estudantes sobre os dois tipos de conceitos. Em resumo, a metodologia de ensino precisa estar submetida em um processo amplo de tomada de consciência, pelo aluno, do seu próprio processo de aprendizagem e construção conceitual.

De acordo com Vygotsky (2009), para que o aluno, ao aprender, adquira graus crescentes no seu desenvolvimento é necessário que no seu processo de aprendizagem os conceitos científicos mais complexos tenham como base

conceitos científicos mais elementares. Se o aluno não constrói o conceito de referencial, por exemplo, ao longo do curso de Física o mesmo irá enfrentar obstáculos cada vez maiores, o que muitas vezes faz com o aluno tenha reprovações e que o mesmo desista do curso por sentir-se incapaz.

Conforme, já comentado, a Mecânica, pode ser considerada um grande obstáculo de um curso introdutório de Física. Para um curso que busca a compreensão dos conceitos, somente apresentar as equações da cinemática não é o que há de mais adequado para promover a aprendizagem. Embora um olhar experiente não as encare como tal, eis como as equações parecem ao aluno que as vê pela primeira vez:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a t^2$$

“Se o objetivo for diminuir o tamanho da turma, apresente-as logo no primeiro dia de aula e anuncie que, pelo próximo par de meses, os esforços da classe consistirão em dar sentido a essas equações.” (Hewitt, 2008, p. 2)

Os resultados desta pesquisa trazem algumas indicações de que a intervenção pedagógica realizada, baseada no construto da autorregulação da aprendizagem e da teoria histórico-cultural da atividade pode ser um instrumento importante para a reformulação das disciplinas iniciais dos cursos de Física, visto que muitas dessas disciplinas voltam-se à mera transmissão de conhecimentos, sem ter a preocupação de se embasarem pressupostos pedagógicos que possam maximizar as aprendizagens.

A autorregulação da aprendizagem e a aprendizagem dos conceitos científicos de Mecânica, em rede, não podem ser desenvolvidas de forma imediata. São processos complexos que demandam tempo e esforço por parte dos docentes e dos aprendizes. A intervenção pedagógica realizada na disciplina de Introdução ao Pensamento Físico parece poder desenvolver avanços na aprendizagem dos alunos, mas esses avanços não aconteceram de maneira uniforme. Isto é, em termos de domínio de conhecimento relativos aos conceitos de Mecânica houve diferenças nos processos de aprendizagem. Essas

diferenças foram, provavelmente, devidas ao tempo individual necessário para internalização dos conceitos.

Espera-se que esta pesquisa seja apenas o começo para o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas que objetivem a aprendizagem dos conceitos de Física. Neste sentido, será fundamental repensar a formação e as práticas desenvolvidas no curso de Licenciatura em Física, de forma que possam trabalhar com estratégias autorregulatórias e promover a aprendizagem de conceitos científicos.

De modo geral, foi possível perceber que a intervenção realizada pode revelar avanços na aprendizagem dos alunos e, atingir resultados bem mais favoráveis à medida que novas práticas forem implementadas na disciplina de IPF, assim como em outras disciplinas do CLF. Acredita-se que, conforme outros professores percebam a necessidade de utilizar novas propostas pedagógicas, em seus contextos de sala de aula, mais dados podem ser obtidos corroborando e avançando com os resultados revelados nessa pesquisa.

Referências

- ALVES, Clarice Vaz Peres. **A escrita no contexto acadêmico: Uma abordagem a partir das ideias de L.S. Vygotsky**. 232f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2013.
- ALTAÍDE, Jair Stefanini Pereira de; LIMA Lourivaldo Mota; ALVES, Edvaldo de Oliveira. A Evasão Escolar e a Repetência no Curso de Licenciatura em Física: Um Estudo de Caso. **XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física (XVII SNEF)**. São Luiz, MA, 29 jan. a 02 fev. 2007.
- AVILA, Luciana Toaldo Gentilini; FRISON, Lourdes Maria Bragagnolo. Educação física na educação infantil: estratégias para promover a aprendizagem autorregulada. **Revista de Educação PUC-Campinas**, v. 17, n. 2, 2012.
- AYALA FILHO, Álvaro Leonardi. O entendimento das concepções espontâneas em mecânica na perspectiva da teoria histórico-cultural de vygotsky. **XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Maresias – 2014**.
- BANDURA, A. Social cognitive theory: An agentic perpective. **American Review of Psychology**. 2001. V52, pp 1-26.
- BANDURA, A. Social Cognitve theory of self-regulation. **Organizational behavoiour and Human Performace**. 1991. n50. pp248-287.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1979. 229 p
- BILHALBA, Larissa Pires; AYALA FILHO, Álvaro Leonardi. Uma análise do entendimento dos conceitos de cinemática galileana por alunos da disciplina física geral I no referencial da teoria sócio-histórica de Vygotsky. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 21º. **Anais do CIC 2012**. Pelotas, 2012.
- BOEKAERTS, M. Self- regulated learning at the junction of Cognition and Motivation. **European Psychologist**, v.1, n.2, 1996, p.100-112.
- BORUCHOVITCH, Evely. **A motivação do aluno: contribuição da psicologia contemporânea**. Petrópolis: Vozes, 2001.
- BRUNER, Jerome S. The role of tutoring in problem solving*. **Journal of child psychology and psychiatry**, v. 17, n. 2, p. 89-100, 1976
- CHIZZOTTI, A. Pesquisa em ciências humanas e sociais: evolução e desafios. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 16, n.2, Universidade de Minho: Braga, 2003.
- CORNO, L. Os componentes de controle metacognitivo da aprendizagem autorregulada. **Contemporary Educational Psychology**, v11, 1986, p. 333-346.
- DA ROSA, CLECI WERNER; DA ROSA, ÁLVARO BECKER. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais.

Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação. [online] 2012, vol 2, n58. P.1-24.

DAMIANI, Magda Floriana et al. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas: Faculdade de Educação, v45. p. 57-67, 2014.

DAMIANI, Magda Floriana. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Educar em Revista** [da] Universidade Federal do Paraná, Curitiba. v.31, p. 213-230, 2008.

DAVIDOV, Vasili; SHUARE, Marta. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico: investigación psicológica teórica experimental.** 1988.

ENGESTRÖM, Y. **Learning by Expanding**, Helsinki, Orienta- Konsultit Ou.1987

FLAVELL, John H. The development of children's knowledge about the mind: From cognitive connections to mental representations. **Developing theories of mind**, p. 244-267, 1988

FREITAS, M.T. Discutindo sentidos das palavras intervenção na pesquisa de abordagem histórico cultural. In. FREITAS, M.T.; RAMOS, B.S. (Org.). Fazer pesquisa na abordagem histórico-cultural: metodologia em construção. Juiz de Fora: Ed. UFJF, 2010.

FRISON, Lourdes Maria Bragagnolo. Auto-regulação da aprendizagem. **Ciência e conhecimento** – revista eletrônica da Ulbra São Jerônimo – vol. 02, 2007, p. 114

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual.** Porto Alegre: Bookman. 9ª Ed. 2008

KOYRÉ, Alexandre. Estudos Galilaicos. 1.ed. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1986. 426p.

LIBÂNEO, José Carlos. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov. Rev. Bras. Educ. [online]. 2004, n.27, pp. 5-24.

LOPES DA SILVA, A. Auto-regulação da aprendizagem: a demarcação de um campo de estudo e de intervenção. In. DA SILVA, A; DUARTE, A.; SÁ, I.; VEIGA SIMÃO, A. **Aprendizagem auto-regulada pelo estudante: perspectivas psicológicas e educacionais.** Porto Editora, 2004. p. 17-39.

LOPES DA SILVA, A.; VEIGA SIMÃO, A., SÁ, I. Autorregulação da Aprendizagem: Estudos Teóricos e Empíricos. Intermeio: Revista do Mestrado em Educação da Universidade de Mato Grosso, v.10, n.19, 2004, p.59-74.

LORDELO, Lia da Rocha; TENÓRIO, Robinson Moreira. A consciência na obra de L.S. Vigotski: análise do conceito e implicações para a Psicologia e a Educação. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo. Volume 14, Número 1, Janeiro/Junho de 2010: 79-86.

LÜDKE, Menga; ANDRÊ, Marli E.D.A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo : EPU. 1986.

MARCONDES, Martha Aparecida Santana (org). **Estudo sobre a reprovação e retenção nos Cursos de Graduação** - 2009. Londrina : UEL, 2011. 163 p.: il.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. Hucitec-abrasco. São Paulo. 5ªed. 1998.

MONEREO, C.; CASTELLÓ, M., CLARIANA, M.; e PÉREZ, M.L. **estratégias de enseñanza y aprendizaje. Formación del professorad y aplicación en la escuela**. Barcelona, colección El Lápiz, Grão Editorial, 1995.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999

OLIVEIRA, M.B.; OLIVEIRA M.K. (Org.). **Investigações cognitivas: conceitos, linguagem e cultura**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. **Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento: Um processo sócio-histórico**. 5.ed. São Paulo: Scipione, 2010. 112p.

PINO, A. **As marcas do humano: às origens da constituição cultural da criança na perspectiva de Lev. S. Vigotski**. São Paulo: Cortez, 2005.

PINTRICH, P. Continuities and discontinuities: Future directions for research in Educational Psychologist. **Educational Psychologist**, 1994. V.29, 137-148.

PINTRICH, P. The role of goal orientation in self-regulated learning. In: BOEKAERTS, M.; PINTRICH, P. R.; ZEIDNER, M. (Eds.). **Handbook of self-regulation**. San Diego: Academic Press, 2000. Cap. 14, p. 451-501.

POLYDORO, S. A. J.; AZZI, R. G. Autorregulação da aprendizagem na perspectiva da teoria sociocognitiva: introduzindo modelos de investigação e intervenção. **Psicologia da Educação**, v.29, p. 75-94, 2009.

PRESTES, Z.R. **Quando não é quase a mesma coisa: análise de traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil – repercussões no campo educacional**. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Brasília, Brasília. 2010

QUIVY, Raymond; Campenhoudt, Luc Van. **Manual de investigação em ciências sociais**. 6 ed. Lisboa: Gradiva, 2013.

REGO, T.C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 11.ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; WALKER, T. Física I (Mecânica). 5ª Edição. **Livros Técnicos e Científicos Ltda. PARANÁ Campus Paranaguá**.

REZENDE, Alexandre and VALDES, Hiram. Galperin: implicações educacionais da teoria de formação das ações mentais por estágios. *Educ. Soc.* [online]. 2006, vol.27, n.97, p. 1205-1232

ROSÁRIO, P.; NÚÑEZ, J. C.; GONZÁLEZ-PIENDA, J. **Cartas do Gervásio ao seu Umbigo: Comprometer-se com o Estudar na Educação Superior**. São Paulo: Almedina Editores, 2012.

ROSÁRIO, P.; VEIGA- SIMÃO, A.; CHALETA, E.; GRÁCIO, L. Auto-regular o aprender que espregueita nas salas de aula. In. ABRAHÃO, M. (org). **Professores e alunos: aprendizagens significativas em comunidades de prática educativa**. Porto Alegre: PUCRS, 2008, p. 115-132,

SALGADO, F. F. **Autorregulação da aprendizagem: intervenção com alunos ingressantes do ensino superior**.163f. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas. 2013.

SAMPAIO, Rita Karina Nobre; POLYDORO, Soely Aparecida Jorge; ROSÁRIO, Pedro Sales Luís de Fonseca. Autorregulação da aprendizagem ea procrastinação acadêmica em estudantes universitários. **Cadernos de Educação**, n. 42, 2013.

SFORNI, Marta Sueli De Faria. **Aprendizagem Conceitual E Organização Do Ensino: Contribuições Da Teoria Da Atividade**. Araraquara: JM editora, 2004.

Silva, A.; Duarte, A.; Sá, I. e Simão, A. **Aprendizagem autorregulada pelo estudante: perspectivas psicológicas e educacionais**. Porto: Porto Editora. 2004.

TOASSA, Gisele. Conceito de consciência em Vigotski. **Psicologia USP**, v. 17, n. 2, p. 59-83, 2006.

VEIGA SIMÃO, A.M. **Formação de professores de língua estrangeira: Reflexões, estudos e experiências**. Portugal: Editora Porto, 2006.

VEIGA SIMÃO, A. M. **Aprendizagem estratégica: uma aposta na autorregulação**. Lisboa: Ministério da educação, 2002, p.21-98.

VEIGA SIMÃO, A. O conhecimento estratégico e a auto-regulação da aprendizagem: implicações em contexto escolar. In. DA SILVA, A; DUARTE, A.; SÁ, I.; VEIGA SIMÃO, A. **Aprendizagem auto-regulada pelo estudante: perspectivas psicológicas e educacionais**. Porto Editora, 2004, p. 77-94.

VEIGA SIMÃO, A.; DUARTE, F.; FERREIRA, P. Aprender estratégias autorregulatórias a partir do currículo. IN. VEIGA SIMÃO, A.; FRISON, L.; ABRAHÃO, M. **Autorregulação da aprendizagem e narrativas autobiográficas: epistemologia e prática**. Natal: EDUFRN; Porto Alegre: EDIPUCRS; Salvador: EDUNEB, 2012. p.21-52.

VYGOTSKI, L.S. **Obras escogidas: método de investigación**. Madrid: Visor Distribuciones, 1995a. Tomo III.

VYGOTSKI, L.S. **Obras escogidas: génesis de las funciones psíquicas superiores**. Madrid: Visor Distribuciones, 1995b. Tomo III.

VYGOTSKI, L.S. **Obras escogidas: Metodología de investigación en reflexología y psicología**. Madrid: Visor Distribuciones, 1997. Tomo I.

VYGOTSKI, L.S. **Obras escogidas: Pensamiento y language**. Madrid: Visor Distribuciones, 1982. Tomo II.

VYGOTSKY, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

VYGOTSKY, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente**. São Paulo, Martins fontes, 1984.

VYGOTSKY, L.S. **Mind and Society**. Harvard University Press. 1930.

VYGOTSKY, L.S. **Mind in society: The development of higher Psychology processes**. Ed. M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, and E. Souberman. Cambridge, Mass: Havard University Press, 1978.

WERTSCH, J. V. **Vygotsky and the social formation of mind**. Cambridge, Massachusetts and London, England: Harvard University Press, 1985.

ZIMMERMAN, B. Developing self-fulfilling cycles of academic regulation: na analysis of exemplary instructional models. In. SCHUNK, D.; ZIMMERMAN, B. **Self-regulated learning: from teaching to self-reflective practice**. New York: The Guilford Press, 1998. p.1-19.

ZIMMERMAN, B. J. Attaining self-regulation: a social-cognitive perspective. In: BOEKAERTS, M.; PINTRICH, P.; ZEIDNER, M. (Eds.) **Self-regulation: Theory, research, and applications**. Orlando: FL7 Academic Press, 2000. p. 13-39.

ZIMMERMAN, B. J. **Becoming a self-regulated learner: an overview**. Theory into Praticce, v.41, n. 2, p. 64 – 70, 2002.

ZIMMERMAN, B. J. Development of self-regulated learning: which are the key subprocesses. **Contemporary Educational Psychology**, v. 11, n. 4, p. 307 – 313, 1986.

ZIMMERMAN, B. J. Investigation self-regulation an motivation: historical background, methodological developments, and future prospects. **American Educational Research Journal**, v. 45, n. 1, p. 166-183, 2008.

ZIMMERMAN, B. Theories of Self-Regulated Learning and Academic Achievement: An Overview and analysis. In. ZIMMERMAN, B; SCHUNK, D. **Self-regulated learning and academic achievement**. New jersey: Lawrence Erlbaum associates, 2001, p.1-37.

ZIMMERMAN, B.; PONS, M. Development of a Structured Interview for Assessing Student Use of Self-Regulated Learning Strategies. **American Educational Research Journal**, v.23, n.4, 1986, p.614-628.

ZIMMERMAN, B; SCHUNK, D. **Self-regulated learning and academic achievement**. New jersey: Lawrence Erlbaum associates, 2001.

Apêndices

Apêndice A

Tabela esquemática com a classificação das respostas dos alunos referente ao desenvolvimento inicial (Instrumento 1) e final (Instrumento 4) dos conceitos científicos de Mecânica. Relembrando a classificação das respostas para os instrumentos 1 e 4: **Nível 1**- Não articulação de conceitos **Nível 2**- Articulação de conceitos com contradição **Nível 3** - Articulação de conceitos com a composição de movimentos. A partir da interpretação das respostas das situações-problemas do instrumento 1 e do instrumento 4 foi possível categorizar os alunos em relação ao desenvolvimento dos conceitos científicos conforme: **Mecânica Perceptual, Mecânica Inicial, Mecânica Intermediária, Pré-Cinemática-Galileana e Cinemática Galileana.**

Aluno	Instrumento 1 Avaliação inicial: Avaliar os conhecimentos prévios acerca dos conceitos de Mecânica	Desenvolvimento dos Conceitos científicos no Início da intervenção	Instrumento 4 Avaliação final - avaliar os conceitos científicos acerca dos conceitos de Mecânica	Desenvolvimento dos Conceitos científicos no Final da intervenção
1	Questão 1 Nível 3 Questão 2 Nível 2	Pré-Cinemática-Galileana	Questão 1 Nível 2 Questão 2 Nível 3	Pré-Cinemática-Galileana
2	Questão 1 Nível 1 Questão 2 Nível 1	Mecânica Perceptual	Questão 1 Nível 2 Questão 2 Nível 2	Mecânica Intermediária
3	Questão 1 Nível 1 Questão 2 Nível 1	Mecânica Perceptual	Questão 1 Nível 3 Questão 2 Nível 3	Cinemática-Galileana
4	Questão 1 Nível 3 Questão 2 Nível 3	Cinemática-Galileana	Questão 1 Nível 3 Questão 2 Nível 2	Pré-Cinemática-Galileana
5	Questão 1 Nível 1 Questão 2 Nível 1	Mecânica Perceptual	Questão 1 Nível 3 Questão 2 Nível 2	Pré-Cinemática-Galileana
7	Questão 1 Nível 2 Questão 2 Nível 3	Pré-Cinemática-Galileana	Questão 1 Nível 3 Questão 2 Nível 2	Pré-Cinemática-Galileana

8	Questão 1 Nível 1 Questão2 Nível 2	Mecânica Inicial	Questão 1 Nível 3 Questão2 Nível 3	Cinemática- Galileana
9	Questão 1 Nível 1 Questão2 Nível 1	Mecânica Perceptual	Questão 1 Nível 3 Questão2 Nível 2	Pré-Cinemática- Galileana
10	Questão 1 Nível 1 Questão2 Nível 1	Mecânica Perceptual	Questão 1 Nível 2 Questão2 Nível 3	Pré-Cinemática- Galileana
11	Questão 1 Nível 3 Questão2 Nível 2	Pré-Cinemática- Galileana	Questão 1 Nível 3 Questão2 Nível 2	Pré-Cinemática- Galileana
12	Questão 1 Nível 2 Questão2 Nível 2	Mecânica Intermediária	Questão 1 Nível 3 Questão2 Nível 2	Pré-Cinemática- Galileana
13	Questão 1 Nível 1 Questão 2 Nível 1	Mecânica Perceptual	Questão 1 Nível 1 Questão 2 Nível 1	Mecânica Perceptual
14	Questão 1 Nível 1 Questão2 Nível 1	Mecânica Perceptual	Questão 1 Nível 3 Questão2 Nível 3	Cinemática- Galileana
15	Questão 1 Nível 3 Questão2 Nível 3	Cinemática- Galileana	Questão 1 Nível 3 Questão2 Nível 2	Pré-Cinemática- Galileana
16	Questão 1 Nível 2 Questão2 Nível 3	Pré-Cinemática- Galileana	Questão 1 Nível 3 Questão2 Nível 2	Pré-Cinemática- Galileana
17	Questão 1 Nível 2 Questão2 Nível 1	Mecânica Inicial	Questão 1 Nível 2 Questão2 Nível 1	Mecânica Inicial
18	Questão 1 Nível 1 Questão2 Nível 1	Mecânica Perceptual	Questão 1 Nível 1 Questão2 Nível 1	Mecânica Perceptual
19	Questão 1 Nível 2 Questão2 Nível 3	Pré-Cinemática- Galileana	Questão 1 Nível 3 Questão2 Nível 2	Pré-Cinemática- Galileana

Apêndice B

Tabela esquemática com os resultados do instrumento 3, que foram avaliados conforme as seguintes categorias de análise:

A. Roteiros nos quais os alunos utilizaram as estratégias da autorregulação da aprendizagem e resolveram a situação-problema

B. Roteiros nos quais os alunos utilizaram as estratégias da autorregulação da aprendizagem, mas não resolveram a situação-problema

C. Roteiros nos quais os alunos não utilizaram as estratégias da autorregulação da aprendizagem e não resolveram a situação-problema

D. Roteiros nos quais os alunos não utilizaram as estratégias da autorregulação da aprendizagem e resolveram a situação-problema

Aluno	Análise dos roteiros	Categoria
1	<ul style="list-style-type: none"> - Não focou na ideia principal do Vídeo - Não identificou os passos de resolução de problemas - Atenção nas questões políticas da época que aparecem no vídeo - Cita que a força gravitacional e a inércia eram um problema da época 	C
2	<ul style="list-style-type: none"> - Usa os passos de resolução de problemas - Identifica a hipótese correta - Identifica o problema: "Porque os objetos não "voam" da terra? Porque quando jogamos um objeto ele cai reto e não longe?" - Hipótese: Movimento da terra, em torno do Sol - No terceiro passo: existência de uma força que puxa os objetos para baixo. Equivalência dos estados iniciais de Inércia (exemplifica com o mastro e o barco) - No 4º passo menciona que t as respostas foram comprovadas e melhoradas ao longo dos anos 	A
3	<ul style="list-style-type: none"> - Usa os passos de resolução de problemas - hipótese correta - Identifica o problema: "Porque as coisas caem verticalmente, e não vão para fora da terra?" - princípio da inércia, mas não se vale da composição de movimentos como é mostrado no vídeo pois utiliza a ideia de força - Solução achada por Galileu pelo princípio da Inércia 	A

	- 4º passo fala do conceito atual de força gravitacional	
5	-Identifica o problema -Composição de movimentos - “Não havendo alteração visual no seu deslocamento” -Referencia sensorial	A
8	- Escreve a metodologia de resolução de problemas - Entrega em branco	B
9	- Segue a metodologia de resolução de problemas - não coloca em passos - Identifica o problema: “Como seria o movimento de queda de um objeto largado de uma torre?” - Duas hipóteses: Cairia sempre no mesmo lugar ou cairia em lugares não absolutos (composição de movimento) - escolhe a composição de movimento como a resposta correta - ilustra com desenhos	A
10	- Escreve a metodologia de resolução de problemas - Identifica o problema: “Porque os objetos não vão para fora da terra” - Inércia como Hipótese e resposta certa - no 4º passo comenta que as ideias de Galileu eram as mais plausíveis na época, mas que agora sabemos da existência da força gravitacional	A
11	- Segue a metodologia de resolução de problemas -Identifica o problema: “Se a terra gira porque que as coisas não caem e quando caem porque não é em linha reta?” - Identifica as hipóteses - Na escolha da resposta não se vale da composição de movimentos - Na avaliação da decisão fala da importância do referencial	B
12	-Não sistematiza a resolução de problemas - Identifica o problema: “Se a terra está girando, porque as coisas não voam? Porque elas permanecem no lugar?” - Hipóteses segundo Galileu e Aristóteles - Não escolhe a resposta	C
15	- Usa metodologia de resolução de problemas, seguindo os passos 1 e 2 - na identificação do problema acumulou ideias do vídeo, mas não as organizou de forma sistemática. - ideias não organizada	B
17	- Não usa a metodologia de resolução de problemas - Anuncia uma razão da primeira lei de Newton ou inércia Galileana - Identifica o problema - justifica como todos os corpos estão em movimento	D

18	<ul style="list-style-type: none">- Não usa a metodologia de resolução de problemas- Fala sobre quem foi Galileu	C
19	<ul style="list-style-type: none">- Identifica o problema- Não descreve as hipóteses- Usa empirismo como forma de legitimar as hipóteses do Galileu sem aprender essa hipótese.	B

Apêndice C

Tabela esquemática com os resultados da análise do Instrumento 5.

Aluno	Como o aluno avaliou sua aprendizagem?	Estratégias da Autorregulação da aprendizagem (ZIMMERMAN, 1986)	Fases do processo de Autorregulação da aprendizagem	Dimensões da Autorregulação da aprendizagem
1	<ul style="list-style-type: none"> -Identificação com o personagem -Estudar não é algo fácil -Dificuldades de organizar as tarefas -Objetivo do curso: Aprender -Entender, saber explicar, ser um aluno que deveríamos ser..algo difícil - Gostaria que o Gervásio acompanhasse até o dia do diploma 	Autoavaliação, organização e transformação e autoconsequências	Autorreflexão e controle volitivo.	Metacognitiva e comportamental
2	<ul style="list-style-type: none"> -Identificação com o personagem -Não saber estudar ----- Primeiro semestre foi de tentativas - Falta de autorregulação com os horários e saber se está ou não aprendendo -Falta de esforço -Outra expectativa da disciplina: Voltada a história da física -Aprendizados: Como funciona a universidade -Gostaria de ter aprendido a pensar fisicamente -Sugestão para a disciplina: Foco na evolução do pensamento físico 	Autoavaliação	Prévia e autorreflexão	Metacognitiva motivacional
3	<ul style="list-style-type: none"> - Relata o início da faculdade: chocante, muita matéria, maior exigência... - Depois das reprovações e da leitura das cartas (teve familiarização): seguindo os conselhos das cartas e de colegas teve melhor desempenho - Aulas de I.P.F ajudaram a entender o que é aprender - poderia estudar mais e desperdiçar menos o tempo com tarefas não importantes -precisa evoluir na autorregulação 	Autoavaliação, estabelecimento de metas e planejamento	Apresenta as três fases: prévia, controle volitivo e autorreflexão	Metacognitiva Motivacional Comportamental
4	<ul style="list-style-type: none"> -Nunca pensou em se preocupar..." como vai o seu estudo?" - responde que vai mal, está fora dos padrões comuns (não decora as listas para passar nas provas, ou pega os exercícios resolvidos da internet) - Por esse motivo tropeça mais que o normal - Para ele o seu estudo tem válido a pena. Cita como exemplo quando alguém pergunta algo difícil e ele sabe responder - "Professores tentam mudar minha cabeça por eu estar muito fora dos padrões" - se deparou com isso ao cursar a disciplina - Aprendeu a parar de pensar apenas de forma matemática e olhar o significado verdadeiro das coisas 	Autoavaliação, organização e transformação, autoconsequências	Prévia, controle volitivo, autorreflexão	Metacognitiva Motivacional Comportamental

	- Lado ruim foram as aulas não contínuas que começavam em uma aula e terminavam só em outra. Discussões que não eram necessárias.			
5	-Tempo de adaptação a nova cidade, novos colegas... - “Baque da primeira prova” -Depois de a maioria ir mal teve uma motivação para continuar estudando - cabeça aberta para saber que os professores, veteranos e colegas podem ajudar, não há verdades absolutas - A autorregulação pode ajudar mas também pode dar errado pois fazer toneladas de exercício é desgastante - “se seguir as minhas dicas eu deixo de ser um estudante regular para ser um bom estudante”	Autoconsequências	Não apresenta indicativos de nenhuma das fases	Comportamental
6	- ficou sem resposta ao perguntarem como ia seu estudo - os estudos estão ótimos, em uma cadeira nova do curso está aprendendo que é mais fácil decompor um movimento do que compô-lo - Em uma das aulas percebeu uma coisa que ao longo de muitos anos no curso não foi capaz de ver (talvez isso pela forma como foi ensinado no primeiro semestre) -Quando aprendeu a perceber a composição de movimentos, uma nova forma de pensar para responder algum problema de física surgiu e viu que a composição de movimentos pode ser usada para explicar tantos problemas de cinemática quanto de mecânica -Gervásio é o primeiro para quem ele realmente responde a pergunta - Os professores foram os responsáveis por acontecer essa mudança devido a tarefa de aula - não sabe se os colegas novatos perceberam o propósito da disciplina ou se ele deveria ter aprendido dessa forma quando entrou no curso em 2008	Autoavaliação	Autorreflexão	Metacognitivo
7	-Nova fase, longe dos pais, longe dos amigos e familiares, teve que aprender diversas coisas: lidar com as contas, problemas culinários, etc. -Em relação aos estudos foi fácil adaptar a nova vida porque sempre teve uma rotina rigorosa de estudos - porém o conteúdo universitário é mais difícil e teve algumas notas ruins - No começo não gostava de I.P.F pensava que as cartas não ajudariam na disciplina, na verdade ainda acha. - As cartas ajudaram a refletir fora da disciplina - Os exercícios práticos e os vídeos fizeram jus ao nome da disciplina -Aprendeu a pensar fisicamente antes de querer aplicar as formulas	Autoavaliação	Autorreflexão	Metacognitivo
8	- Difícil de assistir as aulas por causa do horário e da vontade de ficar em casa - estudo está bem e tranquilo pois aprendeu a se organizar melhor, organizar as tarefas e analisar os exercícios com mais atenção	Autoconsequências	Não apresenta fases	comportamental

9	<ul style="list-style-type: none"> - quando entra na faculdade a ideia que todos falam é de passar, passar e não de aprender - passar em cálculo e em física: dois objetivos - Horário de IPF é ruim - foi legal estudar o movimento dos corpos mesmo já tendo visto isso em outra disciplina - problema do café ajudou a colocar os pensamentos em ordem dando uma ideia diferente de como pensar problemas e resolvê-los - algumas aulas ruins devido a discussões de problemas sem resposta - dois objetivos foram alcançados: passar e aprender na IPF 	Autoavaliação	Autorreflexão	metacognitiva
10	<ul style="list-style-type: none"> - identificação com o Gervásio em várias situações, falta de comida, falta de tempo, professores ligeiros demais, divagares demais... - Ouvi alguns conselhos alguns deram certo e outros não, no final do semestre vejo que é difícil aprender a aprender - Como vai os estudos? Bem mal, péssimos, em um semestre contemplei que saber apenas em teoria não vale de nada - ama o curso que faz e fez amigos - 3 primeiras cadeiras ficaram decepcionada pois não estava aprendendo a pensar fisicamente - depois começou a gostar e aprender a pensar e acha que aprendeu mais física do que na disciplina de Física I - aprendi a ter vários pontos de vista sobre o mesmo problema - sabe que vai repetir muitas cadeiras 	Processos: autoavaliação e Autoconsequências	Fases: autorreflexão	Metacognitiva Comportamento
11	<ul style="list-style-type: none"> - Os estudos vão um pouco retraído pois não está fazendo todas as disciplinas - A disciplina levou a pensar e desenvolver um pensamento abstrato e científico - ter essa disciplina antes de física I - Trancou física um pois não entendia nada, mas na IPF deixou de se sentir um peixe fora da água pois entendia os problemas - achou melhor trancar física I pois quando for cursar vai entender da onde viam aquelas teorias e formulas que antes pareciam absurdas - IPF deveria ser pré-requisito para Física I - A disciplina foi de grande valia para a permanência no curso 	Autoavaliação, Autoconsequências	Autorreflexão	Metacognitiva Comportamento
12	<ul style="list-style-type: none"> - O estudo gerou um resultado satisfatório: aprovação nas disciplinas - Estudos nunca foram algo difícil, mas na faculdade algumas vezes teve que engolir os cadernos - Passei mas confesso que em poucos eu posso dizer: oh aprendi! - em outras aprendeu, mas em muitos casos tu aprende isso sozinho - os professores só querem resultados e não te ajudam a ter um caminho mais eficiente para isso 	Autoavaliação	Autorreflexão	metacognitiva

	<ul style="list-style-type: none"> - Não conseguiu enxergar na IPF uma alternativa de aprendizagem diferente - as aulas de como estudar serviram para os novatos da turma que ainda não tem uma rotina de estudos - uma disciplina que ajuda a resolver problemas não é importante nesse estágio do curso -a disciplina precisa ser mais instigante - mostrar os testes para os alunos 			
13	<ul style="list-style-type: none"> - o estudo não está sendo dos melhores, não está conseguindo lidar com as responsabilidades dessa nova vida universitária - não recorda as aprendizagens pois teve um número elevado de faltas - só se tem amigos por convivência - não se deixa pra estudar a matéria nova depois e sim quando o professor der - se faltar nas aulas não se passa na matéria 	Autoavaliação, organização e transformação.	Autorreflexão	Metacognitiva Comportament o
14	<ul style="list-style-type: none"> - Difícil refletir sobre a questão dos estudos - O professor na pergunta como pode jogarmos uma bola para cima e ela não ir para trás? Já que a terra gira? - Não sabia como responder essa questão, sabia as formulas mas não a essência - O professor nos instigou a pensar sobre isso e de repente eu sabia como responder -Prazer de saber é divino 	Autoavaliação	Autoreflexão	Metacognitiva
15	<ul style="list-style-type: none"> - Percebeu que a aprendizagem é algo que se constrói e não um pen drive que colocam na sua cabeça - para aprender é necessária disciplina, e capacidade de trabalhar com seus objetivos a longo prazo e dedicação não deixando se ocupar com coisas que despedissem o seu tempo - se quisermos uma profissão bem remunerada então temos que estudar - 3 maiores aprendizagens foram: passei, não procrastine ao fim de uma longa caminhada o fim é a melhor parte e vou ter que estudar mais 	Processos: autoavaliação, estabelecimento de metas e planejamento.	Fases: Autorreflexão	Metacognitivo Motivacional
16	<ul style="list-style-type: none"> - os estudos sempre foram bons mas de um tempo para cá anda perdido - não falta dedicação, faço exercícios leio a matéria, caderno completo mas ando meio desmotivado, de repente isso atrapalha um pouco -Ver os colegas desistindo muito cedo, trocando de curso talvez fizeram ele perder o rumo - IPF foi importante para ajudar a relacionar geometria e física - algumas aulas foram importantes para os exercícios mas outras deixaram ele confuso - a autorregulação ajudou a planejar o próximo semestre, perceber os erros, adaptar mais rapidamente ao método de ensino de cada professor, fazer mais atentamente cada exercício 	Autoavaliação, autoconsequências	Autorreflexão	Metacognitivo Comportament o
17	<ul style="list-style-type: none"> - processo ensino aprendizagem monótono - IPF deu oportunidade para melhorar minha aprendizagem 	Processos: Autoavaliação	Fases: Autorreflexão.	Metacognitivo

	<ul style="list-style-type: none"> - outra visão da física, pensando mais os conceitos físicos - metodologia da IPF fez com que melhorasse a forma como abordar os problemas físicos 			
18	<ul style="list-style-type: none"> - pensava que seria fácil a vida na faculdade - os estudos foram feitos como de costume mas os resultados não vieram - notas ruins - segundas provas o esforço aumentou e a nota também mas foram muitas provas e tudo piorou - Não vai desistir porque aprende com os erros - no próximo semestre vai se dedicar antes do início - falta da família 	<p>Processos: autoavaliação, estabelecimento de metas e planejamento, organização e transformação, Autoconsequências.</p>	<p>Fases: Apresenta as três fases: prévia, controle volitivo e autorreflexão</p>	<p>Metacognitivo Motivacional Comportamental</p>
19	<ul style="list-style-type: none"> - está aprendendo a estudar, processo lento e complicado - acredito ainda não saber estudar, apesar de muito esforço e tentativas - Universidade a forma de estudo é diferente da do ensino médio - As aulas de IPF apresenta uma ótima visão principalmente para os novos do curso - aulas dinâmicas, objetivas, e que possibilitam a participação nas aulas facilitam o aprendizado - discussão sobre as histórias e sobre os problemas pertinentes a área auxilia o entendimento do pensamento físico - a disciplina ajudou na forma de organizar os estudos com algumas dicas e passos 	<p>Autoavaliação</p>	<p>Autorreflexão</p>	<p>Metacognitivo</p>

Anexos

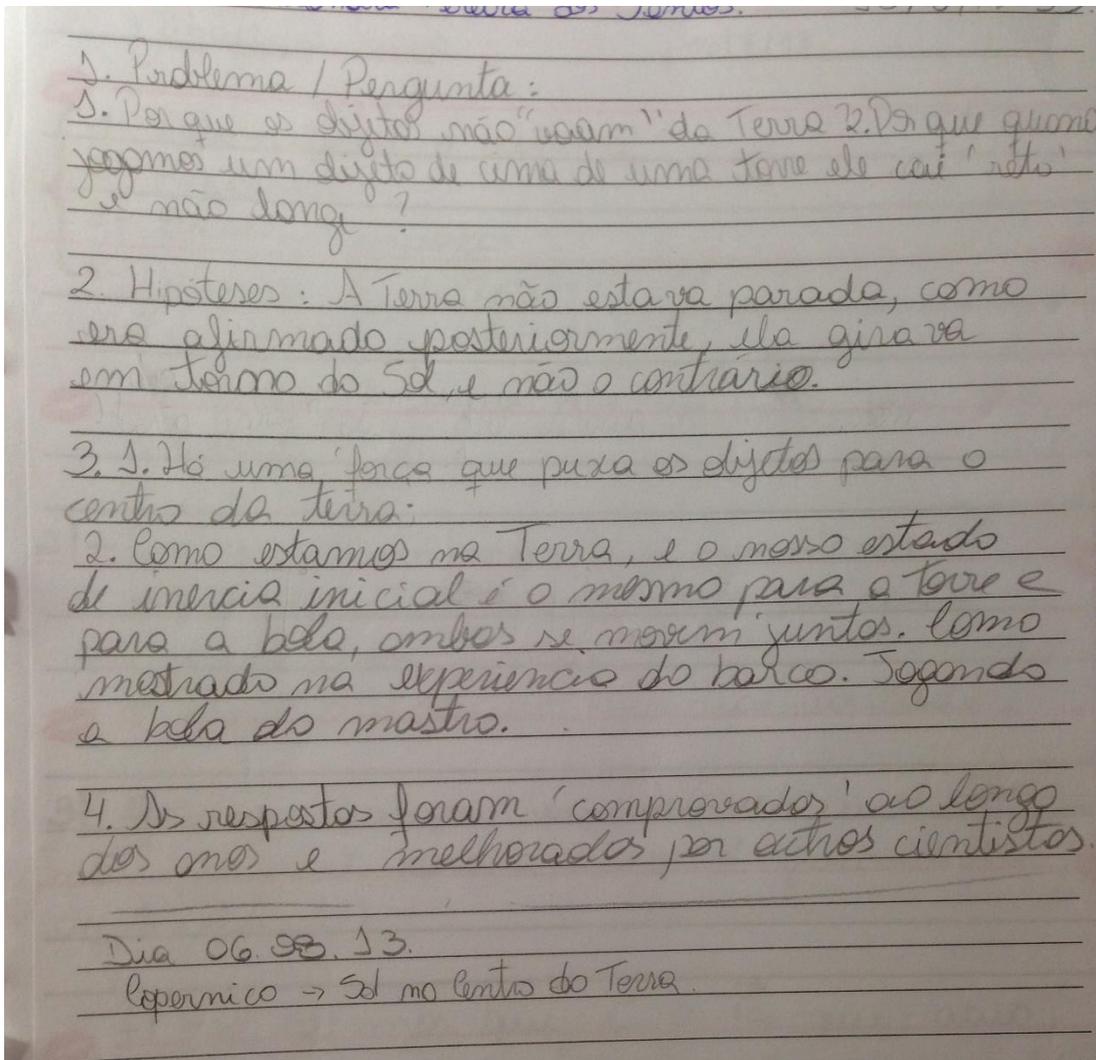
Anexo 1: Fluxograma do Curso de Licenciatura em Física

CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA – FLUXOGRAMA 2014

1º. SEMESTRE	2º. SEMESTRE	3º. SEMESTRE	4º. SEMESTRE	5º. SEMESTRE	6º. SEMESTRE	7º. SEMESTRE	8º. SEMESTRE
0090171 Introdução ao Pensamento Físico (C.H.: 68 ha / CR: 4)	0350234 Teoria e Prática Pedagógica (C.H.: 68 ha / CR: 4) FSHFE	0360245 Fundamentos Psicológicos da Educação (C.H.: 68 ha / CR: 4)	0090073 Seminários sobre Tópicos Especiais da Física I (C.H.: 68 ha / CR: 4) FB II	0090110 Termodinâmica (C.H.: 68 ha / CR: 4) FB II e Cálculo 3	0350072 Pré-Estágio em Ensino de Física (C.H.: 102 ha / CR: 6) IEFI	0090167 Estágio em Ensino de Física (C.H.: 170 horas) Pré-Estágio	0090168 Pós-Estágio em Ensino de Física (C.H.: 68 ha / CR: 4) EEF
0360246 Fundamentos Sócio-Histórico-Filosóficos da Educação (C.H.: 68 ha / CR: 4)	0350233 Ed. Brasileira: Organização e Políticas Públicas (C.H.: 68 ha / CR: 4) FSHFE	1310277 Língua Brasileira de Sinais I (Libras I) (C.H.: 68 ha / CR: 4)	0090049 Laboratório de Ensino de Física I (C.H.: 68 ha / CR: 4) FB II e FE II	0090038 Laboratório de Ensino de Física II (C.H.: 68 ha / CR: 4) FB III e FE III	0090037 Laboratório de Ensino de Física III (C.H.: 68 ha / CR: 4) FB IV e FE IV	0090074 Seminários sobre Tópicos Especiais da Física II (C.H.: 68 ha / CR: 4) IFM	0090039 Lab. de Ensino de Física Moderna (C.H.: 68 ha / CR: 4) IFM e FE IV
0090165 Fundamentos de Física (C.H.: 68ha/CR: 4)	0090113 Física Básica I (C.H.: 68 ha / CR: 4) Fundamentos de Física	0090114 Física Básica II (C.H.: 68 ha / CR: 4) FB I e Cálculo 1	0090115 Física Básica III (C.H.: 68 ha / CR: 4) FB II e Cálculo 2	0090116 Física Básica IV (C.H.: 68 ha / CR: 4) FB III e Cálculo 3	0090166 Introdução à Física Moderna (C.H.: 68 ha / CR: 4) FB IV	0090101 Teoria Eletromagnética (C.H.: 102 ha / CR: 6) MTF I	0090131 Simulações Comput. no Ensino de Física (C.H.: 102 ha / CR: 6) AL I e FB III
0100358 Matemática Elementar (C.H.: 68ha / CR: 4)	0090033 Física Experimental I (C.H.: 34 ha / CR: 2)	0090034 Física Experimental II (C.H.: 34 ha / CR: 2) FE I e FB I	0090035 Física Experimental III (C.H.: 34 ha / CR: 2) FE I e FB II	0090036 Física Experimental IV (C.H.: 34 ha / CR: 2) FE I e FB III	0090136 Modelos Teóricos da Física I (C.H.: 102 ha / CR: 6) AL I e ED	0090130 Mecânica Quântica I (C.H.: 68 ha / CR: 4) IFM e MTF I	0090169 Tópicos de Física Contemporânea (C.H.: 34 ha / CR: 2) MQ I
0100100 Geometria Analítica (C.H. 68 ha / CR: 4)	0100301 Cálculo 1 (C.H.: 68 ha / CR: 4) Matemática Elementar	0100302 Cálculo 2 (C.H.: 68 ha / CR: 4) Cálculo 1	0100303 Cálculo 3 (C.H.: 102 ha / CR: 6) Cálculo 2 e Álgebra Linear I	0100269 Equações Diferenciais (C.H.: 68 ha / CR: 4) Cálculo 3	0090040 Mecânica Geral I (C.H.: 102 ha / CR: 6) FB II, AL I e ED		
C.H.T.: 340 ha CR: 20	C.H.T.: 306 ha CR: 18	0100170 Álgebra Linear I (C.H. 68 ha / CR:4) Geometria Analítica	0090070 Instrumentação para o Ensino da Física I (C.H.: 68 ha / CR: 4) FPE, FB II e FE II	0090111 Instrumentação para o Ensino da Física II (C.H.: 68 ha / CR: 4) TPP e IEFI			Optativas (C.H.: 168 ha)
		C.H.T.: 374 ha CR: 22	C.H.T.: 408 ha CR: 24	C.H.T.: 374 ha CR: 22	C.H.T.: 442 ha CR: 26	C.H.T.: 238 ha CR: 14 + 170 h	C.H.T.: 272 ha CR: 16
2104 ha = 1753,33 horas Científico Cultural (1938+166) ha	(255 +170) = 425 horas Estágio Supervis. (306 ha = 255 horas)	510 ha = 425 horas Prática – Comp. Curríc					

Anexo 2

Exemplo de Roteiro nos qual o aluno utilizou as estratégias da autorregulação da aprendizagem e resolveram a situação-problema



Anexo 3

Exemplo de roteiros no qual o aluno utilizou as estratégias da autorregulação da aprendizagem, mas não resolveram a situação-problema

1- Identificação do problema.

- * Se a Terra gira porque as coisas não caem e quando caem e em linha reta?
- * Por que as coisas não espiralam para fora?
- * Por que os corpos giram sempre horizontalmente?

2- Hipóteses

- * A Terra não era o centro de todos os movimentos.
- * Abaixo o idêneo de a Terra ocorrer um movimento espaço. * Um corpo em movimento horizontal tende a manter neste movimento para sempre.

3- Escolher respostas. * Corpos movem-se em linha reta em velocidade constante até que haja interação entre eles.

- ↳ Os corpos se movimentam em linha reta e em velocidade constante até que haja interação entre eles.
- ↳ A Terra se move.

4- Avaliar decisões.

- * É bem válido essa decisão porque ele fez a experiência do alto do mastro de um navio jogando uma bola ele tem a mesma velocidade e que muda é o referencial. As bolas de cada pessoa referente a bola cai de uma forma pra quem está no navio movimenta, mas pra quem está na terra ele cai diferente. No entanto ele descobre que a terra se move.

○ PESQUISAR MAIS SOBRE ESSA MATÉRIA:

crede

Anexo 4

Exemplo de roteiros no qual o aluno não utilizou as estratégias da autorregulação da aprendizagem e não resolveram a situação-problema:

Como explicar a força gravitacional e a inércia em uma
lôca onde a inércia e a velocidade se mantêm em total
inércia enquanto os questionamentos e as respostas? Esse talvez,
tenha sido o maior problema de Galileo e graças a isto
foi o grande cientista. Explicar seus pensamentos, dar exemplos
e se autoquestionar e, ainda hoje, uma grande dificuldade,
usar a dúvida e ousar criticar e buscar melhores respostas é
o que fez o homem ser um bom cientista. Galileo enfrentou,
além desses grandes problemas, ^{dar} responder os questionamentos com
a pouca tecnologia e conhecimento que existia. Questionar
omissão e depender seus pensamentos foi o maior problema de
Galileo.

Anexo 5

Exemplo de roteiros no qual o aluno não utilizou as estratégias da autorregulação da aprendizagem e resolveram a situação-problema:

