

**UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL**

PRÓ-REITORIA ACADÊMICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE  
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



**MARIA SÔNIA SILVA DE OLIVEIRA VELOSO**

**UMA INVESTIGAÇÃO DO PROCESSO DE (RE) CONSTRUÇÃO DE  
CONCEITOS DE FÍSICA EM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM  
CURSOS DE FÍSICA A DISTÂNCIA**

**Tecnologias de Informação e Comunicação para o Ensino de Ciências e  
Matemática (TIC)**

**Orientador: Prof. Dr. Agostinho Serrano de Andrade Neto**

**Canoas-RS  
2017**

**MARIA SÔNIA SILVA DE OLIVEIRA VELOSO**

**UMA INVESTIGAÇÃO DO PROCESSO DE (RE) CONSTRUÇÃO DE  
CONCEITOS DE FÍSICA EM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM  
CURSOS DE FÍSICA A DISTÂNCIA**

Tese de Doutorado apresentada ao programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática como requisito à obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de concentração: Tecnologias de Informação e Comunicação para o Ensino de Ciências e Matemática (TIC).

Orientador: Prof. Dr. Agostinho Serrano de Andrade Neto

Canoas-RS  
2017

MARIA SÔNIA SILVA DE OLIVEIRA VELOSO

**UMA INVESTIGAÇÃO DO PROCESSO DE (RE) CONSTRUÇÃO DE  
CONCEITOS DE FÍSICA EM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM  
CURSOS DE FÍSICA A DISTÂNCIA**

Tese de Doutorado apresentada ao programa de  
Pós-graduação em Ensino de Ciências e  
Matemática como requisito à obtenção do título de  
Doutora em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovada em 08 de agosto de 2017.

Comissão Examinadora

---

Prof. Dr. Agostinho Serrano de Andrade Neto – Orientador

---

Prof. Dr. Jeferson Fernando de Souza Wolff

---

Prof. Dra. Marlise Geller

---

Prof. Dr. Paulo Tadeu Campos Lopes

---

Prof. Dr. Yuri Expósito Nicot

Canoas, RS, 08 de agosto de 2017

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, pela força e sabedoria recebidas todos os dias. Aos meus filhos, Ney David Veloso Filho e Vitória Maria Oliveira Veloso, que sempre foram tão pacientes nos momentos das minhas ausências. Aos meus irmãos, Franco e Fabiano, que me ajudaram muito nesta nova conquista profissional. Ao meu pai, Francisco Hélio, que com sua humilde sabedoria me ensinou a ser a pessoa que sou hoje, pois aprendi que para adquirir conhecimento é preciso estudar; mas para adquirir sabedoria é preciso observar cada minuto que passa em sua vida.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que direcionou todos os meus caminhos me conduzindo e abençoando a cada dia.

Ao professor, Dr. Agostinho Serrano, meu orientador, que diante de muitos deveres, esteve ao meu lado, ensinando, se dedicando e mostrando o caminho para o sucesso.

Ao meu amado companheiro Ney David Veloso, e aos meus filhos, Ney David Filho, Vitória Maria, e a filha de coração Suzana, pela paciência, carinho e amor que transmitiram neste período de dedicação ao doutorado.

A todos os amigos queridos do grupo de crescimento do qual participei; foi um período maravilhoso, pois todos me ajudaram com orações e palavras de incentivo, para que eu pudesse crescer como profissional e principalmente como pessoa. Em especial, à minha querida amiga e irmã de coração, Adriene Reis, que foi a pessoa que acompanhou a minha caminhada no princípio desta trajetória, sorria e chorava comigo.

A todos os meus familiares, que de longe torceram e oraram pelos meus sonhos. Em especial, às minhas queridas amigas Idaiony e Maely, que sempre me transmitiram suas palavras de incentivo e carinho.

Às instituições, juntamente com os coordenadores do curso de Física a Distância e aos estudantes que fizeram parte dessa pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), que com sabedoria e paciência fizeram parte deste processo, emitindo valiosas palavras de apoio. Em especial a coordenadora do programa, Professora Dra. Cláudia Lisete Groenwald, cujos ensinamentos foram determinantes para que pudesse ajudar com os meus objetivos.

Agradeço aos professores, que fizeram parte da banca, Dra. Marlise Geller, Dr. Jeferson Wolff, Dr. Paulo Tadeu, Dr. Yuri Nicot, trazendo contribuições preciosas para evolução deste trabalho. A todos os colegas da turma de doutorado e também da turma de mestrado, pelas aprendizagens e amizades construídas. Em especial, aos meus colegas Luís, Robson, Jeferson, Fernando, Graciela, Savanna, Juliana, Adriana, Cristina, Roberta, Carol, Solange, Gilfran, Suelen e Mari com seu esposo Paulo, hoje amigos, pela troca de experiências, pelas conversas, risadas e brincadeiras.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao PPGECIM, pela ajuda financeira prestada para o pagamento dos estudos.

Meus agradecimentos aos meus colegas da Universidade Federal de Roraima, que me incentivaram e apoiaram com a minha liberação para cursar ao doutorado. A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho.

## RESUMO

Nesta pesquisa pretendeu-se investigar como ocorre o processo de (re) construção de conceitos de Física em atividades experimentais em cursos de Física a distância, por meio de atividades experimentais reais e virtuais. Assim, analisou-se pontos que hoje são importantes para a visão acadêmica, do processo do ensino e da aprendizagem no laboratório didático no ensino de Física. Para atingir esse objetivo, foi utilizada como principal referencial teórico a Teoria da Mediação Cognitiva (TMC), que busca explicar os impactos da introdução das novas tecnologias de informação e comunicação na sociedade em termos das mudanças cognitivas e individuais resultantes, com o desígnio de compreender e definir os invariantes e as representações após o uso do laboratório virtual e real. Além disso, utilizaram-se as visões filosóficas e epistemológicas de Lévy, que determinaram a compreensão e a definição das ideias deste processo da (re) construção das atividades experimentais dos conteúdos de Física no laboratório didático na modalidade de Educação a Distância. Para a análise dos dados obtidos empiricamente, utilizou-se uma metodologia qualitativa de tipo estudo de caso, complementado com uma metodologia de investigação do tipo microetnográfico, ao analisar o discurso verbal e gestual por meio de indicadores de imagens mentais, utilizadas pelos estudantes durante as entrevistas, após a realização das atividades experimentais. Diante dos resultados adquiridos, pontua-se de forma geral que esta tese apresenta subsídios para afirmar que a realização de atividades experimentais virtuais permite aos estudantes de Física a distância serem estimulados a usarem as atividades experimentais reais, o que os auxilia no processo da (re) construção dos conceitos da conservação de energia mecânica, principalmente em situações ideais – que não ocorre no cotidiano – típicas de situações de colisões elásticas e superelásticas. E que os processos de (re) construção conceitual ocorrem igualmente tanto por meio de mediações diversificadas que são encontradas pelos estudantes de forma autônoma como por meio do que é disponibilizado no processo formal de ensino.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Laboratório Didático Experimental; Educação a Distância; Simulação; Atividade Experimental Virtual e Real.

## ABSTRACT

This research intends to investigate how the process of (re) construction of concepts of Physics in experimental activities in distance Physics courses, through real and virtual experimental activities occurs. Thus, we analyzed points that today are important for the academic vision, the process of teaching and learning in the didactic laboratory in Physics education. The main theoretical reference employed was the Cognitive Networks Mediation Theory (CNMT), which seeks to explain the impacts of the introduction of new information and communication technologies in society in terms of the resulting cognitive and individual changes, with the aim of understanding and defining the invariants and representations after the use of the virtual and real laboratory. In addition, we used the philosophical and epistemological visions of Lévy, which determined the understanding and definition of the ideas of this process of (re) construction of the experimental activities of the contents of Physics in the didactic laboratory in the modality of Distance Education. For the analysis of the data obtained empirically, we used a qualitative methodology of the case study type, complemented with a micro ethnographic type methodology, when analyzing the verbal and gestural discourse through mental image indicators used by the students during the interviews, after the experimental activities. Based in the results, we may say that in general this thesis points out subsidies to state that the fulfillment of virtual experimental activities allows distance physics students to be motivated to carry out actual experimental activities. They can help them in the process of (re)construction of the concepts of conservation of mechanical energy, notably in ideal situations - which does not happen in everyday life - typical in situations of elastic and super elastic collisions. So that the processes of conceptual (re) construction occurs equally both through diverse mediations that are found by students autonomously and through what is made available in the formal teaching process.

**Keywords:** Physics Teaching; Experimental Didactic Laboratory; Distance Education; Simulation; Virtual and Actual Experimental Activity.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação da trajetória deixada em duas situações: primeira imagem, colisão elástica com o solo; segunda imagem, colisão inelástica com o solo.....	76
Figura 2 - Representação dos indicadores de nível de energia. Azul - energia cinética; verde - energia potencial gravitacional, e amarelo - energia mecânica do sistema.....	77
Figura 3 - Tela referente à simulação de uma bola em queda livre de certa altura, que colide com o solo de forma elástica e seus dados iniciais ao lado esquerdo.....	77
Figura 4 - Imagem da simulação com a demonstração dos parâmetros e condições iniciais em uma colisão elástica com o solo.....	78
Figura 5 - Imagem da simulação com a demonstração do gráfico gerado em relação a uma colisão elástica do quicar da bola.....	79
Figura 6 - Primeira parte dos Resultados.....	83
Figura 7 - Imagem capturada do e-MEC, com mapeamento das regiões e estados que ofertam licenciatura de Física na modalidade a distância.....	84
Gráfico 1 - Faixa etária de idade dos estudantes.....	106
Gráfico 2 - O Índice de Hipercultura dos estudantes por Instituição.....	108
Figura 8 - Organização e discussão da segunda parte dos resultados.....	121
Figura 9 - Imagem do pré-teste com as respostas do estudante A2GV.....	123
Figura 10 - Evidências categorizadas do estudante A2GV.....	124
Figura 11 - Imagem do pós-teste com as respostas do estudante - A2GV.....	125
Figura 12 - Imagem do pré-teste da questão 1 com as respostas do estudante - A5GV.....	127
Figura 13 - Imagem do pré-teste da questão 2 com as respostas do estudante - A5GV.....	129
Figura 14 - Imagem do pré-teste da questão 3 com as respostas do estudante - A5GV.....	130
Figura 15 – Evidências categorizadas do estudante A5GV.....	131
Figura 16 - Recorte da resposta apresentada no guia da atividade experimental.....	131
Figura 17 - Recorte da resposta apresentada no guia da atividade experimental.....	132
Figura 18 - Imagem do pós-teste com as respostas do estudante - A5GV.....	133
Figura 19 - Imagem do pós-teste com as respostas da continuação das questões - A5GV ...	134
Figura 20 - Imagem do pré-teste com as respostas do estudante – A3GR.....	135

Figura 21 - Evidências categorizadas do estudante A3GR.....	136
Figura 22: Resposta apresentada no guia da atividade experimental.....	137
Figura 23 - Imagem do pós-teste com as respostas do estudante – A3GR.....	138
Figura 24 - Imagem do pós-teste com as respostas da questão 3 do estudante – A3GR.....	140
Figura 25 - Imagem do pré-teste com as respostas do estudante – A5GR.....	141
Figura 26 - Evidências categorizadas do estudante A5GR.....	143
Figura 27 - Imagem do pós-teste com as respostas do estudante – A5GR.....	144
Figura 28 - Imagens em relação à altura da bola e da esfera.....	151
Figura 29 - Descrição da altura da bola e seu movimento.....	153
Figura 30 - Descrição da conservação da energia mecânica.....	155
Figura 31 - Descrição da conservação da energia mecânica parte II.....	158
Figura 32 - Demonstração da previsão e da simulação da bola.....	162
Figura 33 - Descrição do movimento em linear e condições para as energias.....	164
Figura 34 - Observações realizadas sobre o fator de conservação na simulação.....	166
Figura 35 - A previsão da altura de retorno da bola na atividade experimental real.....	168

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - As formas de mediação cognitiva de Souza.....	49
Tabela 2 - Quadro dos procedimentos realizados com os sujeitos da pesquisa.....	60
Tabela 3- Quadro da classificação dos laboratórios didáticos por instituição e região.....	88
Tabela 4 - Categorias extraídas dos PPC das IFES.....	89
Tabela 5 – Codificação das respostas dos coordenadores do curso de Física a distância.....	94
Tabela 6 – Metodologias utilizadas nas aulas experimentais de Física.....	98
Tabela 7 – Práticas das aulas de Física nas modalidades presencial, a distância e semipresencial.....	98
Tabela 8 - Índice de Hipercultura dos estudantes.....	109
Tabela 9 - Observações realizadas das salas virtuais das disciplinas.....	111
Tabela 10 - Trechos das entrevistas realizadas com dez estudantes.....	115
Tabela 11 - A distribuição dos estudantes em dois grupos.....	145
Tabela 12 - Análises e observações dos estudantes que realizaram a atividade do guia virtual.....	176
Tabela 13 - Análises e Observações dos estudantes que realizaram da atividade do guia real.....	176
Tabela 14 - Relação das mediações dos estudantes dentro dos princípios da TMC.....	178
Tabela 15 - Descrição das metas cumpridas.....	208

## SUMÁRIO

<b>1 A TRAJETÓRIA .....</b>	<b>14</b>
<b>2 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
2.1 JUSTIFICATIVA .....	19
2.2 PROBLEMA DE PESQUISA .....	21
2.3 OBJETIVOS .....	21
<b>2.3.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>21</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>22</b>
3.1 PANORAMA DO USO DE LABORATÓRIO DIDÁTICO EM CURSOS DE ENSINO DE FÍSICA, MODALIDADE A DISTÂNCIA, NO PAÍS .....	24
3.2 TIPOS DE LABORATÓRIOS .....	27
3.3 LABORATÓRIO DIDÁTICO A DISTÂNCIA VERSUS LABORATÓRIO DIDÁTICO PRESENCIAL/ TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO .....	29
3.4 LABORATÓRIO DIDÁTICO E SUA IMPORTÂNCIA NA FORMAÇÃO DO ESTUDANTE DE FÍSICA NA EAD .....	30
3.5 FORMAS DE APRENDIZAGEM COM A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO .....	31
3.6 VIRTUALIZAÇÃO, SIMULAÇÃO, AVALIAÇÃO .....	333
3.7 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO AOS TRABALHOS PESQUISADOS .....	34
<b>4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>36</b>
4.1 O MUNDO ALÉM DAS LEITURAS .....	38
<b>4.1.1 O Ambiente Virtual de Aprendizagem .....</b>	<b>38</b>
4.2 AS CONTRIBUIÇÕES DE LÉVY .....	39
4.3 AS CONTRIBUIÇÕES DE SOUZA.....	45
<b>4.3.1 A TMC e o Surgimento da Hiper cultura .....</b>	<b>46</b>

<b>4.3.2 Hipercultura .....</b>	<b>49</b>
4.4 APRENDIZAGEM NO EIXO DAS CONTRIBUIÇÕES DE LÉVY E SOUZA .....	51
4.5 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO A FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	52
<b>5 DELINEAMENTO METODOLÓGICO.....</b>	<b>56</b>
5.1 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA .....	58
<b>5.1.2 Participantes, os Instrumentos Aplicados e as Ações .....</b>	<b>59</b>
5.3 CARACTERIZAÇÃO DOS INSTRUMENTOS E O TRATAMENTO DAS ANÁLISES .....	66
<b>5.3.1 Implementação do Experimento.....</b>	<b>69</b>
<b>5.3.2 Simulação.....</b>	<b>71</b>
5.3.2.1 Software Modellus 4.01 .....	72
<b>5.3.3 Guia para a atividade Virtual: Simulação no Modellus 4.01.....</b>	<b>74</b>
<b>5.3.4 Guia para a atividade Real: Experimento com bolas .....</b>	<b>79</b>
<b>6 RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISES.....</b>	<b>82</b>
6.1 CONSULTA DAS INSTITUIÇÕES CREDENCIADAS NO E-MEC .....	84
6.2 OS PROJETOS PEDAGÓGICOS CURRICULARES – PPC – DO CURSO DE FÍSICA DAS INSTITUIÇÕES BRASILEIRAS.....	85
<b>6.2.1 Os tipos de laboratórios por instituição e região.....</b>	<b>86</b>
<b>6.2.2 As disciplinas de Física experimental por instituição .....</b>	<b>89</b>
6.3 O QUESTIONÁRIO SOBRE HIPERCULTURA.....	104
6.4 SALAS VIRTUAIS DAS DISCIPLINAS DE FÍSICA EXPERIMENTAL .....	110
6.5 ENTREVISTA APÓS A ANÁLISE DAS DISCIPLINAS .....	114
<b>6.5.1 Análise das Entrevistas .....</b>	<b>117</b>
<b>6.5.2 Análise em geral da primeira parte dos resultados.....</b>	<b>118</b>
6.6 PRÉ-TESTE; ATIVIDADE EXPERIMENTAL E PÓS-TESTE .....	120
6.7 ANÁLISE DOS ESTUDANTES.....	145
6.8 ENTREVISTA APÓS A REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES .....	149
<b>6.8.1 Resultados e Análises dos Gestos .....</b>	<b>150</b>
6.8.1.1 Evidências de Gestos do Pré-teste .....	150
6.8.1.2 Evidências de Gestos da Atividade Experimental .....	162
6.8.1.3 Evidências do Pós-teste.....	170
6.9 ANÁLISES GERAIS .....	174

<b>6.9.1 Pontuações dos estudantes em relação como ocorre a (re) construção dos conceitos de Física em Atividades experimentais, dentro dos princípios da TMC. ....</b>	<b>178</b>
<b>6.9.2 Os Guias das Atividades Experimentais .....</b>	<b>186</b>
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>188</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>197</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>207</b>
<b>APÊNDICE (A) .....</b>	<b>208</b>
<b>APÊNDICE (B) .....</b>	<b>213</b>
<b>APÊNDICE (C) .....</b>	<b>217</b>
<b>APÊNDICE (D) .....</b>	<b>218</b>
<b>APÊNDICE (E) .....</b>	<b>219</b>
<b>APÊNDICE (F).....</b>	<b>220</b>
<b>APÊNDICE (G).....</b>	<b>226</b>
<b>APÊNDICE (H).....</b>	<b>227</b>
<b>APÊNDICE (I) .....</b>	<b>232</b>
<b>APÊNDICE (J).....</b>	<b>241</b>
<b>APÊNDICE (L) .....</b>	<b>242</b>
<b>APÊNDICES (M).....</b>	<b>243</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>243</b>

## **1 A TRAJETÓRIA**

Ao concluir o curso de licenciatura em Física em 2004, eu tomei posse no concurso como professora da rede pública estadual de Roraima. Em seguida, fui selecionada para professora substituta de Física na Universidade Federal de Roraima (UFRR). Trabalhando na rede pública estadual e na UFRR, tive a oportunidade de ministrar disciplinas experimentais de Física II e III, como também disciplinas de Física I e III durante dois anos, período que agregou uma paixão pelas aulas experimentais. Nesse intervalo de tempo, ao concluir o período como professora na UFRR, fui selecionada pela secretaria de educação do estado para cursar uma especialização na área de Ensino de Ciências e Matemática com Novas Tecnologias, pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) em parceria com o estado de Roraima. Concluí a especialização no final de 2007. Nesse mesmo período entrei no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática na ULBRA para cursar o mestrado.

Concluí o mestrado no meio do ano de 2009, foi quando surgiu a ocasião de concorrer a uma das vagas do concurso público para professora efetiva da UFRR. Para Física havia somente uma vaga, com experiência em ensino de ciência, conhecimento ou experiência em educação a distância. Nesse período do mestrado, fui tutora do curso Gestão Escolar pela Universidade Aberta do Brasil e Secretaria da Educação a Distância, que era oferecido a todos os gestores das escolas dos estados do Brasil. O curso tinha característica de ser a distância, com encontros marcados mensalmente na UFRR.

A experiência como tutora me permitiu acumular, então, todos os pré-requisitos para o concurso. Com essa oportunidade, tentei fazê-lo como forma de experiência. Consegui chegar até o final das etapas, sendo aprovada para trabalhar com cursos de graduação a distância no início de 2010. Fui lotada no departamento de Física do curso presencial da UFRR. Ministrava duas disciplinas da Física na modalidade presencial e também trabalhava no Núcleo de Educação a Distância, onde ocorriam os cursos de graduação a distância. Atuei como professora, mas também como coordenadora de tutoria, como coordenadora financeira e coordenadora dos professores que estavam envolvidos com a Educação a Distância (EaD) na UFRR.

Em 2012, fui convidada para assumir o Núcleo de Educação na UFRR. No princípio relutei, mas depois de muita insistência por parte do então gestor, eu acabei aceitando. Conheci várias instituições do Brasil que também trabalhavam na época com EaD. Tive a oportunidade por várias vezes de estar, em Brasília, na CAPES, como também, no Ministério da Educação (MEC). Neste período que estava à frente da EaD percebi que faltava algo nessa modalidade. Era o envolvimento do uso dos laboratórios de experiências para as áreas da Ciência. Faltava a

interação da tecnologia de modo que permitisse ao estudante criar a partir de suas próprias ideias e até mesmo realizar atividades em uma plataforma virtual as quais envolvessem experiências no laboratório didático.

No período de dois anos em que fiquei na gestão do Núcleo de Educação a Distância da UFRR, verifiquei uma grande resistência por parte dos cursos da modalidade presencial em relação aos cursos que envolviam atividades laboratoriais na EaD. As principais dúvidas eram se realmente as atividades experimentais na modalidade a distância, desenvolviam possibilidades de aprendizagem aos alunos daquela modalidade. Foi daí que surgiu o desafio de testar e verificar isso quando eu fosse para o doutorado. Então, com a experiência que adquiri como professora de Física e como coordenadora de cursos a distância, trago para a minha tese essa possibilidade de trabalhar com os estudantes que estão inseridos em cursos de licenciatura em Física na modalidade a distância.

No ano de 2014, iniciei a minha pesquisa na cidade de Canoas-RS no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática na ULBRA, após ser aprovada na seleção.

De princípio, já tendo conhecimento da EaD, tinha a curiosidade em saber como eram esses laboratórios nas instituições que ofereciam à época cursos de Física a distância. E como ocorria o processo de (re) construção de conteúdos em atividades experimentais no curso de Física.

Enfim, sugeriram muitas perguntas, as quais determinaram uma cronologia para a organização dos primeiros passos a serem dados. Diante desses inúmeros questionamentos, definia os primeiros caminhos para uma longa trajetória no doutorado.

A partir do planejamento anual e da organização do que seria feito a princípio, surgiu a primeira ação da pesquisa do doutorado: a realização do levantamento por meio da plataforma do e-MEC e depois a criação de uma tabela com todas as informações que definiram o contato com as instituições que estavam credenciadas para ofertar cursos de Física na modalidade a distância no Brasil. Em seguida, foi realizada uma revisão bibliográfica para obter trabalhos sobre o uso do laboratório didático no curso de Física na modalidade a distância.

Obtendo essas primeiras oportunidades, evidenciava-se a visão do que seria exatamente a pesquisa, com direcionamentos que pudessem contribuir para o desenvolvimento da tese. Dessa forma, desenvolvi esta pesquisa de tese para tentar responder não somente as questões que foram levantadas anteriormente, mas também para oportunizar possibilidades inovadoras que envolvessem atividades experimentais aos estudantes a fim de desenvolverem habilidades de criação e imaginação.



Esta tese foi, portanto, pensada e planejada de forma que pudesse fazer conexões na evolução de cada capítulo. Primeiramente foi organizada em forma de teia, pensando exatamente em uma teia de aranha, ou seja, baseando-se em uma teia de conhecimentos. Sendo assim, foi adotado o termo “*teia do desenvolvimento*”, considerando-se que, para cada evolução dos capítulos, houvesse a agregação de novas contribuições e descobertas que aprimoraram o seu desenvolvimento.

Nessa organização, os capítulos, divididos em forma de teia do desenvolvimento, fazem seus pontos de ligação trazendo a possibilidade de se repensar a ideia de que cada um seja o complemento do outro. As teias trazem no centro o nome do capítulo, acompanhadas dos subtítulos e seções que estão em negrito. Portanto, esta tese está delineada em sete capítulos. O primeiro capítulo envolve esta explanação da trajetória que eu percorri até aqui, bem como a explicação de cada capítulo. O segundo capítulo introduz o contexto da pesquisa com justificativa para sua realização, como também apresenta os objetivos, problema de pesquisa e seus desdobramentos para o ensino de Física na modalidade a distância.

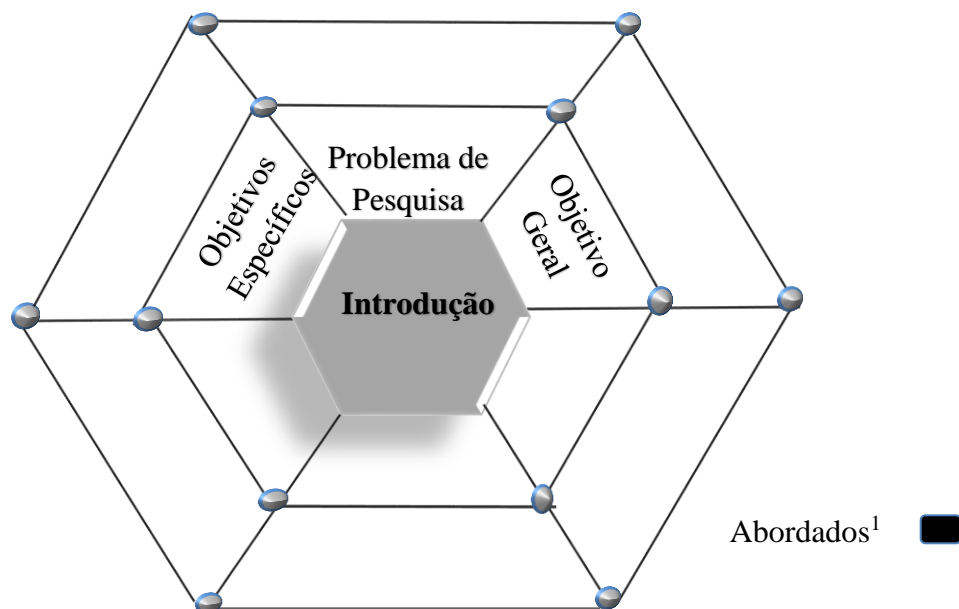
No terceiro capítulo, apresenta-se a revisão de literatura de trabalhos relacionados a atividades experimentais de Física e um panorama sobre os tipos de laboratórios. No quarto capítulo, descreve-se o aporte teórico, centrado nas abordagens filosófica e epistemológica de Lévy sobre a tecnologia e suas aplicações, como também as explicações sobre o que se considera ambiente virtual de aprendizagem e seus desdobramentos. Em seguida, apresenta a Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) de Souza, com a proeminência das teorias da Aprendizagem Significativa que a TMC traz, assim como a relação existente entre elas.

No quinto capítulo, descreve-se, de forma detalhada, a metodologia adotada, a fim de verificar as modificações ocorridas na estrutura cognitiva dos estudantes, comparando-se as respostas apresentadas antes e depois da utilização das atividades experimentais.

Na sequência, no sexto capítulo, definem-se os resultados e as suas análises associadas com as ideias de Lévy e Souza. E, por fim, no sétimo capítulo, expressam-se as conclusões desta tese, com as respectivas visões pontuais que foram extraídas a partir dos resultados obtidos.

Além desses capítulos, a estrutura da tese conta com as referências utilizadas, os anexos e apêndices, nos quais são apresentadas as atividades desenvolvidas durante o período da realização da pesquisa.

## 2 INTRODUÇÃO



Fonte: a autora.

---

<sup>1</sup> Os assuntos abordados neste capítulo, estão descritos em negrito na imagem da teia.

Como ensinar Física e como o aluno aprende seus conceitos nas aulas experimentais, na modalidade a distância são os caminhos que proporcionaram a estudar como ocorrem essas aulas de Física, quando se olha para os cursos de graduação a distância. Com a Educação a Distância (EaD), cresceram também algumas das principais preocupações de professores e pesquisadores voltados ao ensino de Física na atualidade. Embora tenham ocorrido muitos avanços nessa área, é evidenciado que ainda existe muito a se estudar e a se aprofundar. Uma vez que a EaD está evoluindo com a utilização da tecnologia, buscou-se investigar sobre a inserção de laboratório didático como uma metodologia diversificada para o ensino de experimentos no curso de Física a Distância.

Nesse contexto, buscou-se conhecer e pesquisar sobre a gama de cursos de Física que envolve o uso do laboratório didático nessa modalidade. O laboratório didático de Física tem um papel importante no ensino dessa área, principalmente por colocar os estudantes em contato com os acontecimentos descritos por leis e teorias que permeiam a Ciência. Esse espaço é propício para os estudantes testarem suas hipóteses, indagações, curiosidades e fazerem uso de sua criatividade, transformando, dessa forma, esse laboratório em um ambiente com potencial para o desenvolvimento de uma cultura científica capaz de proporcionar aos envolvidos uma visão mais completa da Física (DARRAH et al. 2014; HODSON 1994). Esses fatores oportunizam ao estudante sua entrada em um ambiente de experimentação, um laboratório didático, estruturado conforme as orientações e desenvolvimento das atividades.

Inicialmente, foram determinados levantamentos de estudos bibliográficos, bem como fundamentos teóricos, que pudessem alicerçar esta pesquisa, trazendo contribuições e bases para a inserção de ideias no intuito de responder ao problema de pesquisa, além das perguntas auxiliares que foram surgindo com a evolução deste estudo.

Neste processo da evolução de modalidades de ensino não presencial, além das possibilidades de acesso ao conhecimento, por meio da utilização de tecnologias e metodologias para aulas experimentais no ensino de Física no país, surgiu a oportunidade de se verificar quais instituições oferecem cursos de licenciatura em Física na modalidade de EaD no Brasil, assim como de analisar como se processa a reconstrução dos conteúdos desse componente curricular nas aulas experimentais realizadas nos laboratórios desses cursos. Com esse objetivo, apropriou-se de dados que alicerçaram a formação da pesquisa desta tese.

Nessa perspectiva, é natural que se tragam para este estudo os possíveis impactos cognitivos oriundos da utilização das tecnologias para o ensino, sendo especificamente para a modalidade da EaD, assim como as possibilidades de interações e oportunidades que essa modalidade vem proporcionando com a utilização de ferramentas tecnológicas. Ademais,

também se questiona se de alguma forma elas influenciam na modificação de *drivers*<sup>2</sup> aprimorados ou adquiridos quando os estudantes realizam atividades experimentais virtuais e reais. Bem como os conteúdos trabalhados no curso de Física a distância estabelecem nos estudantes uma visão ideal quando realizam atividades experimentais.

Da mesma forma que o curso da modalidade presencial tem uma sala para que o aluno tenha contato com o professor, e os meios que são utilizados para se ter contato com o conhecimento no primeiro momento, para a modalidade a distância, e até mesmo a semipresencial, não é diferente. É necessária também uma sala para se ter o contato com o professor, entretanto essa sala é pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), sendo esta a forma de interagir com o professor responsável pela disciplina, como também pelo planejamento e metodologia aplicados na sala virtual. Portanto, o termo ‘ambiente’ estará se referindo neste texto à sala virtual da disciplina experimental.

Ao observar que o ambiente também é um dos meios que o estudante tem acesso ao conteúdo, ao professor, aos colegas, à fonte de comunicação que os direciona para pesquisar, foi levantada também a possibilidade de se verificar a forma que esse ambiente virtual auxilia na aquisição dos conteúdos das disciplinas experimentais. Ao passo que esse ambiente apresenta conteúdos que o caracterizam como propício para a realização de atividade experimental pode, então, ser definido como um laboratório didático virtual.

Para tanto, no presente trabalho, traz-se o debate dos tipos de laboratórios, como também da inserção de simulações computacionais no ensino de Física, onde o delineamento da pesquisa passa pela investigação das mudanças que podem ocorrer na estrutura cognitiva. Sendo um estudo de caso, esta tese analisa dois grupos que realizaram atividades experimentais, como também atividades reais, disponibilizadas aos estudantes de forma que a interação ocorreu totalmente a distância. Buscando aprofundar os conhecimentos existentes e também os que surgiram quando se realizaram atividades experimentais virtuais e atividades experimentais reais.

## 2.1 JUSTIFICATIVA

As atividades experimentais podem utilizar desde os aparatos do laboratório real, como também de simulações, o que pode caracterizá-lo também como laboratório virtual. As simulações também apresentam a vantagem de realizar experimentos que, fora do mundo virtual,

---

<sup>2</sup> *Drivers* - são dispositivos que trabalham como “máquinas virtuais” internas no cérebro, que possuem um papel importante na definição do pensamento humano no contexto da mediação e vão para além da “conexão” com o mecanismo externo. Termo utilizado na TMC.

ficam inviáveis de se realizar, como por exemplo experimentar situações de conservação de energia mecânica. E, também, por considerar o custo alto para a obtenção de um laboratório com todos os equipamentos necessários para a realização de uma atividade experimental (MARQUES et al., 2016).

Uma vez que as atividades propostas para serem desenvolvidas em laboratório didático são administradas a distância pelos professores da EaD, sendo que, na maioria das vezes, os estudantes devem se locomover até um polo mais próximo ou até a sede do curso para realizarem as atividades sob a orientação de um tutor, e a conclusão é feita em suas casas com o fechamento de relatórios. E como a Física possibilita a interação de testar, errar, e manipular os instrumentos experimentais, pensou-se em realizar atividades totalmente a distância, sem ter nenhum contato com os estudantes.

É possível verificar que há pouco enfoque na educação a distância em relação a experimentação, visto por Guaita e Gonçalves (2014, p.1463), que determinam:

A experimentação configura-se como objeto de investigação através de inúmeros registros na literatura, entretanto em tais pesquisas existe um grande enfoque na educação presencial ao passo que são poucos os registros na literatura acerca de pesquisas relacionadas à experimentação na educação superior a distância.

Diante da ideia de que o laboratório didático é imprescindível no processo ensino aprendizagem, possibilitando um aprendizado mais agradável, dinâmico e interativo, foram aplicadas atividades experimentais que trouxessem respostas para o problema pontuado e para as perguntas levantadas nesta pesquisa.

Com o conceito de uma interação totalmente a distância, sem nenhum contato presencial com os estudantes e nem com o tutor, foram aplicadas as atividades experimentais para verificar quais mudanças cognitivas poderiam ocorrer, ou não, com a sua realização, utilizando metodologias diversificadas.

Recorreu-se, então, à Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) de Souza (2004); et al., (2012); (2015), que considera que a mediação digital pode trazer ganhos cognitivos mensuráveis, da mesma forma, apropriando-se da afirmação que pode alterar a estrutura cognitiva conceitual do indivíduo, com o surgimento da aprendizagem quando houver. Além de estarem fundamentadas com ideias filosóficas e epistemológicas de Lévy (1998a); (1998b); (1996); (2000); (2010).

Portanto, esses são os levantamentos que norteiam esta pesquisa de tese, com os apontamentos para verificar o problema a seguir.

## 2.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Perante as evidências que compõem a introdução, com base nas inquietações apresentadas junto com a trajetória pessoal, surgiu o problema que se apresenta como diretriz para a presente tese: **como ocorre o processo de (re) construção de conceitos de Física em atividades experimentais em cursos de Física a distância?**

No contexto investigativo é compreendido que a constituição dessa pergunta já está carregada de pressupostos, não somente vivenciais, mas também teórico-filosóficos, que abarcam visões para três aspectos que desencadeiam três perguntas auxiliares, a saber:

1. Quais são os *drivers*<sup>3</sup> aprimorados ou adquiridos quando os estudantes do curso de Física a distância realizam atividades experimentais virtuais e reais?
2. Quais as estratégias trabalhadas no curso de Física a distância que estabelecem nos estudantes casos extremos quando realizam atividade experimental?
3. De que forma o ambiente virtual auxilia na aquisição dos conteúdos das disciplinas experimentais?

## 2.3 OBJETIVOS

### 2.3.1 Objetivo Geral

Avaliar como ocorre o processo de (re) construção de conceitos de Física em atividades experimentais em cursos de Física a distância por meio de atividades experimentais reais e virtuais.

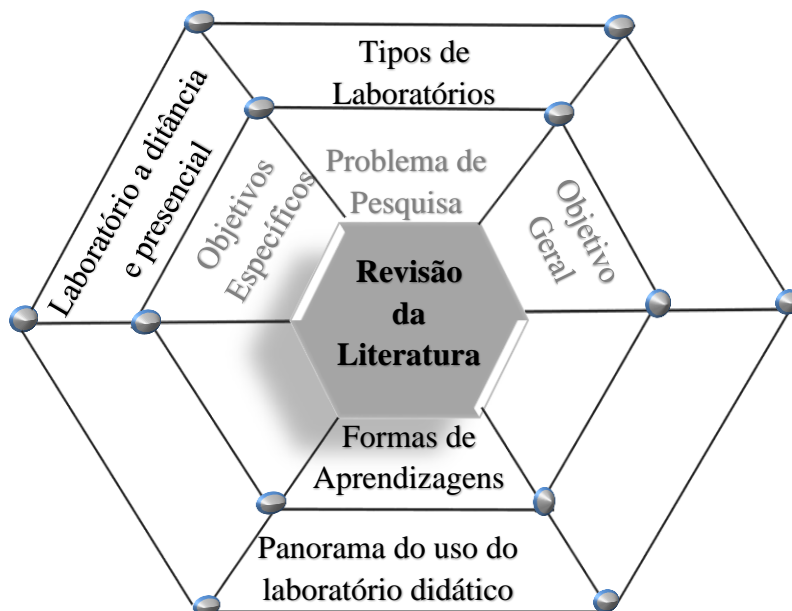
### 2.3.2 Objetivos Específicos

- Investigar e compreender os *drivers* aprimorados e ou adquiridos quando os estudantes do curso de Física realizam atividades experimentais virtuais e reais.
- Investigar as estratégias trabalhadas no curso de Física a distância que estabelecem nos estudantes casos extremos quando realizam atividade experimental.
- Compreender a forma que o ambiente virtual auxilia o estudante na aquisição dos conteúdos das disciplinas experimentais.

---

<sup>3</sup> Drivers: explicado na página 19.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA



Fonte: a autora.

Sendo discutidos<sup>4</sup>   
 Que já foram discutidos<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Os assuntos discutidos neste capítulo, estão descritos em negrito na imagem da teia.

<sup>5</sup> Os assuntos que já foram discutidos, estão descritos na cor cinza na imagem da teia.

Este capítulo apresenta uma revisão da literatura em relação aos pontos que harmonizam uma leitura, de modo a compreender a aprendizagem no campo da atividade experimental de Física nos meios virtual e real. Baseia-se em publicações que levaram a pesquisar sobre o uso do laboratório didático nesse meio que a tese propõe. Dessa forma, não se trata de uma interpretação nova frente às ideias de autores. Em termos de trajetória da pesquisa, trata-se de uma revisitação, isto é, de um aprofundamento nas principais propostas defendidas pelos pesquisadores, as quais foram escolhidas não somente por proporcionar uma base para uma compreensão do que já foi pesquisado, mas também por fazerem parte da evolução que está sendo discutida no meio da pesquisa acadêmica.

Em função disso, apresenta – em forma de teia – a visão dessa caminhada de leituras alcançadas durante o período de 2014 a 2015. O intuito foi o de trazer não somente aquilo que está dito pelos pesquisadores em suas investigações, mas também de apresentar os aspectos que inquietaram, surpreenderam e apreenderam ao longo das leituras realizadas, fazendo também uma ligação dos axiomas que foram descobertos com as reflexões do referencial teórico, os quais são apresentados no capítulo 4. Ademais, complementa-se este capítulo com algumas leituras realizadas de autores que publicaram suas ideias e opiniões em livros e revistas.

No princípio, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica de artigos que pudessem fazer parte das linhas centrais desta tese. Para fundamentar essa revisão bibliográfica, foram consultadas as seguintes revistas dos períodos de 2000 a 2015: *Investigações em Ensino de Ciências*; *Physics Education Research*; *Renote*; *Revista Brasileira de Ensino de Física*; *Enseñanza de las Ciencias*; *Journal of Educational Psychology*; *Revista Latinoamericana de Física Educativa*; *International Journal of Science Education*; *Revista de Informática na Educação: teoria & prática* e *Revista Brasileira em Ensino de Ciência e Tecnologia*.

Além dessas revistas, também foram consultadas as seguintes bases de dados: ERIC (*Educational Resources Information Center*); EBSCO (*Academic Search Premier*); Scielo (*Scientific Electronic Library Online*); Scopus (Base de dados) e Google Acadêmico.

A metodologia adotada para a pesquisa nas revistas e bases de dados pesquisadas foi buscar na ferramenta “*search*” das páginas desses *sites* na internet as entradas de título e resumo dos termos: “*physics distance*”, “Física a distância”, “*physics distance learning*”, “educação a distância em Física”, “*virtual physics laboratory*”, “laboratório de Física virtual”, “*distance education*”, “educação a distância”. Separando os artigos que foram adquiridos, utilizou-se o método análise de conteúdo. A partir dele, foram criadas três categorias tendo como foco os trabalhos publicados.

- Tipos de laboratórios;



- Formas de aprendizagem com a Tecnologia da Informação e Comunicação;
- Simulações, avaliação.

Essas categorias foram criadas após as leituras realizadas dos artigos pesquisados, com o intuito de desenvolver um levantamento de pesquisas com temas que estão relacionados ao título desta tese.

Além desse aspecto, apresenta-se na seção 3.1 uma breve explanação sobre “Panorama do uso de Laboratório Didático em Cursos de Ensino de Física, Modalidade a Distância, no País”. Esse subtítulo originou a publicação do primeiro artigo que foi apresentado por (VELOSO; ANDRADE NETO, 2014). Teve como objetivo realizar um diagnóstico desses laboratórios diante do que existe publicado em uma revisão da literatura da área no âmbito internacional, considerando as visões de autores notadamente reconhecidos no campo do ensino de Física. Considerando-se importante essa exposição inicial para situar o leitor em relação ao que está sendo defendido em pesquisas fora do Brasil, possibilitando assim um contraste (mesmo que implícito) com esse cenário e as ideias defendidas em âmbito nacional.

### 3.1 PANORAMA DO USO DE LABORATÓRIO DIDÁTICO EM CURSOS DE ENSINO DE FÍSICA, MODALIDADE A DISTÂNCIA, NO PAÍS

O uso do laboratório didático na educação para o desenvolvimento de experimentos, especificamente para a área experimental em Física, constitui um elemento inovador e transformador no ensino e na aprendizagem do aluno, podendo interferir no fenômeno e no processo educacional, sobretudo no contexto de educação a distância. Um dos grandes desafios na implantação e no uso desses laboratórios é que eles realmente representem uma inovação nos métodos de ensino e uma melhoria dos processos de (re) construção do conhecimento e da aprendizagem. Desse modo, “aprender fazendo” é uma expressão que se revela em atividades laboratoriais e se fortalece pela teoria construtivista, por considerar que o conhecimento deve ser construído pelo aprendiz, por meio da interação com o objeto, e não somente transmitido pelo professor (LINDSAY et al., 2007).

Em vista desse fato, observa-se que, no laboratório, os estudantes desenvolvem habilidades sociais e de trabalho em equipe. Nesse contexto, Guillermo et al. (2013) destacam que o Laboratório Virtual, se bem conduzido, pode desenvolver habilidades sociais em uma turma de uma disciplina e também realizar ações colaborativas em grupo. Nesse sentido, Martinez (2000) destaca que diversos estudos realizados demonstraram que os estudantes, apoiados pela educação mediada por tecnologia, necessitaram de um terço a menos de tempo do

que aqueles que utilizaram métodos tradicionais para superar metas de ensino em laboratório real.

A pesquisa apresentada por Meisner et al. (2008), com o tema “Aprendendo a Física em um Ambiente Virtual: Existe Alguma? ” Destaca que estudantes não conseguem evidenciar a compreensão profunda de conteúdo em Ciências quando submetidos ao processo convencional de instrução de palestras e demonstrações. Em seu trabalho, são mencionadas inúmeras pesquisas realizadas nos Estados Unidos sobre palestras cuidadosamente elaboradas, seja *in situ* ou em um espaço virtual, as quais, porém, não ajudam a responder de forma afirmativa à pergunta feita por Hake (2007), "Educação a Distância e Aprendizagem na Sala de Aula: existe relação?". Foi esse foco que possibilitou subsídios para elaborar o título desta tese, com a intenção de explicar essas tentativas de "experiências" educacionais, pretendendo verificar em que tipo de laboratório estão sendo trabalhadas as aulas experimentais e quais são as características dos laboratórios de Física nessa modalidade no Brasil. Em sua pesquisa, Meisner et al. (2008) apresentam, sob o enfoque da abordagem de experimentação virtual, a utilização de laboratório didático com o desenvolvimento da aprendizagem na autoria de Física virtual assíncrona em ambientes laboratoriais.

Dessa forma, foi criado o *LabPhysics*, um *software* modular e multipropósito podendo ser usado como uma plataforma para cursos: horizontalmente, entre as ciências, e, verticalmente, em uma disciplina específica. O primeiro curso criado com esse *software* foi uma introdução ao curso de Física de nível superior (ou ensino médio) em mecânica. Percebeu-se que o *LabPhysics* inclui tanto o processo quanto o conteúdo da ciência, componentes essenciais a qualquer curso, para que os estudantes pudessem iniciar o estudo da disciplina, assim como características para um laboratório didático.

No processo científico, esses pesquisadores destacam que exames laboratoriais detalhados e altamente interativos, com a tomada de decisão, a seleção de equipamentos e instrumentação, a coleta de dados, a análise e a capacidade de cometer erros, são essenciais componentes da experiência. O princípio orientador da implementação desse processo e o desenvolvimento tanto do *software* quanto da estrutura e da história de tutoriais que compreendem o curso “*LabPhysics* Mecânica” é a Oficina de Pedagogia de Modelagem, um aclamado programa financiado por uma empresa dos Estados Unidos que investiu nessa pesquisa para que os pesquisadores e os professores de Física pudessem verificar o funcionamento desse laboratório virtual. Essa abordagem proporcionou atividades na reforma do ensino da Física, levando os estudantes a investigarem padrões na Física e mapeá-los em específicos sistemas conceituais utilizando inúmeras representações (MEISNER et al., 2008). Conforme afirmam

Arruda et al. (2001), a estratégia de ensino de Física sob enfoque experimental é defendida por diversos investigadores e educadores do ensino de Ciências, a partir de uma perspectiva de ensino cognitivista.

Nessa possibilidade de utilizar o laboratório didático virtual, enfatiza-se que a experimentação deve ser orientada segundo seu aspecto qualitativo, visando problematizar para obter uma situação de ensino mais significativa (VILLATORRE; HIGA, 2008). Observa-se nesse trabalho de Meisner et al. (2008) que o *LabPhysics* é uma variação de modelos analisados de laboratórios didáticos em disciplinas experimentais de Física, no estudo para fins de modelagem. Procurando verificar outras maneiras de utilizar o laboratório didático, foi analisada uma pesquisa realizada na Universidade de Havana, em Cuba, por Llerena e González (2010). O resultado sobre o uso de experimentos de Física simulados, que chamaram de Simulações Virtuais de Experimentos de Professores (SVEP), é considerado praticamente a única alternativa para experimentos de ensino. Em muitos casos, os professores sentiram que isso poderia substituir verdadeiros laboratórios tradicionais; no entanto, poucos estudos teóricos pedagogicamente fundamentados foram realizados para definir o verdadeiro alcance e as possibilidades educacionais dessas simulações.

Ao usar os processos de simulações, é de extrema importância que tanto o professor quanto o aluno estejam conscientes de que eles são um modelo simplificado da realidade, sob o risco de assimilar uma ideia errada do fenômeno em estudo (HECKLER et al., 2007). Percebe-se que a pesquisa foi dividida em três grupos. O primeiro teve aulas no laboratório virtual com guias de explicações e aplicação dos simuladores. O segundo, no laboratório real, com instrumentos experimentais, sem contato com simuladores e ambiente virtual. As aulas do terceiro grupo foram ministradas no laboratório virtual, associadas ao laboratório real. Com a aplicação dessa pesquisa, concluiu-se que o terceiro grupo apresentou maior possibilidade de aprender do que os outros dois, principalmente quando realizaram experimentos virtuais utilizando os simuladores. Hohenfeld e Penido falam sobre o uso da simulação e o que esta pode oportunizar nas aulas experimentais:

Nas Simulações, existe a possibilidade do teste das hipóteses uma vez que é possível mudar os parâmetros, ainda que isso seja difícil de acontecer em condições reais. De tal forma que permite a criação de hipóteses fora do modelo vigente, que podem ser testadas para alguns fenômenos, os quais não podem ser observados com o aparato experimental disponível (HOHENFELD; PENIDO, 2009, p.6).

Observa-se que, dessa forma, a perspectiva investigativa nas atividades experimentais pode ser estruturada a partir da complementaridade dos laboratórios tradicionais e virtuais. Trentin e Tarouco (2002) comprovaram por meio de uma pesquisa que um laboratório virtual

tem que estar inserido em um ambiente de apoio. Esse ambiente é baseado em atividades que o aluno é convidado a realizar. Nelas há instruções e sugestões para que ele tire o máximo de proveito do ambiente, além do acesso aos conteúdos complementares, como a utilização de experimentos virtuais com o complemento de simuladores, *links* de apoio, fórum, leituras, material didático, diário de bordo, *chats*, mural bate-papo, perfil e testes *on-line*. Silva (2009) destaca que, nos países do Reino Unido, na Austrália, nos Estados Unidos, em países da Europa e na Nova Zelândia, a EaD foi estudada de forma a viabilizar a testagem e o questionamento da metodologia que estava sendo empregada no ensino superior em cursos a distância. Foram verificadas melhorias principalmente na utilização de experimentos em laboratórios didáticos para o ensino de Física.

Ao comparar com o Brasil, observa-se na literatura, que pesquisas abordam os indicadores de qualidade para elaboração de um curso de Licenciatura em Física, Química, Biologia e Matemática na modalidade a distância (NETTO; GIRAFFA, 2014). Isto, com a visão de se ter cursos de qualidades que apresentem não somente o uso de laboratório, sendo conforme sua característica, mas que evidenciem formas de como funcionar estes cursos.

Um outro ponto que se pode destacar é o projeto implementado por Holubova (2015). Tinha como objetivo de descobrir métodos de ensino e aprendizagem que os professores e alunos pudessem utilizar em sala de aula do século 21. Esse projeto estava alicerçado na estratégia de como envolver os alunos da geração Y e Z no processo de aprendizagem, utilizando-se de várias maneiras e possibilidades de métodos. Com a aplicação desse trabalho, Holubova (2015) verificou que a geração Y, assim como aprendizes gen Z, pode ser motivada por vários métodos de ensino com base em sua própria atividade. Seu próprio fazer parecia ser mais importante para eles do que a aprendizagem em si. Dessa forma, todos esses aspectos nos fazem pensar sobre a aprendizagem baseada na utilização da tecnologia, como facilitador para a mediação cognitiva.

A possibilidade de o aluno aprender em um laboratório didático no ensino de Física permite a interação de novos conhecimentos neste mundo globalizado. Com o objetivo de comparar tipos de laboratórios, são discutidos, a seguir, alguns que podem ser utilizados para a ministração das aulas experimentais no ensino de Física.

### 3.2 TIPOS DE LABORATÓRIOS

Existem várias pesquisas relacionadas a tipos de laboratórios, entre as quais se destaca Implementação de Laboratórios Virtuais em Realidade Aumentada para Educação a Distância, de Forte et al. (2008). Esse artigo apresenta uma discussão sobre laboratórios virtuais implementados com multimídia, realidade virtual e realidade aumentada, analisando seus

aspectos técnicos e educacionais e enfatizando a colaboração local e remota. Ressaltam-se nessa pesquisa exatamente os tipos de laboratórios e suas vantagens e desvantagens. Os laboratórios são caracterizados a seguir, conforme descrevem os autores:

a) Laboratório Real – Ambiente físico com instrumentos para manuseios e guias de orientação nos momentos da montagem e de teste dos experimentos, por sua característica Física, impede o acesso amplo a seus recursos. Mesmo quando se trata apenas de estudantes de educação presencial, é preciso lembrar que o acesso a laboratórios reais também é dificultado, na medida em que estes são limitados fisicamente e, via de regra, não poderiam suportar todos os estudantes que desejassem fazer seus experimentos nos momentos em que estão disponíveis, necessitando de agendamento para sua utilização. As vantagens são a interação com equipamentos reais, o trabalho colaborativo e os resultados reais.

b) Laboratório Virtual – Esses laboratórios distinguem-se bastante entre si e podem ser caracterizados principalmente de dois modos: por tipo de tecnologia empregada, sendo mais comum a multimídia, aqueles em realidade virtual, e os laboratórios em realidade aumentada; ou por aspectos de colaboração, os laboratórios que existem em ambientes de colaboração local e de colaboração remota.

Visto que o laboratório virtual se subdivide, Forte et al. (2008) fornecem a seguinte explicação:

I) Virtual com multimídia – Podem apresentar sons, textos, animações, vídeos e imagens, a fim de que o conteúdo abordado seja apresentado de maneira ampla e com fácil compreensão. Os laboratórios multimídia podem ser distribuídos em CD, como parte integrante do material didático de determinado curso, ou disponibilizados na internet para acesso *on-line*. Aqui também se introduzem experiências mais antigas de expansão do conhecimento laboratorial, feitas por meio de gravação, e disponibilização de conteúdo por vídeos ou DVD, mostrando como é realizada determinada prática laboratorial. Pode-se salientar como vantagens a fácil distribuição e o baixo custo de desenvolvimento. Já como desvantagem o fato de pouco contribuir para o aprendizado das características práticas do ensino laboratorial.

II) Virtual com a realidade virtual – Caracteriza-se pela imersão total do usuário no mundo virtual, o que equivale dizer que ele é transferido para o ambiente programado por meio de recursos como óculos de visualização ou *caves*. Esses laboratórios trabalham com o conceito de simulação do ambiente laboratorial, podendo ser tão eficazes quanto sua representação fiel. Nas vantagens, estão o alto índice de imersão e a representação do ambiente real. E como desvantagens, alto custo de desenvolvimento e restrições de uso e distribuição porque precisam de *hardwares* específicos.

III) Virtual em realidade aumentada – Caracteriza-se pelo enriquecimento do mundo real mediante a adição de elementos virtuais. O usuário geralmente observa a ocorrência de eventos, a partir da tela do computador, sem precisar se munir de dispositivos especiais de visualização, e interage com os objetos virtuais com o auxílio de marcadores tangíveis, também sem necessitar de dispositivos especiais para a tarefa. Como vantagens, destacam-se o baixo custo de desenvolvimento, índice satisfatório de representação de aplicações, facilidade de interação e não haver necessidade de hardwares específicos. A desvantagem é o menor índice de imersão. Nesses três modelos inseridos em laboratório virtual, percebe-se a evolução da tecnologia que Silva (2009) aborda, possuindo, cada uma, forma específica, mas com requisitos, conforme o autor afirma, de estimular o raciocínio do aluno para questionar, testar e buscar o resultado.

Nesse sentido, o uso do laboratório didático no ensino de Física toma a conotação de imprescindibilidade, situação que parece ser consensual entre pesquisadores e também entre os professores que não se refutam ao uso de atividades experimentais no processo de ensino e aprendizagem dessa ciência (PINHO ALVES, 2000).

Na visão de Grandini e Grandini (2008), determinam que fica claro que o laboratório didático propicia ao aluno a vivência e o manuseio de instrumentais. Permitindo ao conhecimento de diversos tipos de atividades, que poderão lhe estimular a curiosidade e a vontade em aprender e a vivenciar a Ciência (GRANDINI; GRANDINI, 2008).

### 3.3 LABORATÓRIO DIDÁTICO A DISTÂNCIA VERSUS LABORATÓRIO DIDÁTICO PRESENCIAL/ TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Nos métodos tradicionais de educação, as aulas práticas de Física seguem roteiros predeterminados, e as aulas teóricas são predominantemente expositivas. O professor é responsável pela aprendizagem dos alunos, isto é, tudo o que é trabalhado em sala de aula é orientado por ele, seguindo os conteúdos programáticos.

Nesse cenário, o computador pode ser utilizado como recurso didático de diversas formas. Uma delas consiste em realizar a modelagem ou a simulação, nas quais os estudantes efetuam atividades que simulam o mundo real com maior interatividade com o modelo físico. Dessa forma, a simulação de fenômenos físicos a partir dos modelos computacionais constitui um recurso didático no ensino de Física, enriquecendo e atualizando as atividades programáticas (SILVA, 2011).

Os programas de simulação são apenas modelos teóricos da realidade com base na observação do mundo real. Assim, entende-se que as simulações não podem substituir por

completo as atividades experimentais e o uso de laboratórios (presenciais) no ensino. Sobre esse ponto, Silva (2011) destaca que uma simulação não é uma cópia fiel do mundo real, pois a simulação está baseada em modelos e premissas específicos, os quais apresentam grau de precisão e limite de validade. Conforme os pensamentos de Moran (2005), as atividades experimentais no ensino de Física, com a utilização de tecnologias da informação e comunicação, facilitam a interação do aluno na utilização de laboratórios virtuais, sendo que essa aprendizagem deve ocorrer de forma proporcional.

O autor enfatiza que o professor precisa ter muita flexibilidade e capacidade de adaptação nesse processo. Criar muito, estar atento para ver se está indo tudo bem, mudar a estratégia, as dinâmicas. Às vezes, uma aula no laboratório não está funcionando, trava a rede, tudo fica lento, então tem que mudar, tem que prever alternativas. Se há complicações, criar outra atividade, ter uma segunda proposta para dar continuidade à aula.

#### 3.4 LABORATÓRIO DIDÁTICO E SUA IMPORTÂNCIA NA FORMAÇÃO DO ESTUDANTE DE FÍSICA NA EAD

Contextualizando o laboratório didático e a importância de sua utilização na formação do estudante de Física da EaD determina-se uma visão que, para os teóricos trazidos anteriormente, não pode passar sem uma explanação de possibilidades que interferem no andamento de desafios que ultrapassam a visão da distância e da presença.

Macêdo (2010), por sua vez, traz em sua dissertação alguns teóricos que apontam para uma variedade de barreiras que dificultam a aprendizagem dos estudantes durante as atividades de laboratório. Dentre elas, podem-se destacar a compreensão da natureza do problema, o procedimento experimental, a adoção da perspectiva teórica relevante relacionada com o tema em estudo, o acompanhamento da leitura e a assimilação das instruções do experimento, a compreensão, ou pelo menos o manejo correto dos aparatos em questão. Isso possibilita questionar como são os procedimentos quando o estudante está inserido na modalidade da EaD. De igual forma, se essas barreiras também estão presentes quando se devem realizar atividades experimentais em determinado ambiente.

Considerando o termo ambiente como sala virtual desenvolvida na plataforma *Moodle*, verifica-se como estão sendo vistas por outros teóricos as probabilidades e a importância da utilização do laboratório didático. Nesse sentido, Fonseca et al. (2013) demonstram que os jovens estão cada vez mais conectados, buscando novas formas de comunicação e interação com os outros. Na sua opinião, surge a necessidade de potencializar o uso da tecnologia para fins educativos. Dentre as diversas possibilidades, esses autores realizaram um estudo que permitiu a

construção de um laboratório didático, adotando como nome específico no seu trabalho a expressão ‘laboratório virtual’. Esse laboratório virtual foi pensado de duas maneiras: uma com simulações que pudessem ser executadas em uma plataforma, e a outra fazendo filmagem de situação real e disponibilizando também na plataforma para que os alunos pudessem interagir.

Nesse viés, Fonseca et al. (2013) apontam que nesse trabalho surgiu a necessidade de fornecer exemplos da teoria que tivessem base concreta e permitissem criar degraus com nível intermediário de abstração para a compreensão do conteúdo. Essa necessidade era acentuada pela falta, no currículo, de disciplinas experimentais com conteúdo correspondente ao das aulas teóricas. O laboratório virtual era uma maneira de complementar as aulas em sala com atividades baseadas no comportamento real dos objetos. Como salientam os depoimentos dos estudantes, eles destacam que fica evidente que o laboratório virtual seria uma boa opção, pois, além de serem precisos, os resultados obtidos são mais próximos do esperado teoricamente.

### 3.5 FORMAS DE APRENDIZAGEM COM A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Trazendo uma visão sobre a relação do uso do laboratório didático na EaD, Dias et al. 2014, citam que hoje considera-se o ensino a distância de quarta geração, com uma nova roupagem, baseado nas novas tecnologias (internet, computador, DVD). Além disso, esses autores destacam vários questionamentos que vão ao encontro de um dos pontos que esta pesquisa almeja, em relação à aprendizagem do estudante e também sobre como são realizadas tais atividades experimentais.

Com este trabalho, foi verificado que Dias et al. (2014) consideram que a utilização de atividades práticas se torna imprescindível por determinar que é a partir desse tipo de experiência que o futuro profissional dessa área construirá grande parte de seu conhecimento técnico científico, cabendo aos professores e tutores investir no planejamento de atividades que priorizem o caráter prático, a criatividade e agilidade em sua estrutura e execução. Tendo esses aspectos em mente, os autores aplicaram uma atividade experimental com o objetivo da construção de uma prática pedagógica a partir da execução de aulas experimentais sobre o estudo da natureza da luz e sua propagação em meios homogêneos.

De acordo com a metodologia do curso da instituição em que eles estavam inseridos, Dias et al. (2014) desenvolveram, para cada um dos tópicos semanais, a elaboração, em grupos, de algumas questões a serem debatidas, mostrando sua visão sobre o assunto. Dessa forma, para cada um dos tópicos, foram realizadas três atividades: leituras, experimentos e debates. O tutor presencial teve o papel de moderador do debate, com a função de coordenar a atividade *on line*



semanal, servindo para fazer um fechamento do tema da semana, cuja discussão se deu na plataforma *Moodle*. Após a meta de estudo e discussão, os estudantes desenvolveram a utilização de simulações computadorizadas, implementadas com o auxílio de linguagem Java, que demonstraram alguns fenômenos físicos. Os autores destacam que é patente a colocação do aluno na situação passiva de mero observador. Ressaltam também, que até agora não se dispõem de técnicas de realidade virtual avançadas o suficiente para proporcionar a mesma vivência de uma experiência real. Em vista disso, cabe salientar que se faz necessária a realização de aulas práticas nos polos de apoio presencial.

Fica evidenciado, na pesquisa de Dias et al. (2014), que foram utilizadas várias metodologias para a realização da atividade experimental, sendo antes discutido, estudado em grupo, bem como visualizado o experimento em vídeo. Após esse processo, ocorreu a aplicação do experimento na prática, no real, no polo presencial. A simulação foi utilizada, mas para uma visualização, sendo o aluno mero observador do que estava ocorrendo com a simulação, não tendo a oportunidade de modificar ou até mesmo de alterar alguns parâmetros sugeridos no guia.

Nessa linha de verificar as atividades experimentais, a forma com que elas são trabalhadas no curso, desenvolve sucessivamente uma compreensão das novas competências para os professores. Além disso, também se evidencia a relação do professor em sua contribuição com o processo de evolução da aprendizagem no estudante. É comprovado que a participação do professor é de vital importância na evolução do aprendizado do estudante. Muñoz et al. (2011) determinam, com a reflexão sobre dois dos modos de educação a distância, que assumem importância, nessa mudança da universidade, o *e-learning* e *b-learning*, que consistem principalmente em processos de aprendizagem virtualizada por intermédio do uso de equipamentos de informática.

Sendo assim, evidencia-se que o uso das TIC pelos professores está proporcionando uma melhor aprendizagem aos estudantes, o que também é comprovado e sustentado por Moran (2005), Muñoz et al. (2011), Dias et al. (2014), teóricos que embasam esta pesquisa. Enfim, sublinha-se que as políticas de formação devem reafirmar as competências dos professores universitários no uso de dispositivos de telemática, recursos e ferramentas relacionadas à aprendizagem combinada e virtuais, com o uso e aplicação das TIC (DIAS, et al., 2014). Confirma-se, então, o que Romero (2010) afirma sobre as tecnologias interativas, como multimídia, hipermídia, jogos e realidade virtual possuírem grande potencial para aplicações na área educacional.

### 3.6 VIRTUALIZAÇÃO, SIMULAÇÃO, AVALIAÇÃO

A Virtualização do processo de aprendizagem mediante a utilização de equipamentos de informática é caracterizada como um dos elementos que incentivaram a utilização da internet (UCEDA; SENEN, 2010). A cada dia são pensadas novas estratégias e formas de aprimorar as atividades experimentais no laboratório didático. Dentre as diversas estratégias possíveis para o ensino de Física, alguns trabalhos evidenciam que a virtualização é determinada de duas maneiras. Uma sendo por filmagem de uma situação real no laboratório com explicações e aplicações para os estudantes. A outra, por meio de simulações que recriam situações Físicas idealizadas de modo a facilitar a interpretação de um fenômeno físico.

No caso da filmagem, destaca-se o trabalho de Fonseca et al. (2013), que apresenta o uso de filmes para análises quantitativas de alguns dos fenômenos físicos abordados em disciplinas básicas de Mecânica. Dessa forma, eles traziam a ideia não só da virtualização de uma situação real que foi filmada em laboratório didático, mas a sua transformação para ser implementado em um laboratório virtual. O intuito dos autores eram o de ter um laboratório virtual, demonstrando como a teoria abordada em sala de aula pode ser aplicada a uma situação concreta por meio de filmes de experimentos reais (FONSECA et al. 2013). Desse modo, demonstram que a modalidade a distância permite afirmar que os alcances físicos de uma aula não serão mais definidos pelas paredes das salas de aula ou dos laboratórios de ensino, conforme observa Silva (2000), até mesmo porque nessa oportunidade de se obter conhecimento o ponto principal não está no meio em que está inserido, mas sim onde se buscam as informações.

Essas variadas formas de utilização das tecnologias certamente são constituídas de ferramentas importantes no ensino, aumentando a eficiência didática e facilitando o acesso ao ensino de uma parcela cada vez maior da sociedade (CUNHA, 2000). Contudo, esses aspectos levam a indagar: até que ponto o estudante consegue associar o real com que está vendo na virtualização? Com esse questionamento, evidenciam-se alguns trabalhos em que foi utilizada a simulação em forma de atividade experimental.

Nico et al. (2012) pesquisaram sobre os efeitos de aprendizagem de simulações de computador na educação científica com foco em duas questões: como o uso de simulações de computador pode melhorar a educação tradicional e como as simulações de computador são mais utilizadas a fim de melhorar os processos e resultados de aprendizagem? Nesse trabalho, os autores trazem a preocupação da aprendizagem e seus processos, sabendo-se que a aprendizagem será sempre o ponto central para cada metodologia aplicada. Essa é, portanto, mais uma evidência que este trabalho pode apresentar em relação aos relatos de estudos que investigaram simulações de computador como uma substituição ou acessório ao ensino tradicional. Em

particular, Nico et al. (2012) consideram os efeitos de variações na forma como a informação é visualizada, como o apoio instrucional é fornecido, e como a simulação de computador é incorporada no cenário da lição.

Desta forma, destaca-se que, diante da literatura revisada, há fortes evidências de que a simulação de computador, a filmagem de atividades experimentais e a utilização de guias devidamente estruturados com possibilidades de incentivo para o uso de tecnologias, pode melhorar a instrução tradicional, especialmente na medida em que as atividades laboratoriais são desenvolvidas. Nesse viés, Darrah et al. (2014) defendem que as experiências virtuais de laboratório de Física podem fornecer uma alternativa ou complementar aos tradicionais laboratórios práticos. Eles investigaram um conjunto de laboratórios virtuais que contêm os componentes importantes correspondendo bem a laboratórios práticos: uma demonstração por vídeo usando pessoas reais e equipamentos reais, simulações interativas para conduzir a experiência, obtiveram dados de ferramentas de coleta e a capacidade de produzir relatórios de laboratório suficientemente como se fosse no prático.

Darrah et al. (2014) constataram que o laboratório virtual poderia produzir os mesmos resultados de aprendizagem em uma experiência prática de laboratório real, usando simulação e plataforma com características de laboratório. Assim, sobre a ideia do uso da simulação, Andrade Neto e Wolff (2014) tiveram oportunidade de verificar essa questão detalhadamente. Para tanto, trabalharam com o uso de simulações para a aprendizagem significativa do conceito de colisões. Nesse estudo utilizaram análises verbal e gestual como indicadores de imagens mentais empregadas pelos estudantes durante suas explicações, fazendo uma avaliação dos aspectos que ocorreram antes e depois do uso das simulações. Os dados foram coletados por meio de entrevistas, realizadas antes e após as simulações, com o grupo experimental e o de controle.

Com essas contribuições, define-se que, apesar de as ações e a metodologia terem sido aplicadas para estudantes da modalidade presencial, toma-se como exemplo para as ações que estão sendo aplicadas nesta tese. Não entrando, no mérito da justificativa, salienta-se que este trabalho destaca não somente o uso da simulação, mas também uma possível evolução da aprendizagem nos diferentes grupos que Andrade Neto e Wolff (2014) analisaram, com o aporte teórico da Teoria de Aprendizagem de Ausubel e a Teoria da Mediação Cognitiva (TMC).

### 3.7 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO AOS TRABALHOS PESQUISADOS

No princípio deste capítulo, fica evidenciado um levantamento de pesquisas que trazem uma visão do que está sendo investigado em outros países. A utilização do laboratório didático, e suas possibilidades de uso em bancadas virtuais com simulações associadas com bancadas

reais, é considerada mais eficaz diante dos resultados apresentados, de comprovações feitas por Heckler et al. (2007).

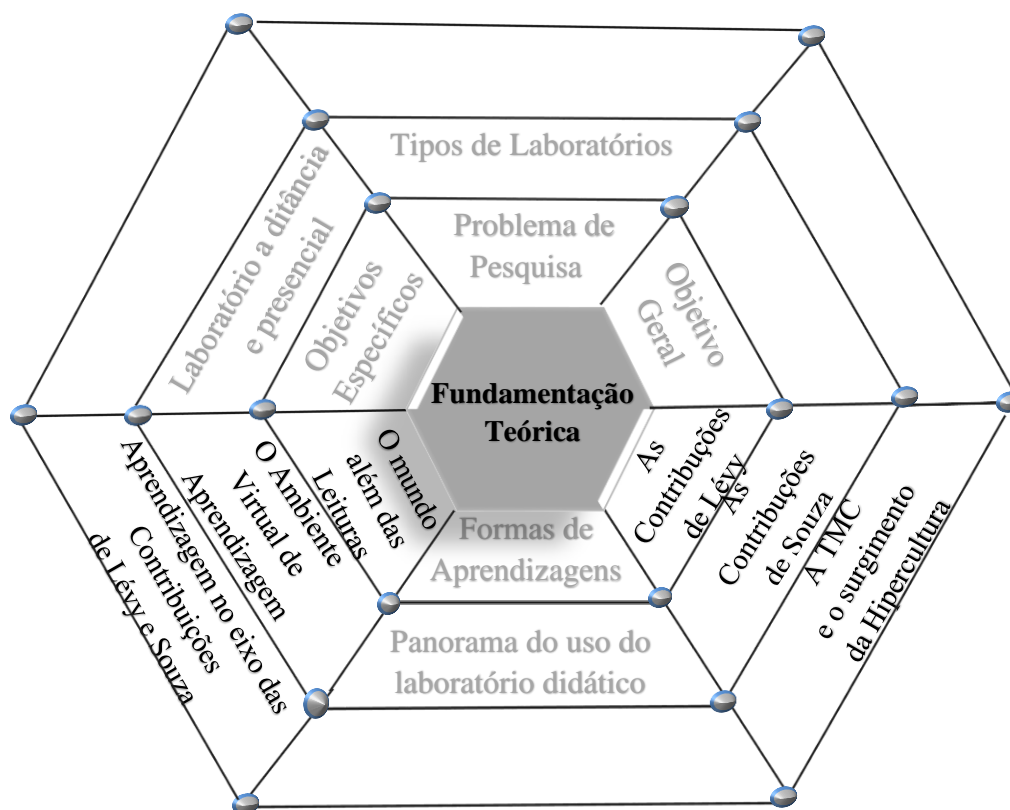
Os estudos realizados por essas pesquisas permitiram perceber que esses países há muito tempo vêm estudando esses tipos de atividades para a ciência. Como Silva (2009) destaca que, em outros países vem sendo estudada a metodologia que está sendo empregada no ensino superior em cursos a distância. Trazendo uma preocupação de verificar se essas metodologias, aplicadas no ensino da Física especificamente, estão possibilitando à estudante aprendizagem satisfatória.

Ao se comparar com o Brasil, percebe-se que ainda há muito o que se investigar nessa modalidade, pois como Dias et al. (2014) afirmam que o aluno é um mero observador quando está realizando atividades com o uso da simulação. E que não se dispõem de técnicas de realidade virtual avançadas o suficiente para proporcionar a mesma vivência de uma experiência real. Em vista disso, eles salientam que a forma com que são trabalhadas as atividades experimentais demanda que sejam realizadas também aulas práticas nos polos de apoio presencial. Enfim, não há incentivo para o uso de tecnologias que possibilitem ao estudante essa interação de manipular uma simulação e depois uma atividade real. Orofino et al. (2014), determinam que as atividades experimentais proporcionam aos estudantes um ambiente onde eles podem testar as suas hipóteses, indagações e curiosidades, além de fazerem uso da criatividade para resolver possíveis situações-problemas durante a prática.

Diante desses estudos, definiram-se pontos essenciais que colaboraram para esta tese, sendo que um deles foi o de trazer visões e conhecimentos escassos ou até mesmo que ainda não foram trabalhados, envolvendo esse campo de laboratório didático, atividades experimentais associadas com a cognição, currículo de Física e metodologia, vivenciadas na modalidade de EaD. E como se pode melhorar a instrução tradicional, especialmente na medida em que as atividades laboratoriais são desenvolvidas. Nesse viés, Darrah et al. (2014) afirmam que as experiências virtuais de laboratório de Física podem fornecer uma alternativa ou complementar os tradicionais laboratórios práticos.

De modo geral, a maior parte das pesquisas realizadas por esses autores agrupou ideias e conhecimentos que contribuíram para a construção desta tese, levou a verificar também teoricamente os processos filosóficos e epistemológicos que fundamentaram as bases deste estudo, as quais estão expressas no capítulo 4.

## 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA



Fonte: a autora.

Sendo discutidos<sup>6</sup>   
 Que já foram discutidos<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Os assuntos discutidos neste capítulo, estão em negrito na imagem da teia.

<sup>7</sup> Os assuntos que já foram discutidos, estão descritos na cor cinza na imagem da teia.

O crescimento de oportunidades para a educação superior vem caracterizando possibilidades de ensino nas modalidades presencial e a distância. Essas oportunidades de estudar, do grande sonho de ter uma formação superior, colocam essas modalidades na verificação da aplicação e da forma como estão sendo trabalhadas.

Muitas pesquisas são dirigidas para a modalidade a distância, mesmo quando estão relacionadas à formação de professores. Assim, no meio acadêmico, persiste o interesse de se querer saber quais as diferenças entre a modalidade presencial e a modalidade a distância. Neste estudo, não se pretende entrar no caminho de comparação, mas sim tentar trazer respostas, nas perspectivas filosófica e epistemológica, para alguns questionamentos em relação à aprendizagem em laboratório didático na modalidade da Educação a Distância (EaD).

Estrutura-se este capítulo com o objetivo de trazer o aporte teórico sobre a Teoria da Mediação Cognitiva (TMC), com base nas ideias de Souza, concomitantemente, fazendo uma associação com as ideias de Lévy. Indo ao encontro desse objetivo, com o desejo de utilizar caminhos filosóficos e epistemológicos, apresenta uma leitura baseada em alguns livros de Lévy e algumas publicações de Souza sobre a TMC. Dessa forma, fazendo um resgate da pergunta-chave apresentada na introdução desta tese, destacando um olhar exclusivo das leituras que foram pressupostos determinantes para uma abordagem inicial das definições e ideias com a evolução desta pesquisa.

Os pressupostos surgiram a partir da pergunta de pesquisa: *como ocorre o processo de (re) construção de conceitos de Física em atividades experimentais em cursos de Física a distância?*

O primeiro ponto está baseado em parte resumida da obra de Lévy, principalmente na sua discussão filosófica e epistemológica. O segundo está ancorado nas ideias de Souza, com a Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) e as linhas de teoria da aprendizagem significativa que Souza (2004) traz, para a relação da aprendizagem dos estudantes no curso de Física na modalidade de EaD. Entretanto, para este primeiro momento, na ótica do referencial teórico, determinam-se alguns questionamentos extraídos da pergunta de pesquisa em destaque, bem como suas relações com os cursos de licenciatura em Física oferecidas pelas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES).

Uma das grandes inquietações dos professores de Física, quando o curso presencial é oferecido na modalidade a distância, é se de fato o aprendizado de toda a carga de conhecimento de Física experimental que ocorre presencialmente será equivalente quando do curso a distância.

Um resultado preliminar deste trabalho de doutoramento é a constatação de que grande parte dos cursos de licenciatura em Física a distância do país tem uma abordagem à Física

experimental que pode ser descrita ora como antagônica à modalidade a distância, ora como atípica: as aulas de laboratório são desenvolvidas exclusivamente de forma presencial nos polos. Contudo, uma revisão bibliográfica da modalidade de Física experimental a distância mostra que em outros países se faz amplo uso de ferramentas computacionais na forma de bancadas virtuais, conforme se referem Veloso e Andrade Neto (2015). É aqui que se pontua a contribuição epistemológica de Lévy, destacando as seguintes perguntas:

Até que ponto o experimento virtual não sobrepõe o experimento real?

O virtual é o oposto do real?

O que seria aprendizagem nessa visão de virtualização e atualização no laboratório didático?

Enfim, esses questionamentos nortearam este capítulo da fundamentação teórica. Tudo, em conformidade com a apresentação dos teóricos que são apreciados como proposta de conhecimento filosófico, epistemológico e de aprendizagem.

Ao final, após a pesquisa realizada, apresentam-se as considerações para este capítulo sobre a relação existente na Teoria da Mediação Cognitiva, por considerar mudanças cognitivas com a inserção de novas tecnologias, bem como um destaque sobre as ideias de Lévy.

#### 4.1 O MUNDO ALÉM DAS LEITURAS

A leitura oportunizou o mundo de teias de conhecimentos. Conhecimentos esses que determinaram alguns conceitos e explicações sobre o que a modalidade a distância pode trazer. Começando pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem, principalmente, porque a maior parte da observação desta pesquisa iniciou por ele.

##### 4.1.1 O Ambiente Virtual de Aprendizagem

Para o conhecimento sobre o princípio da definição de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) realizaram-se leituras que determinaram um breve resumo sobre o tema, tendo em vista que há várias características de AVA, conforme a cultura, o meio social e até mesmo as normas apresentadas por quem as gerenciam. Nesse aspecto, Santos (2003) afirma que essa é uma expressão muito utilizada contemporaneamente por educadores e comunicadores que estão envolvidos pela interface educação e comunicação com mediação tecnológica.

Do ponto de vista técnico, apropriando-se das ideias de Munhoz (2011, p. 23), determina que:

[...] o AVA (*Virtual Learning Environment* – VLE) é também conhecido como Ambiente de Aprendizagem Gerenciada – AAG (MLE – *Managed Learning Environment*). Nele sucedem outros acrônimos, tais como LCMS – *Learning and Content Management Systems*, IMS – *Information Management Systems*, LO – *Learning Objects* e outros.

Verificando esses termos, os quais são expressivos para a definição desse ambiente de aprendizagem, pode haver alguma confusão entre as diferentes obras sobre o assunto. Para este estudo, propõem-se utilizar o acrônimo AVA para o ambiente de suporte, como é indicado por Munhoz (2011, p.23).

O LCMS é o conjunto de programas que cria o AVA; em vista disso, Munhoz (2011, p. 24) determina que são considerados como o mesmo objeto. Independentemente dessa colocação, todos esses termos indicam sistemas, compostos por diversos programas, que utilizam a tecnologia de ponta, tendo a finalidade de permitir e propiciar mais efetividade à rede de relacionamento entre os seus participantes e a disseminação de materiais e outros conteúdos (MUNHOZ, 2011).

Do ponto de vista conceitual, Santos (2003) esclarece que o termo “ambientes” pode ser entendido como tudo aquilo que envolve pessoas, natureza ou coisas, objetos técnicos. Em linhas gerais, Silva (2012) destaca que é um conjunto de elementos tecnológicos disponíveis na internet. Ou seja, trata-se de um local virtual onde são disponibilizadas ferramentas que possibilitam o acesso a um curso ou disciplina e também permite a interação entre os estudantes, professores e tutores envolvidos no processo de ensino aprendizagem.

Quando reúne todas as informações sobre o AVA, em associação com as ideias de Lévy, sobre a compreensão da dinâmica da cibercultura e da lógica do ciberespaço, muda-se o modo de perceber certos conceitos e o que eles de fato podem representar para o futuro da humanidade (BEUTLER; TEIXEIRA, 2015).

#### 4.2 AS CONTRIBUIÇÕES DE LÉVY

Diante dessas premissas, pode-se afirmar que a cibercultura é a cultura contemporânea, que surge das relações de troca entre a sociedade, a cultura e as novas tecnologias digitais, e que, para se concretizar, utiliza-se do ciberespaço, que é o canal por onde circulam as informações e as formas multimodais (BARRETO, 2010). Diante dessa assertiva, Lévy (2000) explica que agrega o espaço socialmente produzido, sendo este uma estrutura criada pela evolução dos recursos tecnológicos e pelas construções sociais resultantes das apropriações feitas pelos indivíduos.

Em vista desses aspectos, pode-se evidenciar que a cada dia esse espaço está evoluindo com descobertas com que esses indivíduos se deparam quando estão usando a internet. Na ideia



de que a cibercultura se utiliza do ciberespaço é possível afirmar que o AVA, de igual forma, utiliza-se da cibercultura. Enfim, por causa da criação humana, foram surgindo possibilidades diversas de se comunicar e expressar por meios que permitem conhecimento para que o estudante consiga ir muito além, consiga ter aprendizagem. Com a evolução da tecnologia, Lévy (2010) afirma que a humanidade criou três grandes tipos de tecnologias intelectuais para expressar a sua inteligência: a oralidade, a escrita e a informática. Entender a evolução das tecnologias intelectuais é fundamental para compreender-se a cibercultura, pois elas desfazem e refazem as ecologias cognitivas contribuindo para a derivação das fundações culturais que comandam a apreensão do real (BEUTLER; TEIXEIRA, 2015).

Esse entendimento percorre e provoca uma profunda mudança nos paradigmas educacionais, indo, assim, ao encontro das ideias de Barreto (2010), que complementa afirmando que cada vez mais surgem novas formas de aprender, de ensinar e de gerenciar o conhecimento. Temas importantes, tais como as contribuições das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na Educação, além da facilidade de se estar mergulhado nesse mundo que desenvolve realidades muito além da cultura, trazem para a sociedade a vivência do aprender. Nesse entendimento, destaca-se a compreensão do que seria o ciberespaço, conforme Lévy define:

É um dispositivo de comunicação interativo e comunitário, que engloba todas as vantagens e recursos das tecnologias intelectuais da informática. No ciberespaço, o computador não é um centro, e sim um nó, um componente da rede universal calculante. Dessa forma a informática contemporânea está desconstruindo o computador em benefício de um espaço de comunicação navegável e transparente. Neste espaço todas as funções são distribuíveis e cada vez mais distribuídas, tornando-se assim um instrumento privilegiado da inteligência coletiva (LÉVY, 2000, p.170).

As tecnologias intelectuais da informática e o ciberespaço potencializam o conceito essencial da cibercultura que Lévy (2000) caracteriza como universal sem totalidade. O ciberespaço é universal porque possibilita que qualquer pessoa do mundo, independentemente do tempo e do espaço, dele faça parte principalmente porque ele não possui nem um centro e nem uma linha diretriz. Ele aceita a todos, pois se contenta em colocar em contato um ponto qualquer com outro, não importando o significado das entidades relacionadas.

Dessa forma, no que concerne ao ciberespaço, ressalta que ele não gera uma cultura universal, já que está em toda a parte, e sim, porque sua forma e sua organização implicam, de direito, o conjunto dos seres humanos. Ele é sem totalidade (a totalização é o fechamento semântico, a unidade de razão, a redução ao denominador comum), porquanto é um universo indeterminado e que tende a manter sua indeterminação, pois cada novo nó da rede de redes em constante expansão pode se tornar produtor de novas informações, imprevisíveis, e assim

reorganizar uma parte da conectividade global por sua própria conta. Além da ideia do universal sem totalidade, outro aspecto fundamental para a compreensão da cibercultura é o de virtualização, enquanto estado potencial das coisas.

Para tanto, sempre se tem a ideia equivocada de querer comparar o virtual com o real, mas com as contribuições de Lévy (1996) é possível responder as dúvidas que surgem quando um estudante está inserido no curso na modalidade a distância. Não querendo criar uma nova visão filosófica e nem epistemológica, mas propondo uma visão bem pontuada do que já existe nas literaturas, remete-se às ideias de Lévy (1996), que expõe, em seu livro “O que é virtual?”, o objetivo de analisar o real e o virtual não como uma comparação, mas como uma explicação para as ideias equivocadas de achar que o virtual é o contrário do real, ou melhor, que é o oposto.

Nesse viés, Lévy se propõe, primeiramente sob a luz da filosofia, a analisar o virtual como um processo de transformação de um modo de ser a outro. Para isso, ele inicia retomando o conceito latino da palavra *virtus*, que significa força, potência, e que dá origem à palavra virtual, *virtualis*, que, na visão da filosofia escolástica, é aquilo que existe em potência e não em ato (LÉVY, 1996).

Fazendo uma comparação com o pensamento de Aristóteles, que sustenta que uma coisa pode existir em ato e não em potência, ou em potência e não em ato, de modo que é possível que um ser que tem a potência de andar não ande, e ou que ande tendo o poder de não andar, e assim também em outros casos, como ver, pensar, etc. (SANTOS, 2013). Ao contrário da interpretação que a modernidade dá a essa palavra, aquilo que é ilusório ou ausente de existência, o virtual é aquilo que em ato se torna potência.

Realizando uma busca no dicionário Houaiss, esse termo é apontado, na língua portuguesa, como adjetivo de dois gêneros, desta forma:

Coisa existente apenas em potência ou como faculdade, não como realidade ou com efeito real. Coisa ou ação que poderá vir a ser, existir, acontecer ou praticar-se; possível, factível. Equivalente a outro, e capaz de fazer as vezes desse outro; que constitui uma simulação de algo criada por meios eletrônicos (HOUAISS, 2009, p.6).

Em princípio geral, Lévy sustenta que essa é uma oposição fácil, porém enganosa. Enfim, conseqüentemente, o “real” para Lévy (1996) seria da ordem do “tenho”, e o “virtual”, da ordem do “terás”. No entanto, o próprio Lévy destaca que permite geralmente o uso de uma ironia fácil para evocar as diversas formas de virtualização. Então, podendo evidenciar que Lévy (1996) afirma que o virtual tende a atualizar-se, sem ter passado, no entanto, levando à concretização efetiva ou formal. O virtual é visto como um complexo problemático, o nó de tendências ou de forças que acompanham uma situação, um acontecimento, um objeto ou uma

entidade qualquer, assim, chamando um processo de resolução, ou seja, a atualização (LÉVY, 1996).

Nessa ideia de que o virtual é visto como um complexo problemático, este estudo determina como proposta de análise uma simulação desenvolvida no AVA. Essa simulação foi elaborada por meio do *software* Modellus, na versão 4.1, apresentando uma bola em queda livre colidindo com o solo, em uma altura detalhada. Esse método propiciou a aquisição do conhecimento sobre movimento, velocidade, aceleração, gravidade, envolvendo todo um princípio do estudo da mecânica.

Sobre esse ponto, é importante observar que essa atividade é desenvolvida em ambiente virtual, que é considerado no computador. O indivíduo visualiza e determina algumas ações, por exemplo, a princípio podendo visualizar o movimento da bola, as barras de indicadores de níveis de energia se alterando com o movimento da bola e ações que ficam visíveis no simulador. Ao clicar no botão iniciar, visualiza-se o movimento da bola quicando no solo. Nessas determinações, poderão ser analisados os tipos de conservação de energia.

Enfim, com essa análise foi estudada a possibilidade de se identificar até que ponto poderia ser desenvolvida essa mesma atividade em um ambiente real. Como já mencionado no princípio desta tese, considera-se ambiente real aquele onde o aluno está estudando, ou está inserido, sabendo-se que pode obter uma bola semelhante a que apresenta no simulador. Outro ponto a ser levantado, quando Lévy afirma que o virtual é o problema, nessa situação de atividade, quem será o problema com a utilização do simulador? Para entendimento da análise, verificam-se algumas abordagens como resposta nas literaturas de Lévy.

Nesse contexto exemplificativo, Lévy (1996) refere-se a uma semente; a semente tem a possibilidade de gerar uma árvore. Nessa análise, o complexo problemático é a semente; ela é o problema. Com apresentação do exemplo do simulador de uma bola em queda livre, pode afirmar que a bola é o problema, pois em princípio tem a possibilidade de gerar movimentos. Podendo a semente ser o meio para que haja uma árvore e, no caso do simulador, a bola é o meio para que haja movimentos.

Em relação ao desenvolvimento da atividade apresentada em um meio virtual para o meio real, verifica-se que há uma grande possibilidade, pois, conforme sustenta Lévy (1996), o virtual não se opõe ao real, mas sim ao atual. Anunciando um futuro que antes oferece uma presença, o real e o atual são um e outro patentes e manifestos. Delineando-se essas premissas, observa que o real e o atual estão presentes, e claramente presentes nessa comparação, então o real assemelha-se ao possível, enquanto o atual responde ao virtual (LÉVY, 1996).

Na ideia de essa atividade ser desenvolvida no real, pode ser verificado que nem todas as observações realizadas no virtual serão possíveis no real. Por exemplo, a visualização dos indicadores de energia não estará possível facilmente como estará apresentada em formas de barras no simulador, da mesma forma a apresentação dos gráficos, representados no virtual. No real, a representação gráfica será possível, se determiná-los por meio de fórmulas e cálculos, por intermédio de um produto secundário da aplicação da Física mecânica. O movimento que se apresenta com a aplicação do problema, no caso a bola, fica acessível sua visualização.

A atualização é vista, de modo geral, como sendo uma solução de um problema, uma solução que não estava contida previamente no enunciado. Desses pensamentos, extraídos das ideias de Lévy, afirma-se também que a atualização é criação, invenção de uma forma a partir de uma configuração dinâmica de forças e de finalidades (LÉVY, 1996).

Com base nesses aspectos, a virtualização, segundo o pensamento de Lévy (1996), pode ser definida como o movimento inverso da atualização. Consiste em uma passagem do atual ao virtual, em uma "elevação à potência" da entidade considerada. A virtualização não é uma desrealização (a transformação de uma realidade em um conjunto de possibilidades), mas uma mutação de identidade, um deslocamento do centro de gravidade ontológico do objeto considerado: em vez de se definir principalmente por sua atualidade ("uma solução"), a entidade passa a encontrar sua consistência essencial em um corpo problemático (LÉVY, 1996).

Assim, destaca-se, conforme as ideias de Beutler e Teixeira (2015), que é possível ter vários dispositivos que permitem perceber as sensações de outra pessoa, em outro momento e outro lugar. Por exemplo, os sistemas de realidade virtual, que permitem experimentar, na prática, a experiência sensorial completa de outra pessoa, independentemente de onde esteja. Assim como o corpo, quando é compartilhada uma dose de inteligência e visão de mundo com os que falam a mesma língua, associa-se virtualmente num só corpo com os que participam das mesmas redes técnicas (BEUTLER; TEIXEIRA, 2015).

Remetendo-se mais uma vez ao exemplo pontuado, e associando às explicações de Lévy, no que concerne ao corpo problemático, é possível afirmar sobre o exemplo que foi apresentado na explicação, para pensamentos filosóficos e epistemológicos, que se considera como corpo problemático o simulador. Nesse sentido, o estudante utiliza o simulador e pode experimentar as inúmeras possibilidades de observar o movimento da bola, bem como calcular esse movimento e conhecer as possíveis energias nele existentes.

Fazendo essa relação com a experiência da bola, Lévy (1998b), no livro "A máquina universo", sustenta que a simulação permite testar hipóteses com mais facilidade do que com a simples observação de fenômenos sobre os quais o indivíduo não tem capacidade de operar.

Quando se possibilita ao indivíduo ir além do acesso à experimentação no laboratório didático, na simulação virtual, ele poderá ter uma visão mais acurada dos resultados empíricos.

Para Lévy (1998b), nessa nova configuração, a atividade teórica consiste menos em dar conta de todos os resultados do que selecionar os modelos suscetíveis de significado físico. Enfim, Lévy determina que a experiência de pensamento e a imaginação de modelos possíveis sempre foram parte da atividade Física.

Fazendo uma comparação entre o indivíduo e o simulador, é possível constatar que ocorre a interação com a dialética do virtual e do atual, observado por Lévy, pois desqualifica certas competências, faz emergir outros funcionamentos internos muitas vezes, desbloqueia situações etc. (LÉVY,1996).

Assim como se observa a evolução da tecnologia, também é possível evidenciar o crescimento da EaD por meio dessa evolução. Hoje, todo curso, sendo na modalidade presencial ou a distância, traz consigo a interação com a tecnologia. Na visão de tecnologia, destaca-se o computador, sendo uma máquina que pode ser transportada, modificada, programada e destruída.

No pensamento de Lévy (1998b), observa-se que as máquinas de calcular, as telas, sendo programas, não são apenas objetos de experiência. É possível afirmar, portanto, que possibilitam caminhos que favorecem fortemente a motivação.

Nesse viés, a ideia da tecnologia intelectual contribui para determinar o modo, a percepção e a inteligência por meio dos quais se conhecem os objetos (LÉVY,1998b). Sabendo-se que essa mediação possibilita a condução de funcionamento para a compreensão do conteúdo apresentado, ainda nas ideias de Lévy (1998b), ela também fornece modelos teóricos para a nossa tentativa de conceber, racionalmente, a realidade. No que concerne à interface, ele apresenta a seguinte ideia:

Enquanto interfaces, por seu intermédio é que agimos, por eles é que recebemos de retorno a informação sobre resultados de nossas ações. Os sistemas de processamento da informação efetuam a mediação prática de nossas interações com o universo. Tanto óculos como espetáculo, nova pele que rege nossas relações com o ambiente, a vasta rede de processamento e circulação da informática que brota e se ramifica a cada dia esboça pouco a pouco a figura de um real sem precedente (LÉVY, 1998b, p.16).

As aulas experimentais, com a utilização de simuladores virtuais, possibilitam essa visão de interfaces. Trazendo novamente o exemplo da simulação do quicar de uma bola, pode ser observado o seu movimento conforme as interfaces apresentadas na simulação. Quando processam as informações coletadas com os resultados, oportuniza-se a evolução de um

conhecimento. Enfim, nos próximos capítulos será explicando mais um pouco sobre o uso do simulador que foi proposto como atividade experimental virtual, comparando-o com a atividade experimental real, para verificar se houve alguma diferença.

As explicações filosóficas e epistemológicas de Lévy são bem expressivas, com um olhar meticuloso em relação ao uso da tecnologia e às definições sobre virtual e real. Por conseguinte, para a análise sobre o tema do uso da tecnologia, trazem-se as ideias e contribuições de Souza com a explicação da TMC.

### 4.3 AS CONTRIBUIÇÕES DE SOUZA

O mundo vive um momento de rápidas transformações, em que são gerados e difundidos todos os tipos de inovações. Nesse cenário, percebe-se outra questão relevante: o fato de o estudante crescer em um mundo tecnológico, que possibilita a ele padrões de pensamentos e atitudes que funcionem de acordo com que está ocorrendo com a realidade. Considerando essas ideias, Souza (2004) aponta o surgimento da revolução digital que muito contribuiu para que hoje se evidenciasse a inserção das tecnologias que modificam as atitudes e os pensamentos.

Dessa forma, faz-se um delineamento das pesquisas que Souza já realizou sobre a Teoria da Mediação Cognitiva (TMC), a qual serviu de base para esta tese. Entretanto, não trazendo uma repetição, diante de outras teses que já se utilizaram das ideias do autor, mas evidenciando os principais elementos que são essenciais no trabalho de Souza (2004). A princípio, fazendo um *release* da sua pesquisa, em termos gerais, ele sustenta que a revolução digital introduziu ferramentas que mudaram o pensamento e a ação no que concerne ao ensino e à aprendizagem.

Com os mesmos pressupostos constatados nos trabalhos de Souza (2004); (2006); et al., (2012); (2015), Asfora (2015) explicam que todas as habilidades, formas de fazer as coisas e mudanças culturais estão associadas à revolução digital. Esse autor faz, no entanto, uma diferenciação do que é tradicionalmente visto como cultura, diferenciando-a da hipercultura. Souza, por seu turno, sustenta que na hipercultura, os mecanismos de mediação externa incluem a própria tecnologia e seus impactos culturais, enquanto os mecanismos internos incluem competências necessárias para a utilização eficaz dos mecanismos externos.

Nessa visão de externo e interno, a TMC explica que os seres humanos adquirem conhecimento acerca de objetos por intermédio da interação com eles e também por meio da ajuda de estruturas do ambiente que fornecem capacidade de processamento adicional aos seus cérebros. Logicamente, isso requer uma combinação entre sistemas externos capazes de

processamento de informação e mecanismos mentais internos que permitam o seu uso (SOUZA, 2004).

Para o desenvolvimento do simulador, o qual será detalhado na evolução deste trabalho nos próximos capítulos, fica claro que é necessário um computador, afim de que seja manipulado pelo estudante. Essa interação que ocorre entre o estudante e a simulação desenvolvida no computador pode ser caracterizada como uma forma de envolvimento entre o aluno e a tecnologia. O que, dessa forma, proporciona a possibilidade de o aluno, na sua cognição, criar novas representações mentais e *drivers*, assim como de desenvolver compreensão dos conceitos de movimentos e conservação de energia.

No eixo do pensamento de Souza (2012), depreende-se que a natureza das representações mentais e sua mera existência propiciam ao indivíduo um conjunto de ferramentas lógicas que aumenta sua competência em domínios específicos, mesmo na ausência do sistema externo físico correspondente (SOUZA et al., 2012). Nessa visão dos conjuntos de ferramentas, destacam-se as tecnologias intelectuais e o surgimento da hipercultura para o eixo da mediação no desenvolvimento da aprendizagem.

#### **4.3.1 A TMC e o Surgimento da Hipercultura**

Na era digital o uso de computadores e dispositivos tecnológicos com acesso à internet desenvolve uma maior comunicação em um curto espaço de tempo. Na EaD, não há como fugir desses meios tecnológicos, pois a partir deles são pensadas e planejadas as aulas. Isso tudo, desenvolvendo e aplicando formas metodológicas que possam favorecer a cognição do aluno no AVA, com a inserção de textos, links, simuladores, para a interação da comunicação.

Quando são pensadas e propostas atividades no AVA, determina-se um plano de alvo, visando a possibilitar ao aluno, conhecimento e aquisição de aprendizagem, destacando-se, assim, como uma mediação digital. Nesse pensamento, pode verificar em Lévy (2000), quando ele determina que a mediação digital remodela certas atividades cognitivas fundamentais que envolvem a linguagem, a sensibilidade, o conhecimento e a imaginação inventiva.

Souza et al. (2012), por sua vez, destacam que o propósito da TMC na utilização dessas diversas teorias é explicar o pensamento humano e suas relações com tecnologia e sociedade. Além disso, é importante salientarem-se os impactos que as tecnologias digitais exercem sobre o pensamento humano a partir da visão da cognição como um fenômeno de processamento de informações, em que boa parte desse processamento ocorre fora do cérebro, envolvendo, para isso, tanto mecanismos internos como mecanismos externos ao indivíduo (SOUZA et al., 2012).

Ao encontro de outras pesquisas que se embasaram nos pensamentos de Souza, destacam-se os pressupostos da TMC que Asfora (2015, p. 28) determina na sua tese, quais sejam:

- I. O ser humano tem como vantagem evolutiva a capacidade de gerar, armazenar, recuperar, manipular e aplicar o conhecimento de várias maneiras;
- II. A cognição humana é o produto de alguma forma de processamento de informação;
- III. O cérebro humano sozinho é um recurso de processamento de informações finito e insatisfatório;
- IV. Os seres humanos complementam seu processamento de informações interagindo com sistemas físicos organizados externamente.

Nessa seara, Asfora (2015) explica que, normalmente, ao se pensar na cognição humana, imagina-se que os indivíduos desenvolvem e usam o conhecimento por meio do processamento de informações realizadas pelo próprio cérebro. No entanto, esse processamento de informações tem uma capacidade limitada e insatisfatória e, por isso, a atividade cognitiva envolve também interação com estruturas no ambiente externo, as quais fornecem informações adicionais e ampliam a capacidade de processamento interno (SOUZA et al., 2012).

Essa compreensão do processo externo, como exemplo quando inserida no contexto de EaD, possibilita afirmar que todas as informações e ferramentas apresentadas no AVA são consideradas estruturas externas, até mesmo o próprio AVA. Nesse sentido, observa-se que esse processo em que os indivíduos dependem de estruturas externas a fim de complementarem e ampliarem sua capacidade de processamento de informações, realizado internamente pelo cérebro (cognição extracerebral), chama-se na TMC de mediação cognitiva (ASFORA, 2015); (SOUZA et al. 2012). Para uma compreensão da mediação cognitiva, Souza et al. (2012) destacam os quatro componentes que envolvem a mediação:

- a) Objeto: item físico, problema, situação e/ou relação, conceito abstrato em relação ao qual o indivíduo está construindo seu conhecimento;
- b) Processamento interno: atividade cerebral que executa as operações lógicas individuais;
- c) Mecanismos internos: estrutura mental que gerencia algoritmos, códigos e dados que permitem o acoplamento, a interação e a integração entre o processamento interno do cérebro e o processamento extracerebral feito pelas estruturas do ambiente;



d) Mecanismos externos: estruturas do ambiente que podem ser de vários tipos e capacidades, desde as mais simples (lápiz, papel), até as mais complexas, equipamentos tecnológicos, grupos sociais e culturais.

A interação que se estabelece nos ambientes virtuais propicia o desenvolvimento de conhecimento entre os participantes. Sobre esse fato, Silva (2012, p. 210) afirma que essa interação ocorre por meio das mediações entre os participantes, o meio social e o próprio ambiente. Asfora (2015), por seu turno, afirma que o conhecimento é construído por intermédio da interação. Nesse contexto, Souza et al. (2012) determinam a origem do processo de mediação cognitiva, sendo que, a partir dessa mediação, o aluno adquire um ganho de processamento de informações que se mantém mesmo que a conexão com o mecanismo externo seja interrompida.

Fazendo um complemento a essa ideia de mediação, Souza (2004) assim se manifesta:

Para que haja uma relação entre a dimensão intracerebral com a extracerebral, deve existir uma mediação, que é compreendida como tipo dinâmico de filtro cognitivo, que ocorre devido a fatores contextuais e situacionais, associados ao espaço-tempo, ambiente físico, social e cultural, relacionados às interações com o ambiente. A mediação deve ser considerada mais do que apenas um filtro, um componente ativo que realiza diversas relações lógicas sobre as informações de uma determinada situação (SOUZA, 2004, p. 65).

No pressuposto da existência de elementos extracerebrais, conforme Souza (2004) afirma, tais elementos só poderão efetivamente ser de utilidade para um indivíduo, se este dispuser de uma forma de interagir eficazmente com eles, segundo a sua necessidade e de modo adequado, com *drivers* existentes na estrutura intracerebral.

Sendo assim, pode-se afirmar, segundo as ideias de Souza et al. (2012), que a mediação cognitiva começa a partir da existência de um conjunto de estruturas no ambiente que há entre o indivíduo cognoscente e o objeto a ser construído. Inicialmente essas estruturas atuam como fontes de ruído, desenvolvendo-se, então, um mecanismo interno de mediação como uma maneira de compensar esse ruído. Tal desenvolvimento ocorre como uma sucessão de passos, impulsionados por um processo aleatório de tentativa e erro, convergindo para as mais poderosas e sofisticadas estruturas cognitivas de mediação. Dessa forma, cada novo passo assimila o anterior, integrando-o com a nova aquisição para formar uma estrutura completamente nova (SOUZA et al., 2012).

De acordo com a TMC, percebe-se que, ao aplicar-se o modelo resultante na descrição apresentada por Lévy acerca da Revolução Digital e suas transformações socioculturais, surge a noção de Hiper cultura e suas implicações individuais e coletivas, sendo considerada como uma nova forma de mediação cognitiva (SOUZA et al., 2012). Para uma melhor compreensão,

destaca-se a evolução das formas de mediação cognitiva de Souza (2004), estudada também por Ramos (2015), Wolff (2015) e Asfora (2015). A forma da mediação aplica-se na seguinte apresentação:

Tabela 1  
As formas de mediação cognitiva de Souza et al., (2012).

<b>Formas de Mediação</b>	<b>Mecanismos Externos</b>	<b>Mecanismos Internos</b>	<b>Processamento Extracerebral</b>
PsicoFísica	Física do objeto e do Ambiente	Sistemas Sensoriais	Percepção
Social Cultural	Interação em Grupo Sistemas Simbólicos e Artefatos	Habilidades Sociais Conhecimento Tradicional e/ou Formais	Percepção e Memória Percepção, Memória, Categorização e Aprendizagem
Hipercultural	Tecnologia da Informação	Conceitos e Habilidades do Domínio da TI	Percepção, Memória, Categorização e Aprendizagem, Julgamento, Elaboração, Tomada de Decisões

Fonte: (SOUZA et al., 2012).

Essa mesma tabela foi estruturada e aplicada por Ramos (2015), tendo como base os estudos desenvolvidos por Souza (2004; et al., 2012). Nessas ideias, a hipercultura surge com a contribuição que a revolução digital possibilita até hoje na sociedade. Para uma melhor compreensão, detalha-se a seguir a hipercultura.

#### 4.3.2 Hipercultura

A hipercultura surge de uma meta adicional da evolução cognitiva humana, fazendo uma associação à Era Digital, conforme já mencionado. Ela envolve possibilidades para o desenvolvimento das habilidades, competências, conceitos, funcionalidades e mudanças socioculturais ligadas ao uso de computadores e da internet.

Por conseguinte, ela possibilita uma transformação significativa nos mecanismos internos e externos do indivíduo, como já observado anteriormente, pois potencializa suas atividades intelectuais produzindo diferenças de natureza estrutural, comprometendo a dinâmica dos fenômenos cognitivos, incluindo sua interação com variáveis psicológicas relacionadas, tais como motivação, emoção e comportamento (SOUZA, 2004). Ademais, na hipercultura são considerados como mecanismos externos de mediação os dispositivos computacionais e seus impactos culturais. Em relação aos mecanismos internos, destacam-se as competências necessárias para o uso eficaz de tais mecanismos externos. Em termos de impactos observáveis,

significa que todas as habilidades, competências, conceitos, modos de agir, funcionalidade e mudanças culturais ligadas ao uso de computadores e da internet compõem um conjunto de fatores que difere substancialmente daquilo que tradicionalmente se percebe como cultura (SOUZA, 2004).

Nesse sentido, esse fenômeno pode ser comprovado com algumas publicações de pesquisas as quais constatam que a imersão da hipercultura leva a um aumento na capacidade cognitiva global do indivíduo, incluindo o que influencia o desempenho em testes de Quociente Intelectual (QI), pontuações acadêmicas, exames de conhecimentos científicos, publicações científicas, índices de sociabilidades e outros. E que o uso disseminado da tecnologia e suas implicações socioculturais (hipercultura) são a principal explicação para a melhoria cognitiva revelada por esses indicadores de desempenho (SOUZA et al., 2012).

A partir da observação da hipercultura, a TMC apresenta a possibilidade de medir o Índice Hiper-cultural, composto pela combinação dos seguintes índices apresentados em forma de perguntas de múltipla escolha (SOUZA et al., 2012):

- Índice de *Hardware*: o uso de computadores, *desktop* ou portáteis, em casa, no trabalho ou em outro lugar, seja sozinho ou compartilhado.
- Índice de Acesso: o acesso à internet em casa, no trabalho ou em outro local, ou ainda por meio de um telefone celular.
- Índice de *Smartphone*: o uso de *smartphones* em casa, no trabalho ou em outro lugar, sozinho ou compartilhando com os outros.
- Índice de *Software*: o uso de editores de texto, planilhas, editores de apresentação, desenho/imagem, programas, sistemas corporativos, jogos simples, jogos complexos e outros tipos de *software*.
- Índice de Internet: o uso de tecnologias de internet, de *e-mail*, mecanismo de busca, EB edição, *blogs*, bate-papo *on-line*, jogos *on-line*, redes sociais e *downloads*.
- Índice de Analogias: frequência com que um indivíduo detecta semelhanças lógicas entre Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e sistemas da vida real de outra natureza, bem como o uso de metáforas com as TIC na conversação diária.

Um Índice Hiper-cultural foi criado pela combinação de todos os índices acima (*Hardware*, *Smartphone*, *Software*, Internet, Acesso e Analogias), fazendo a determinação dos cálculos necessários. Ao encontro dessas explicações, destaca-se que Asfora (2015) e Souza et al. (2012) mediram esses níveis no curso a distância.

Pode-se dizer que a hipercultura abrange um pensamento caracterizado pelo domínio das TIC, uso de analogias e metáforas associadas às TIC, raciocínio matemático científico, pensamento abstrato e transcontextual, *multitasking*, fragmentação e recombinação de saber, computação social, pensamento visual-espacial, estratégias de navegação e buscas em grandes bases de conhecimento e uma criatividade do tipo emocional intuitiva (lúdica) (ASFORA, 2015; SOUZA et al., 2012).

Na possibilidade de obter aquela atividade da bola por meio de um ambiente virtual, e por meio de um ambiente real, buscaram-se como base as ideias de Wolff (2015), quando considera que a utilização de uma simulação não é garantia de aprendizagem significativa e que o estudante passará a utilizar tal ferramenta. Na realidade, um bom *software*, simulação ou modelagem, tem que ser potencialmente significativo, isto é, os conceitos abordados pelo *software* deverão se relacionar com a estrutura cognitiva do aprendiz.

Nesse viés, Souza et al. (2012) determinam que o desenvolvimento do indivíduo aconteça em metas, no entanto, a classificação ocorre conforme o tipo de mediação e utilização, iniciado pela psicofísica, social, cultural e, por último, a hipercultural. O funcionamento de um objeto como mediador de inteligência coletiva implica sempre um contrato, uma regra do jogo, uma convenção, conforme se observa nas entrelinhas das ideias de Lévy (1996). Nesse mesmo sentido, Wolff (2015) e Souza et al. (2012) determinam que a relação do indivíduo com as novas tecnologias, que são dinâmicas e estão em constante evolução, surge da necessidade de novas lógicas de utilização, que modificam as relações cognitivas.

#### 4.4 APRENDIZAGEM NO EIXO DAS CONTRIBUIÇÕES DE LÉVY E SOUZA

Na EaD, a aprendizagem é aquela que permite ao estudante ter a participação e a colaboração na construção da comunicação do conhecimento, em ambientes virtuais interativos (SILVA, 2012). Não entrando, contudo, no mérito de que o aluno deve ser autônomo nessa modalidade, mas trazendo para uma definição mais conceitual, de tentar destacar que a aprendizagem na EaD é estruturada como um ganho de conhecimento aliado à tecnologia.

No pensamento de Lévy (1996), quando o autor aborda sobre o espaço e tempo ordinários, abrem-se novos meios de interação e ritmo das cronologias inéditas. Assim, a aprendizagem ocorre quando o aluno consegue interagir com o conhecimento inédito sem ser um mero receptor, como Silva (2012) destaca, fazendo com que o aprendiz consiga ir além com sua aprendizagem.

Para a TMC, de forma sucinta, a aprendizagem é aquisição ou modificação de representações e *drivers*. Nesse sentido, Souza (2004) explica que os *drivers* são dispositivos

que trabalham como “máquinas virtuais” internas no cérebro, que possuem um papel importante na definição do pensamento humano no contexto da mediação e vão para além da “conexão” com o mecanismo externo. Nessa concepção, propõe-se que seres humanos adquirem conhecimento acerca de objetos por intermédio da interação com eles e também por meio da ajuda de estruturas no ambiente que fornecem capacidade de processamento adicional aos seus cérebros. A visão da TMC, em relação à aprendizagem, propõe uma combinação entre sistemas externos capazes de processamento de informação e mecanismos mentais internos que permitam o seu uso (SOUZA, 2004). Para tanto, destaca-se uma visão geral com a liberdade de apresentar considerações diante do que foi abordado neste quarto capítulo. Justifica-se que essas considerações são um delinear de um todo, com eixo geral dos dois teóricos que fundamentam esta tese.

#### 4.5 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO A FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na oportunidade de apresentar ideias filosóficas e epistemológicas, esta pesquisa se apropria dos ensinamentos de Pierre Levy e Souza, associados com outros autores relacionados com o tema. Este estudo, com o embasamento desses teóricos, determinou possibilidades e olhares bem essenciais para a pergunta central, que também originou outros questionamentos. Dessa forma, observa-se a possibilidade de se aprofundarem ainda mais, conforme o andamento da pesquisa de tese, outras visões que complementem as que ora foram apresentadas nesse referencial teórico.

Com uma exposição ordenada e detalhada do tema, aborda-se o assunto alicerçado na pergunta de pesquisa de tese: *como ocorre o processo de (re) construção de conceitos de Física em atividades experimentais em curso de Física a distância?*

No andamento da organização da introdução com a pergunta de pesquisa, desencadearam-se outras três questões que fundamentaram os pensamentos norteadores desta investigação. Não desmerecendo a pergunta central da pesquisa, mas com a possibilidade de trazer pontualmente os pensamentos e opiniões dos teóricos baseados nessas pequenas perguntas.

Nas definições que formaram uma visão do que seria cada seção trabalhada, oportunizou-se uma compreensão de pensamentos abertos e depois direcionando-se para uma compreensão de pensamentos mais fechados. Enfim, iniciando com a definição de AVA, observa-se que todas as ações iniciais da disciplina ocorrem nele.

Mas o que é virtual? Com esse título do livro de Lévy, avança-se para além dessa pergunta, pois o objetivo geral desta tese é avaliar como ocorre o processo de reconstrução de

conceitos de Física dos estudantes em aulas experimentais ministradas em laboratórios didáticos no ensino de Física a distância no país.

Nessa possibilidade, tenta identificar as imagens mentais e *drivers* que são adquiridos ou reconstruídos pelos estudantes com o uso de laboratório virtual e ou laboratório real em cursos de licenciatura em Física a distância. Fazendo uso das explicações de Souza, na utilização da TMC que aborda a hipercultura e os *drivers*, e de Lévy, com as explicações sobre virtual e real e suas proporções.

Na realização desta pergunta: até que ponto o experimento virtual não sobrepõe o experimento real? Verifica-se que Lévy (1996) deixa claro que o virtual é como a dúvida, o ponto de tensão, a hipótese, o desestabilizante, ou seja, o virtual é a problemática que estabelece relações com a ação de elaborar hipóteses. Todas as ações humanas, as quais objetivam compreender, pensar, problematizar, seriam ações de virtualização. Assim, o experimento virtual não sobrepõe o experimento real, mas o complementa.

Quando foi proposta como análise a simulação de uma bola em queda livre ao solo, a ideia era de tentar trazer a possibilidade de responder à segunda pergunta. Se o virtual é o oposto do real. Enfim, ficou claro que não é, pois conforme Lévy defende, primeiramente o virtual é uma potência para depois ser um ato, passando por um processo. Lévy (1996) exemplifica ainda sobre a semente, trazendo a visão do complexo problemático. Antes de a árvore existir, existe a semente, assim a semente passará por um processo, por manifestações. Como a árvore está presente virtualmente na semente, e o virtual é considerado como um complexo de problema, então a árvore é o problema, como foi abordado no texto. Tudo isso, considerando-se que as entidades carregam e produzem suas virtualidades.

A partir da aprendizagem, que também está ligada com o foco central da pergunta, no princípio da definição desse referencial teórico, surgem algumas explicações e visões a respeito do tema investigado neste estudo. Mas também esta tese oportuniza para as visões de Souza e Lévy, quando traz a reflexão sobre o que seria aprendizagem nessa visão de virtualização e atualização no laboratório didático. A visão da TMC abordada por Souza, sendo bem pontual, é aquisição de *drivers*. Souza (2004) explica que os *drivers* são dispositivos que trabalham como “máquinas virtuais” internas no cérebro, que possuem um papel importante na definição do pensamento humano no contexto da mediação e vão para além da “conexão” com o mecanismo externo. E, para Lévy, é quando o aluno consegue interagir com o conhecimento inédito sem ser um mero receptor.

Respondendo às perguntas, que foram levantadas neste capítulo, percebe-se que esses dois teóricos proporcionaram uma conexão de pensamentos que antes era impossível de verificar

pontualmente do que estaria ligado à pergunta-chave. No estudo desses teóricos, oportunizaram-se, também, diálogos com o próprio autor Souza sobre a relação da TMC com as ideias de Lévy.

Esses diálogos e pensamentos direcionaram para se considerar o fato de que Lévy aventou a noção de que a Revolução Digital trouxe sistemas de conhecimento compartilhados e distribuídos, levando a uma nova inteligência coletiva e às sociedades do conhecimento. Em particular, ele reflete que o envolvimento material e a organização temporal/espacial das tecnologias digitais levam a modos de interação que se traduzem em novas formas de lidar com os processos de comunicação e de resolução de problemas. Tudo isso constitui uma nova cultura do mundo tecnológico, virtual e *on-line*: a chamada Cibercultura.

Ao se aplicar a Teoria da Mediação Cognitiva às mudanças oriundas da Era Digital, tem-se que as novas tecnologias trouxeram consigo lógicas, conceitos e dinâmicas socioculturais que constituem uma nova forma de mediação, a qual, por sua vez, leva à emergência de novas formas de pensar e agir: a chamada Hiperultura. Nesse sentido, há um forte paralelo com as ideias de Lévy, inclusive no que concerne a uma descrição dessas modalidades inéditas de pensamento e ação.

Nesse contexto, percebe-se que a grande diferença entre as duas perspectivas reside no fato de que a Cibercultura de Lévy tende a ser descrita por ele como algo que ocorre no âmbito do ciberespaço e do uso da tecnologia, enquanto que a Hiperultura foca mais nos processos individuais de interação com o mundo digital que acabam por se refletir no pensamento e na ação tanto durante as conexões com tal mundo como também em situações onde tal conexão inexistente.

Outra distinção talvez seja a de que o foco ou referencial de Lévy seja o social e coletivo, enquanto que o da Teoria da Mediação é psicológico e individual, apesar de ambas tratarem da existência de um elo essencial entre essas duas esferas. Poeticamente, talvez a Cibercultura se refira à gota se dissolvendo no oceano, enquanto que a Hiperultura fala do oceano se dissolvendo na gota.

Lévy é defensor da ideia de que as tecnologias não serviram apenas para solução de problemas, mas desencadearam uma reconfiguração da cognição e principalmente a promoção de um processo de virtualização da inteligência, ao possibilitar novos processos de criação e aprendizagem. Esses processos de criação e aprendizagem potencializam a capacidade inventiva e criativa do homem, provocando uma reinvenção recíproca e indissociável de si e do mundo.

Ao defender e eleger como um dos elementos fundamentais de sua proposta (Inteligência Coletiva) a especial capacidade que a informática possui de virtualizar a inteligência, o autor afirma que a virtualização, em todas as suas dimensões, seria um processo

inseparável do ser humano. Lembrando que uma das principais virtudes das tecnologias intelectuais consiste em oferecer ao sistema cognitivo humano memória externa e sistemas de representação próprios para aliviar a tarefa de sua memória em curto prazo e facilitar a concentração de sua atenção aos elementos de um problema em dado instante (LÉVY, 1998a).

Em relação a trazer a TMC como proposta a ser utilizada como teoria nas questões referidas à aprendizagem, consideram-se os seguintes fatos:

1º) A TMC é um modelo integrado e coerente que permite a criação de expectativas falseáveis acerca do pensamento humano e suas relações com a tecnologia e a sociedade, produzindo um conhecimento que tem se mostrado útil;

2º) As ideias e os conceitos reunidos na TMC representam uma junção coerente de concepções que não são tratadas usualmente como relacionadas ou complementares, inclusive interligando algumas oriundas de diferentes paradigmas geralmente tidos como irreconciliáveis;

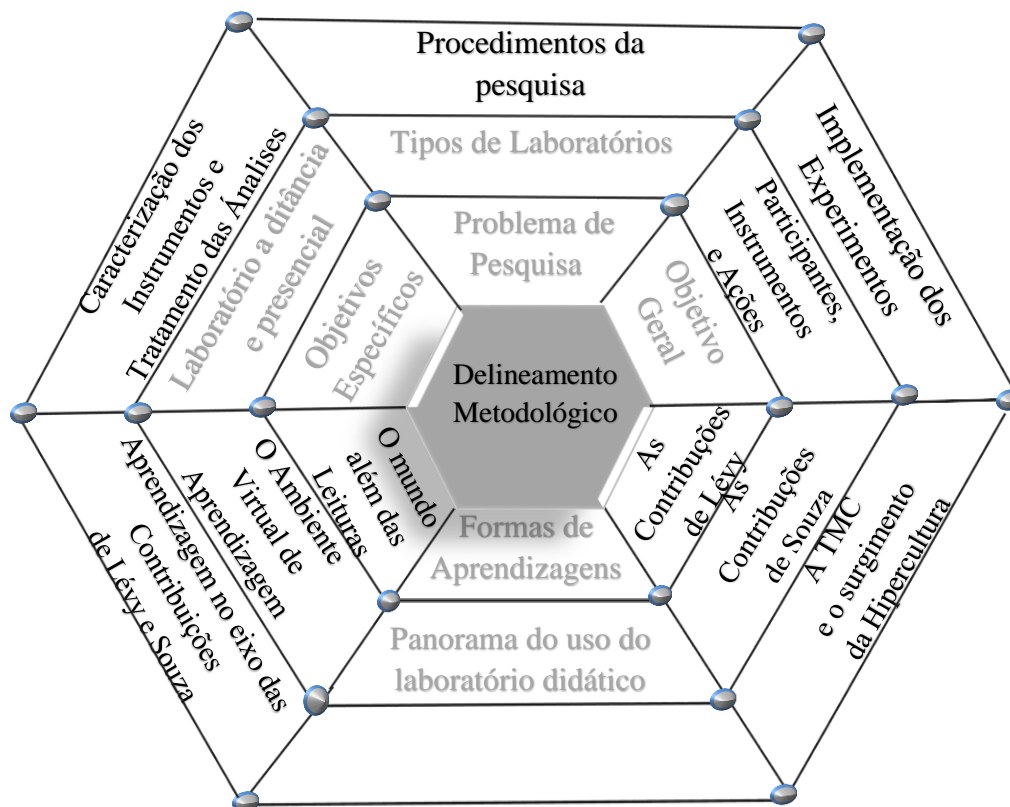
3º) Existem novos conceitos, bem como a reinterpretação de conceitos antigos para além do seu significado usual, com destaque para o Processamento Distribuído enquanto Cognição Extracerebral, os Teoremas em Ação enquanto *drivers* de dispositivo, e a Hipercultura enquanto fenômeno distinto da Cibercultura.

Fundamentados nas opiniões de Souza, tem-se um *framework* teórico efetivamente inédito, ainda que baseado em ideias preexistentes. Um engenheiro pode montar um dispositivo completamente novo fazendo uso apenas de peças já criadas. Um escritor pode criar uma nova obra literária sem inventar uma única palavra ou regra gramatical. Um músico pode compor uma sinfonia nova sem inventar uma única nota ou instrumento musical. Afinal, como dizia Sir Isaac Newton: "se eu pude ver longe, é porque subi nos ombros de gigantes".

Com esses apontamentos, definem-se as justificativas e considerações gerais, trazendo oportunidades de aprimorar essas ideias diante das possibilidades que se originaram com a leitura deste capítulo que apresenta o referencial teórico. Dando continuidade à apresentação da teia, que abre cada capítulo, procede-se com a teia do Capítulo 5, que determina um olhar para a metodologia que delinea este trabalho.



## 5 DELINEAMENTO METODOLÓGICO



Fonte: a autora.

Sendo discutidos<sup>8</sup>   
 Que já foram discutidos<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Os assuntos discutidos neste capítulo, estão descritos em negrito na imagem da teia.

<sup>9</sup> Os assuntos que já foram discutidos, estão descritos na cor cinza na imagem da teia.

Os procedimentos metodológicos que sustentam este estudo podem ser considerados como de natureza qualitativa, com a intenção de responder ao problema central desta tese, considerando o processo como o foco principal de abordagem. Segundo infere Godoy (1995), as características essenciais, capazes de identificar uma pesquisa de abordagem qualitativa, são: 1) o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental; 2) caráter descritivo; 3) o significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida como preocupação do investigador, e 4) enfoque indutivo.

Para o uso da metodologia qualitativa, emergiram dos esclarecimentos de Erickson (1986), que determina para a explicação interpretativa heurísticas, em vez de algoritmos universais concretos, alcançados através do estudo detalhado de alguns casos e da comparação com outros estudados.

No princípio, foi feita a apropriação das metas para que, na evolução das ações fossem se aperfeiçoando as ferramentas metodológicas para a análise dos dados. Entretanto, para as primeiras ações foi utilizada a pesquisa de natureza qualitativa, com análise de conteúdo e bibliográfica para o estudo das instituições, dos tipos de laboratórios e do estudo dos Projetos Político Curricular (PPC). Após a sua realização, obteve-se uma definição clara dos procedimentos metodológicos que deveriam ser utilizados, diante do que estava delineado para a evolução da pesquisa.

Em conformidade com esses aspectos, a classificação dos métodos que foram utilizados é baseada, após essa aceção, para o desenvolvimento das ações nessas características. Sendo assim, para a evolução desta pesquisa tem-se estudo de caso, interpretativo, e pesquisa exploratória. Embora Gil (1991) afirme que “as pesquisas geralmente apontam para objetivos específicos”, esta pesquisa se apresenta classificada como:

- ❖ *Estudo de caso* – foi formado um grupo de acadêmicos que estavam cursando disciplinas ligadas com à Física. Foram analisados o perfil e a forma como estudam o conteúdo de Física pré-selecionado e inserido no laboratório didático experimental, no ambiente virtual de aprendizagem (*Moodle*).

- ❖ *Pesquisa exploratória* – envolveu o estudo dos Projetos Político Curricular (PPC) de Física de cada instituição, bem como a análise das entrevistas com os acadêmicos que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e dos exemplos que estimularam a compreensão do assunto com as atividades experimentais propostas.

- ❖ *Pesquisa Interpretativa* – envolveu procedimentos empíricos, permitindo observar e analisar os estudantes durante seus procedimentos e suas reações, quando estavam inseridos no ambiente de aprendizagem. Interagindo com os conteúdos apresentados, com as

atividades teóricas e experimentais propostas durante o processo da pesquisa. Obtendo uma visão por meio dos roteiros das atividades experimentais que os estudantes realizaram.

Para o seu desenvolvimento, foram seguidas as ideias de Erickson (1986) e Yin (2001), adotando os seguintes critérios: a) obtendo uma intensa e ampla participação no contexto pesquisado; b) cuidadosos registros do que ocorreu nesse contexto juntamente com outras fontes de evidência ( anotações, documentos, exemplos de coisas feitas pelos sujeitos, gravações em áudio e vídeo pelo Skype<sup>10</sup>); e c) análise reflexiva de todos esses registros e evidências assim como descrição detalhada (utilizando narrativa e transcrições literais de verbalizações dos sujeitos), usando o método tipo microetnográfico.

Estes critérios também foram agregados com as ideias de Bardin (2006), com a utilização da análise de conteúdo, por desenvolver no princípio desta pesquisa a pré-análise do campo pesquisado e a exploração do material. Dessa forma, com a aquisição dos dados, realizou-se o tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Salientando que tais metas envolveram diversos simbolismos que precisaram ser decodificados.

## 5.1 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Todo início de um procedimento de pesquisa apresenta suas dificuldades. Esta pesquisa não poderia ser diferente. Portanto, foram adotados procedimentos divididos em fases e metas, os quais estão demonstrados com esclarecimentos precisos no decorrer deste capítulo. Inicialmente os procedimentos para a realização da pesquisa foram traçados de modo a atenderem aos objetivos propostos, ou seja, avaliar como ocorre o processo de reconstrução de conceitos em disciplinas de Física experimental pelos estudantes dos cursos em ensino de Física a distância no país.

A pré-análise que foi realizado nesta pesquisa é a fase em que se organiza o material a ser analisado com o objetivo de torná-lo operacional, sistematizando as ideias iniciais. Trata-se da organização propriamente dita por meio de quatro escopos: (a) leitura flutuante, que é o estabelecimento de contato com os documentos da coleta de dados, momento em que se começa a conhecer o contexto; (b) escolha dos documentos, que consiste na demarcação do que será analisado; (c) formulação das hipóteses e dos objetivos; (d) referenciação dos índices e

---

<sup>10</sup> Skype é um software que permite conversas e imagens realizado onde você estiver pelo mundo. Permite tornar livre vídeo e voz para um e grupo de chamadas, enviar mensagens instantâneas e compartilhar arquivos com outras pessoas em Skype. Fonte: <https://support.skype.com/pt/faq/FA6/o-que-e-skype>. Acesso em 20 de junho de 2017.

elaboração de indicadores, o que envolve a determinação de indicadores por meio de recortes de texto nos documentos de análise (BARDIN, 2006).

A exploração do material constitui a segunda fase, que consiste na definição de categorias (sistemas de codificação) e na identificação das unidades de registro (unidade de significação a codificar, o que corresponde ao segmento de conteúdo a ser considerado como unidade base, visando à categorização e à contagem frequencial) e das unidades de contexto nos documentos (unidade de compreensão para codificar a unidade de registro, o que corresponde ao segmento da mensagem, a fim de compreender a significação exata da unidade de registro). A exploração do material consiste em uma meta importante, porque possibilita ou não a riqueza das interpretações e inferências. Essa é a fase da descrição analítica, a qual diz respeito ao *corpus* (qualquer material textual coletado) submetido a um estudo aprofundado, orientado pelas hipóteses e referenciais teóricos. Dessa forma, a codificação, a classificação e a categorização são básicas nesta fase (BARDIN, 2006).

A terceira fase diz respeito ao tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Essa meta é destinada ao tratamento dos resultados; nela ocorre a condensação e o destaque das informações para análise, culminando com as interpretações inferenciais; sendo o momento da intuição, da análise reflexiva e crítica (BARDIN, 2006).

Para as entrevistas, como os estudantes utilizaram de gestos, foram usadas as ideias de Monaghan e Clement (1999) e Clement e Stephens (2010). Eles definam que conforme o protocolo de identificação baseado na ação pessoal, do sistema, consiste em gestos representativos (gestos que retratam objetos, movimentos etc.), podendo ser classificadas como de imagem dinâmica ou de imagem estática. Após a entrevista realizada pela segunda vez com os doze estudantes, foram codificadas as falas dos participantes para a geração e uso do raciocínio de caso extremo e para a presença de gestos que surgiram para identificação de um objeto e ou evento, conforme os procedimentos apropriados de Clement e Stephens (2010).

### **5.1.2 Participantes, os Instrumentos Aplicados e as Ações**

No princípio não havia ainda uma ideia da quantidade de instituições e nem de estudantes que seriam convidados para participar desta pesquisa. O processo de participação ocorreu conforme o retorno das instituições e dos estudantes que aceitaram participar das etapas desenvolvidas por cada ação. Para o mero complemento de uma das análises dos PPC, foi necessário obter a participação dos coordenadores. Em todo o percurso da investigação foram

tomados os devidos cuidados éticos a respeito dos procedimentos utilizados com pesquisas que envolvem seres humanos.

Na Tabela 2 a seguir, são detalhadas as características para cada ação que foi realizada, com o acompanhamento das explicações dos procedimentos e o número de participantes para cada característica. Em relação aos sujeitos, esta pesquisa contou com o envolvimento das instituições, dos coordenadores de curso e dos estudantes.

Tabela 2

Quadro dos procedimentos realizados com os sujeitos da pesquisa.

<b>Característica</b>	<b>Procedimentos e Objetivos</b>	<b>Participação/Sujeitos</b>
a) Levantamento das instituições	Foi realizado o levantamento com a análise de conteúdo. Com o objetivo de conhecer quais as instituições que ofertam cursos de Física a distância no Brasil.	23 (vinte e três) instituições.
b) Recebimento dos Projetos Pedagógicos Curriculares das Instituições	Levantamento bibliográfico, com leitura flutuante dos onze PPC. Foi feita demarcação com análise do material. Também foram codificadas, recortadas e criadas categorias conforme os dados adquiridos das ementas estudadas dos conteúdos das disciplinas de Física experimental encontradas nos documentos. Obteve como objetivo compreender e analisar quais dos conteúdos que são trabalhados na Física experimental que exige dos estudantes uma visão ideal em atividades experimentais.	11 (onze) instituições. 10 (dez) coordenadores.
c) Inserção nos ambientes virtuais nas instituições	Análise do ambiente, com anotações, criação de registros por meio das interações com os estudantes. Foi feita demarcação dos conteúdos que são trabalhados e destacadas as ferramentas que são disponibilizadas nas salas das disciplinas experimentais de quatro instituições. Tendo o objetivo de fazer contato com os estudantes para a aplicação dos instrumentos de pesquisa e também para verificar de que forma o ambiente virtual (a sala) auxilia os estudantes na aquisição dos conteúdos das disciplinas experimentais.	04 (quatro) instituições.
d) Aplicação dos Instrumentos de Coleta de Dados ICD 2.	Foi aplicado o Instrumento de Coleta de Dados sobre o índice de hipercultura. Foram analisados, codificados em forma de gráficos os resultados e interpretados qualitativamente para os oitenta e um estudantes que participaram do ICD sobre o índice de hipercultura. Obteve o objetivo de conhecer o	ICD – sobre o índice de hipercultura – 102 (cento e dois) estudantes. Desse destacaram-se os 12 (doze) estudantes dos grupos.

		perfil dos estudantes e de verificar o índice da hipercultura dos estudantes por instituição.	
e)	Entrevista	Foram realizadas entrevistas via Skype com vinte estudantes. Feitas anotações, gravadas pelo programa <i>Free Video Call Recorder for Skype</i> <sup>11</sup> ; em seguida feita análise reflexiva de todos os registros e evidências, assim como, descrição detalhada (utilizando a narrativa e transcrições literais de verbalizações dos sujeitos com o tipo microetnográfico). Não foi feita codificação das falas. Obteve como objetivo conhecer os estudantes, comparar diante das perguntas que apresentaram no instrumento aplicado, realizando uma pré-análise como ocorre o processo de reconstrução dos conceitos de Física em atividades experimentais que eles estavam estudando naquele período.	28 (vinte e oito) estudantes.
f)	Aplicação do pré-teste para o estudo de caso	Foi aplicado o pré-teste para doze estudantes que aceitaram participar do estudo de caso. O pré-teste foi analisado de forma detalhada, com apontamentos e levantamentos de evidências que pudessem caracterizar aspectos essenciais para a caracterização dos grupos. Determinou por meio de tabelas as características de cada estudante, identificando, a forma de escrita, explicação, exemplos, desenhos e fórmulas. Utilizou-se das ideias de Bardin (2006). O objetivo foi de verificar como os estudantes buscavam explicações para responder às atividades propostas nos problemas, como também, verificar quais eram seus conhecimentos prévios sobre o assunto que estava sendo abordado no pré-teste.	12 (doze) estudantes
g)	Realização da atividade experimental	Foram aplicados os experimentos para dois grupos que estavam divididos com seis estudantes em cada grupo. As atividades foram detalhadas como guia de atividade experimental real e guia de atividade experimental virtual. As atividades experimentais foram analisadas de forma detalhada, segundo as ideias de Erickson (1986) e Bardin (2006). Com os objetivos de compreender e definir as invariantes a partir da (re) construção dos conceitos investigados	12 (doze) estudantes

<sup>11</sup> É um software para gravar chamadas do Skype em alta qualidade. O software registra conversas de vídeo em mp4 e as conversas de áudio nos formatos MP3. Call Recorder Free Vídeo para Skype permite iniciar manualmente, parar e terminar a gravação de chamadas ou configurar registro automático. O software contém os modos que permite gravar um número selecionado de interlocutores. Fonte: <https://pt.vessoft.com/software/windows/download/freecvcrfs>. Acesso em 20 de junho de 2017.

---

	pelos estudantes, como também, de compreender como os mecanismos externos podem impactar os estudantes da EaD.	
h) Aplicação do pós-teste para o estudo de caso.	Analisou-se de forma detalhada, fazendo comparações com o pré-teste, complementando a tabela que já tinha sido detalhada anteriormente. Utilizou-se das ideias de Bardin (2006). Teve como objetivo avaliar as mudanças que ocorreram na estrutura cognitiva dos estudantes, comparando as coletas de dados.	12 (doze) estudantes
i) Entrevista	Foram realizadas entrevistas via Skype com os doze estudantes. Feitas anotações, gravadas pelo programa <i>Free Video Call Recorder for Skype</i> ; em seguida feita análise reflexiva de todos os registros e evidências assim como descrição detalhada (utilizando a narrativa e transcrições literais de verbalizações dos sujeitos com o tipo microetnográfico), para este, utilizaram-se as ideias de Erickson (1986). Para análise dos gestos, utilizou-se das ideias Monaghan e Clement (1999) e Clement e Stephens (2010).	12 (doze) estudantes

---

Fonte: a autora.

No Apêndice A desta tese estão descritas as metas seguidas ao longo das atividades desenvolvidas neste trabalho, com as ordens que culminaram todo o processo e evolução dessa pesquisa.

Os procedimentos se constituíram de forma que cada meta realizada determinasse uma resposta para a próxima meta. Sendo assim, foram realizadas para esta tese 17 (dezessete) metas, incluindo cada instrumento aplicado e as análises efetivadas. Portanto, justifica-se a apresentação de cada capítulo em forma de teia do desenvolvimento, pois cada teia é formada com a sustentação de ação e resultado, podendo esse resultado originar uma próxima ação.

Ao se verificar no Apêndice A, poderá ser constatado que da primeira a quarta metas são definidas com as realizações para definição do público com que foram trabalhadas. Partindo da quinta meta já se tinha uma visão do público alvo, entretanto esse público foi sendo definido diante dos aceites dos convites que eram enviados, conforme descritos na Tabela 2. Para uma visão do que foi trabalhado conforme apresentado no Apêndice A, determina-se a seguinte representação e explicação.

No princípio, foram identificadas 23 (vinte três) instituições credenciadas no e-MEC, durante o período de 2014, que ofertavam cursos de Física na modalidade a distância. Foi feito contato com todas elas, por *e-mail* e telefone, solicitando o contato do coordenador do curso de

Física e apresentando a pesquisa que seria realizada, ficando de receber um retorno dessas instituições na possibilidade de colaborarem com a pesquisa. Foram mapeadas as instituições as quais são apresentadas em forma de ilustração e guia de localização no capítulo dos resultados.

Com o retorno das instituições na 3ª meta, foi solicitado o envio do Projeto Pedagógico Curricular (PPC) do curso de Física de cada instituição, sendo que o retorno obtido foi de 11 (onze) instituições. Dessa forma, foram realizadas análises, com o direcionamento nas ementas e grades curriculares das disciplinas, principalmente das disciplinas que caracterizavam como experimentais. Diante da 4ª meta realizada, foram definidos, com o auxílio da análise dos PPC, os tipos de laboratórios didáticos que poderiam ser trabalhados no curso de cada instituição. As caracterizações dos laboratórios didáticos estão pontuadas no capítulo dos resultados.

Esclarecendo que até essa meta ainda não tinha acontecido o contato com os estudantes, pois ainda não havia a inserção da participação nas plataformas das instituições. O procedimento da participação na sala virtual de cada disciplina experimental se deu na forma de convite, com uma carta de solicitação, em seguida. Como não houvesse intenção de todas as instituições em participar, procedeu-se o estudo com as instituições que foram mais acessíveis em responder aos contatos realizados, até o envio da precisão dos PPC. A ideia também era usar o mapeamento que foi pontuado para definir uma representação para quase todas as regiões do Brasil. Com isso, conseguiu-se a inserção nas salas virtuais de quatro instituições representativas das regiões, norte, sul, nordeste e sudeste.

Inicialmente observou-se o perfil do tutor de algumas instituições; em outras, o do professor na sala virtual. A partir daí foi realizado o contato com os estudantes que estavam cursando as disciplinas experimentais. Sendo assim, apresentou-se a pesquisa e, em seguida, o envio do questionário, sobre o índice hipercultural. Para tanto, foram definidas a 5ª e a 6ª metas, com as análises que ocorreram após a aplicação desse questionário. Como foram realizadas por meio de convite, os estudantes tinham a liberdade de não querer participar das entrevistas; assim, verificou-se que a participação no questionário estava ainda bem pequena. Desta forma, insistiu-se no contato com as outras instituições que ainda não haviam sido inseridas nessas metas. Portanto, com as quatro que já tinham realizado o envio pelas plataformas, somaram-se mais sete instituições, totalizando onze as que participaram da meta de responder ao questionário enviado. Encaminhou-se o *link* do questionário para os coordenadores de curso, para que fosse distribuído aos estudantes que quisessem participar dessa meta da pesquisa.

As 6ª, 7ª e 8ª metas ocorreram depois que os estudantes já tinham participado do questionário. As entrevistas via Skype ocorreram com vinte e oito estudantes que aceitaram o convite. Estas se deram com os agendamentos pré-definidos, conforme disponibilidades de dia e



horário apresentadas pelos próprios estudantes sujeitos da investigação. A conclusão dessas duas metas levou mais tempo do que o previsto, devido à adequação da investigação à disponibilidade de dia e de horário cada estudante. As perguntas foram aleatórias, conforme a entrevista estava evoluindo. Em média, para cada estudante, foi registrada mais de uma hora de entrevista, envolvendo assuntos sobre o curso, as disciplinas e as formas com que conseguia estudar. Acerca desses detalhes, foi apresentado nos resultados o tempo de entrevista, bem como as perguntas que foram realizadas para os estudantes que participaram dessa meta, juntamente com as transcrições realizadas da primeira entrevista com os estudantes.

Com os contatos que foram realizados, obteve-se uma visão das características de cada estudante. Para as metas 9<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup>, foram aplicados questionários definidos como pré-teste e pós-teste, com perguntas mais específicas de Física mecânica, envolvendo assuntos de queda livre, energia cinética, energia potencial, energia mecânica, conservação da energia mecânica e conservação da quantidade de movimento. Após a obtenção das respostas ao questionário definido com pré-teste, cada um foi analisado. Assim, definiram-se condições para a organização dos grupos e realização da atividade experimental. A concretização dessa atividade ocorreu de forma que, após o estudante ter enviado o pré-teste, ele recebia as orientações por *e-mail* para a realização da atividade experimental. Dessa forma, os estudantes procederam à leitura das orientações, conforme se apresentavam as atividades no guia. Responderam às perguntas que lá se apresentavam. Para a efetivação da atividade experimental, foram divididos os estudantes em dois grupos. Um grupo realizou a atividade experimental do guia real, e o outro grupo, a atividade experimental do guia virtual.

Em seguida, após realizar a atividade experimental e enviar por *e-mail*, os estudantes responderam ao pós-teste, que apresentava três questões semelhantes ao pré-teste. Diante dessas metas, foram feitas análises de cada uma, que estão apresentadas como resultados nos próximos capítulos.

Mediante as explicações exibidas, esclarece-se que cada meta realizada ocorreu gradativamente, conforme o estudante realizava cada ação, ficando na seguinte ordem: 9<sup>a</sup> meta, aplicação do pré-teste; 10<sup>a</sup> meta, análise do pré-teste; 11<sup>a</sup> meta, organização dos grupos; 12<sup>a</sup> meta, aplicação do guia experimental, sendo os guias virtual e real; e 13<sup>a</sup> meta, aplicação do pós-teste. O estudante somente passava da 9<sup>a</sup> meta para a 10<sup>a</sup>, se tivesse realizado e apresentado a 9<sup>a</sup>, isto sucessivamente, até a 15<sup>a</sup>, que descreve a realização das entrevistas. A 14<sup>a</sup> meta procedeu-se às análises dos pós-testes realizados com os estudantes que participaram da 13<sup>a</sup> meta.

A 15<sup>a</sup> meta descreve a segunda entrevista, procedida via Skype, com os estudantes que participaram do pré-teste, da atividade experimental e do pós-teste. As entrevistas ocorreram de

forma que o estudante pudesse lembrar o que fez nessas metas e explicar o que tinha imaginado quando estava realizando e respondendo às atividades.

Na 16<sup>a</sup> meta ocorreu a análise das entrevistas, mediante transcrição e codificação das falas. A realização da codificação também se relacionava com os gestos que os estudantes apresentaram. Conforme exibido anteriormente, para as ações realizadas a partir da 9<sup>a</sup> meta, foram enviados os convites (via *e-mail*, sala virtual, *whatsapp* e até *facebook*) para os estudantes que tivessem interesse de participar das atividades experimentais. Obteve-se a participação de 16 (dezesesseis) estudantes e, destes, dividiu-se para os grupos com 12 (doze) estudantes que efetivamente cumpriram os prazos determinados para a realização das metas.

Os 12 (doze) estudantes ficaram subdivididos, conforme a apresentação dos guias, entre dois grupos contendo 6 (seis) estudantes cada. Ficando 6 (seis) estudantes para o grupo do guia real e 6 outros (seis) estudantes para o grupo do guia virtual. Esses foram os nomes adotados para a separação dos grupos. Os demais 4 (quatro) estudantes não chegaram a ser analisados, por apresentarem falhas nas metas que ocorreram durante a realização das atividades experimentais.

Um ponto a ser considerado é que esses estudantes fizeram parte de um estudo de caso, desenvolvido durante as metas que ocorreram a partir da divisão dos grupos. Para cada meta, ocorreram orientações sucessivas, principalmente via *whatsapp*<sup>12</sup> e *e-mail*.

Em relação à sala virtual, surgiu a oportunidade de acompanhar o que era disponibilizado para os estudantes, pois no princípio não tinha sido trazido esse questionamento. Entretanto, com o aprofundamento desta tese, foi levantada a seguinte pergunta auxiliar que foi apresentada posteriormente: de que forma o ambiente virtual auxilia os estudantes de Física a distância na aquisição dos conteúdos das disciplinas experimentais?

Partindo da ideia de que a sala virtual é o meio principal que o estudante tem para fazer contato com a disciplina que está sendo oferecida, essa questão possibilitou evidenciar respostas que se tornaram igualmente objeto de análise, uma vez que a sala virtual também é o canal de comunicação que disponibiliza algumas ferramentas que auxiliam no entendimento do assunto abordado.

Nessa verificação, foi observado que a sala virtual é apresentada em uma plataforma de aprendizagem que serviu para este estudo como forma de acompanhar os estudantes e também de observar a sua relação de comunicação com os professores e tutores das disciplinas.

---

<sup>12</sup> Foi fundado por Jan Koum e Brian Acton que, juntos, passaram quase 20 anos no Yahoo. O WhatsApp juntou-se ao Facebook em 2014, porém continua operando como um aplicativo independente e com o foco direcionado em construir um serviço de mensagens que seja rápido e que funcione em qualquer lugar do mundo. Ele disponibiliza serviços de mensagens e chamadas de uma forma simples e segura. Está disponível em telefones celulares ao redor do mundo todo. Fonte: [https://www.whatsapp.com/about/?l=pt\\_br](https://www.whatsapp.com/about/?l=pt_br). Acesso em 20 de junho de 2017.

Nesta ideia, apresenta-se a caracterização dos instrumentos e o tratamento das análises realizadas nas metas definidas no Apêndice A, podendo servir como suporte para a apresentação dos resultados e análises que estão tratados no Capítulo 7.

### 5.3 CARACTERIZAÇÃO DOS INSTRUMENTOS E O TRATAMENTO DAS ANÁLISES

Acompanhar os grupos de estudantes durante o desenvolvimento desta pesquisa permitiu aprimorar e desenvolver instrumentos diversificados com finalidades específicas, de acordo com as características que se apresentavam nas ações. Conforme visto anteriormente nas metas descritas dos procedimentos, seguiram-se características analítico-descritivas, sendo empregado o método expositivo hermenêutico aliado à técnica apropriada à pesquisa na qual as disciplinas experimentais são as categorias principais.

Para a formulação das questões, utilizaram-se alguns instrumentos que já tinham sido convalidados<sup>13</sup>, mas também foram desenvolvidos instrumentos com questões que necessitaram ser convalidadas. Assim, em termos gerais, utilizou-se de questões abertas e fechadas, que, nas análises dos resultados, estabeleceram relações diretas com os princípios da TMC.

Foram estruturados seis tipos de Instrumentos de Coleta de Dados (ICD), conforme se segue:

*ICD 1* – Planilha detalhada para verificação das instituições que oferecem o curso de licenciatura em Física a distância e os tipos de laboratório didático.

*ICD 2* – Questionário semiestruturado com perguntas objetivas de Souza et al. (2012), para verificação do índice da hipercultura do estudante e definição dos perfis dos estudantes.

*ICD 3* – Entrevistas via Skype com perguntas aleatórias, para verificação e conclusão dos perfis dos estudantes.

*ICD 4* – Questionários semiestruturados com perguntas subjetivas (pré e pós-testes), que fizeram parte dos grupos para o estudo de caso.

*ICD 5* – Entrevistas via Skype com questões direcionadas conforme as perguntas que foram definidas no ICD 4 do (pré e pós-testes). Considerando-se esta como sendo a segunda entrevista realizada com os estudantes.

O ICD 1 foi estruturado de forma que pudesse coletar detalhes da região, o nome da instituição que oferta curso de Física na modalidade a distância, característica do curso, nomes

---

<sup>13</sup> Corresponde aos instrumentos que foram trabalhados em outras pesquisas, como o questionário do índice hipercultural de (SOUZA et al., 2012). E também, o guia de atividade virtual de (WOLFF, 2015). No caso, para este, ocorreram alguns reajustes nas questões em relação ao original. Apresentou-se com um texto introdutório, acompanhado de explicações pontuais e alterações nos valores de algumas questões.

dos municípios onde funciona o curso com apoio de polos e contato com observações. Por meio desse instrumento, foi possível realizar o mapeamento das instituições que oferecem curso de Física na modalidade a distância distribuída pelo Brasil, bem como o detalhamento dos tipos de laboratórios didáticos experimentais utilizados nas disciplinas de Física experimental. Dessa forma, por meio desse instrumento, surgiram as Tabelas que detalham as regiões, as instituições apresentadas em forma de códigos, pois foram preservados os nomes das instituições. E também, a caracterização dos laboratórios didáticos, todos estes estão expostos no capítulo dos resultados. Ressalta-se que esse instrumento permitiu também, o contato via telefone e *e-mail* com as instituições para a apresentação da pesquisa e realização de convites para obter a participação dos estudantes.

O ICD 2 baseou-se no questionário sobre o índice de hipercultura de Souza (2004, et al., 2012), que já foi utilizado em várias pesquisas. Por se tratar de um instrumento que já foi validado, não foi necessário fazer modificações e nem o validar. Além disso, foram utilizadas somente as questões que determinavam o índice de hipercultura.

No ICD 3 foram perguntas aleatórias, realizadas para os estudantes que participaram das entrevistas gravadas via Skype e realizadas após a aplicação do ICD 2. As perguntas estavam relacionadas à sua formação, perfil e profissão e também aos motivos que o levaram a escolher o curso de Física na modalidade a distância. Se estava cursando alguma disciplina de Física experimental e como era a metodologia aplicada para as disciplinas que estava cursando etc. Para compreensão das perguntas realizadas para os estudantes, sem acompanhar uma ordem cronológica, disponibiliza-se o Apêndice L.

O ICD 4 foi utilizado do trabalho de tese do Wolff (2015), com questões semiestruturadas subjetivas (pré e pós-testes), envolvendo assunto sobre queda livre, energia cinética, energia potencial gravitacional, energia mecânica e conservação da quantidade de movimento e conservação da energia mecânica. O estudante deveria responder conforme o problema sugerido com os dados apresentados e explicar conforme conhecimentos adquiridos no curso. Para responder a essas questões, o estudante deveria estar cursando a Física experimental I ou já tê-la cursado.

O pré-teste apresentava três questões subjetivas, sendo aplicado antes da atividade experimental. O estudante deveria responder às três questões promovidas diante das propostas no problema que eram oferecidas. Após a realização do pré-teste, o estudante realizava a atividade experimental com acompanhamento de instruções e um guia. O guia apresentava as questões de atividades propostas para serem previstas e realizadas. Ao concluir a realização da atividade experimental, o estudante deveria responder às perguntas que eram previstas no guia.

Em seguida, o estudante deveria enviar para o *e-mail* que ele tinha recebido as orientações. Assim que enviava as respostas do pré-teste e da atividade experimental, recebia, também por *e-mail*, o pós-teste e as orientações para realizá-lo.

O pós-teste também apresentava três perguntas bem semelhantes às do pré-teste. Sendo que todas as orientações foram enviadas via *e-mail* e também eram reforçadas pelo *whatsapp*. Na conclusão do pós-teste, o estudante devolvia as respostas e já indicava um dia para uma entrevista gravada pelo Skype.

No ICD 5, com perguntas pré-selecionadas e baseadas no ICD 4, para a realização do princípio das perguntas, o estudante deveria estar com elas em mãos ou lembrar do que tinha respondido. Deveriam buscar explicar o que tinha se passado em sua mente quando estavam respondendo às questões do pré-teste e do pós-teste. Da mesma forma, com uma atividade experimental proposta pelo guia que fora enviado ao estudante. Lembrando-se de que foram desenvolvidos dois tipos de guias, sendo o guia virtual e o guia real, assim nomeados no princípio da divisão dos grupos. Para melhor compreensão dos guias e também dos experimentos propostos para os grupos, são detalhadas as explicações na seção 5.3.1.

Os ICD foram analisados qualitativamente e definiram uma visão sobre as ações e características dos estudantes, bem como as possibilidades de surgimento ou modificação de possíveis *drivers* com a realização das atividades experimentais com o uso dos guias. Os ICD estão demonstrados nos apêndices, identificados com letras do alfabeto, como também as orientações para a utilização e realização dos instrumentos de atividades.

O Apêndice A é a tabela com as metas desenvolvidas; o Apêndice B é o questionário sobre hipercultura, contendo 13 perguntas objetivas.

Após os instrumentos terem sido coletados nos períodos de 2014 e 2015, associados com a realização das entrevistas via Skype e gravados pelo *Free Video Call Recorder for Skype*, obteve-se uma análise bem mais pontual. O *Free Video Call Recorder for Skype* caracteriza-se por ser um instrumento de gravação com a possibilidade de gravar imagem e voz durante a realização das chamadas de vídeo via Skype. As perguntas realizadas na primeira entrevista não seguiram um roteiro de perguntas pré-organizadas, pois esse primeiro momento de entrevista se resumia a conhecer os estudantes e pontuar um perfil deles. Os dados coletados com esses instrumentos foram codificados e organizados de forma que determinassem as primeiras evidências para esta pesquisa.

O Apêndice C é o questionário inicial considerado como o pré-teste, com três perguntas envolvendo a descrição de três problemas em relação às energias cinética, potencial gravitacional, mecânica, e à quantidade de conservação mecânica, bem como à quantidade de

movimento. Já o Apêndice D tem característica de uma carta de orientação para a utilização do experimento real.

O Apêndice E consiste em um guia que foi adotado como nome de guia real, para realizar a atividade experimental no laboratório, que pudesse caracterizar um laboratório com todos os instrumentos reais; para este, define-se sua estrutura nos próximos capítulos. O Apêndice F tem característica de uma carta de orientação para a utilização do experimento virtual. Nessa mesma ideia de orientação, foi criado também o tutorial resumido para utilização da simulação, apresentado no Apêndice G.

Em relação ao Apêndice H, trata-se do guia para a utilização e realização da atividade experimental virtual, sendo que a simulação foi gerada no *Moodle 4.01*. Sendo que sua estrutura está detalhada nos próximos capítulos. O Apêndice I trata do questionário posterior, considerando como pós-teste. Este, por sua vez, é semelhante ao questionário inicial, contendo também 3 (três) perguntas envolvendo a descrição de problemas. Ressalte-se que estes foram desenvolvidos depois da primeira entrevista, realizada no ano de 2015. Para essa segunda entrevista, utilizou-se de perguntas baseadas do pré-teste, nos guias experimentais e pós-teste.

### **5.3.1 Implementação do Experimento**

Para a implementação experimental foi organizada uma combinação de grupos. Esses grupos receberam os guias com orientações metodológicas diferenciadas para realização da seguinte forma:

- I) Grupo 1: realização das atividades do guia real;
- II) Grupo 2: realização das atividades do guia virtual.

Para a organização do experimento, apropriou-se das ideias de Wolff (2015), já que ele tinha desenvolvido atividade com estudo de queda livre, estudo de colisões e o estudo das energias. Sendo que para esta pesquisa, foram utilizados a queda livre, o estudo de colisões e o estudo das energias envolvidas. Porém, dando mais ênfase em queda livre e estudo de energias. Nesse sentido, foi detalhado que o experimento contemplou conteúdos selecionados de acordo com as situações investigadas.

O mesmo foi discutido, criado, aperfeiçoado e analisado para sua aplicação. Os estudantes receberam as instruções via *e-mail* com os anexos para realização do experimento proposto; porém, antes de realizar a atividade experimental, leram a carta de explicação e orientação que detalhou todo o procedimento a ser realizado.

Após lerem a carta, os estudantes fizeram download de todos os anexos que estavam em pasta zipada. Na pasta zipada continha o guia experimental real para os estudantes que faziam

parte do grupo real. E, para o grupo virtual, o guia experimental virtual, o *software Modellus 4.1* e a simulação, como também mais um tutorial para orientação de como utilizar a simulação. Conforme apresentado nos Apêndices D, E, F, G e H.

Para os estudantes que realizaram a atividade experimental virtual, foi acrescentado que após terem baixado todos os anexos e terem lido a carta, deveriam instalar o *software Modellus 4.1* no seu computador. No caso, para os estudantes que realizaram a atividade experimental real, só deveriam baixar todos os anexos, ler a carta e providenciar o que se solicitava no guia experimental real.

Para esse processo, justifica-se que a comunicação com os estudantes e orientação até a entrega de material ocorreu de forma totalmente a distância, ou seja, não contou com nenhum contato presencial com os estudantes. Todos os estudantes que participaram desta pesquisa, desde o início até esta meta experimental acompanhadas com entrevistas, são de regiões distintas do Norte, Sul, Nordeste, Sudeste do Brasil. A maior parte das comunicações ocorria via *whatsapp* e *e-mail*.

Conforme descrito no início deste capítulo, apresentado na seção de procedimentos, foram utilizados para análise dos resultados, os critérios de Bardin (2006). As entrevistas foram conduzidas conforme o protocolo “*Report Aloud*”, sendo uma adaptação da técnica “*Think Aloud*” (VAN-SOMEREN et al., 1994). A diferença entre os métodos é que no “*Think Aloud*” o entrevistador e o entrevistado mantêm constante diálogo a respeito do que o entrevistado está pensando durante a execução de uma tarefa, ou seja, enquanto o estudante responde ao questionário, ele pensa em voz alta. Já no “*Report Aloud*”, o estudante reporta ao entrevistador o seu processo de pensamento, enquanto estava respondendo as questões, isto é, o estudante resolve as questões e só depois, ao finalizá-las, reporta o seu processo de pensamento.

As entrevistas foram gravadas e transcritas, tal como os áudios produzidos pelos estudantes para a devida análise. Os resultados completos foram obtidos após as análises das 16 metas realizadas. Em relação à apreciação do conteúdo das gravações realizada via Skype, foi por meio da internalização por análise gestual descritiva (MONAGHAN; CLEMENT, 1999). Essa metodologia já foi utilizada em outros trabalhos por (ANDRADE NETO; ENGEL, 2012; ROCHA; ANDRADE NETO, 2013; TREVISAN; ANDRADE NETO, 2014; RAMOS, 2015; WOLFF, 2015).

Durante a análise dos ICD e das entrevistas, este estudo possibilitou fazer associação ao que a TMC apresenta em relação à aprendizagem. Portanto, diante dos procedimentos que foram utilizados, discute no Capítulo 7 os resultados adquiridos. Porém, como foi utilizada uma

simulação para um dos grupos, disponibiliza-se na próxima seção sobre a simulação bem como sobre os guias na sua sequência.

### 5.3.2 Simulação

As possibilidades do uso do computador e de simulações vêm sendo uma prática mais possível nas metodologias de atividades pelos professores na área de Ciências. Como ferramenta pedagógica, elas já vêm sendo o centro de discussão há algum tempo no ensino de Física. Diante dessa afirmação, foi possível estudar e analisar trabalhos que abordam sobre o assunto e que se utilizam de estudos com simulação, por exemplo: Veit e Teodoro (2002); Reis e Andrade Neto (2003); Dotta e Jorge (2011); Reis e Andrade Neto (2012); Andrade Neto e Wolff (2014); Wolff (2015).

Com as ideias de Dotta e Jorge (2011), o conceito de simulação busca articular para além das concepções da Ciência da Computação. Eles explicam que as ideias desenvolvidas por alguns autores têm como objetivo compreender os novos modos de conhecimento trazidos pelas tecnologias intelectuais, ou, mais precisamente, pela cibercultura.

Se são novos modos de conhecimento, então são necessários novos modos de pensar, de aprender, de ensinar (DOTTA; JORGE, 2011). Entre essas possibilidades de novos modos de pensar, de aprender e ensinar, foi possível verificar vários *sites* que disponibilizam a simulação de experiências de Física, como simulações PHET, COMSOL *Multiphysics*, simulações do *Modellus* etc. Enfim, diante desses citados, para o estudo neste capítulo, destaca-se o *Modellus 4.01*, uma vez que este foi explorado pelos estudantes na atividade experimental.

Há várias opiniões que colocam as simulações como uma possibilidade a ser utilizada durante as atividades experimentais. Perante essas opiniões que justificam o uso de simulações, Yamamoto e Barbeta apresentam a seguinte justificativa:

A simulação permite o estudo de condições que na prática seriam difíceis e, às vezes, até mesmo inviáveis de serem realizadas em um laboratório didático. A utilização de programas de simulação possibilita ainda uma melhor compreensão de certos fenômenos físicos na medida em que torna possível a inclusão de elementos gráficos e de animação em um mesmo ambiente. Isto, aliado ao interesse dos estudantes pelo microcomputador, pode a princípio tornar mais e ciente e agradável o processo de aprendizagem (YAMAMOTO; BARBETA, 2001, p.215).

Nesse sentido, eles destacam que a simulação possibilita uma melhor compreensão de certos fenômenos físicos na medida em que torna possível a inclusão de elementos gráficos e de animação em um mesmo ambiente. Desta forma, descreve-se a seguir a simulação que foi utilizada do *software Modellus* da versão 4.01.



### 5.3.2.1 Software Modellus 4.01

Esta seção baseia-se no trabalho de Wolff (2015), que também explica o uso do *software Modellus*. Ele também utilizou o *Modellus* aplicando algumas atividades experimentais sobre queda livre e colisão. Diante do seu trabalho, aplicou-se um pouco mais além para esta pesquisa, pois planejou-se trazer a atividade experimental para ser desenvolvida por simulação e também por atividade experimental real. Para o princípio da nossa abordagem anterior, considerando como uma atividade experimental virtual, foram usados somente o computador e a simulação. Contudo, foi oportunizado também, para ser realizada outra atividade experimental semelhante ao que seria trabalhada na simulação para ser desenvolvida como atividade experimental real. Enfim, o que é o *Modellus*?

O *Modellus* é um *software* educacional que foi desenvolvido pelo professor Vitor Teodoro, da Universidade Nova de Lisboa, e tem como objetivo criar um ambiente de modelagem e simulação para o ensino de Ciências e Matemática. Como Wolff (2015) utilizou com estudantes de graduação que estavam cursando disciplina de Física na modalidade presencial, para esta pesquisa foi utilizada a primeira simulação sobre queda livre, a qual foi aplicada para os seis estudantes dos doze que foram selecionados do curso de licenciatura em Física da modalidade a distância.

Ele explicou em sua tese que optou por utilizá-lo porque esse *software* facilita a elaboração dos modelos matemáticos, que podem ser expressos como funções, equações diferenciais, equações a diferenças finitas ou derivadas. Sendo semelhantemente à forma como seria realizado com papel e lápis, como também, por ser uma ferramenta de modelagem quantitativa, distribuída livremente (WOLFF, 2015).

O *Modellus* tem várias versões; para este trabalho, foi utilizada a versão *Modellus 4.01*, programada em Java, que pode ser executado em qualquer sistema operacional. Ao pesquisar sobre o *software Modellus*, encontrou-se de outras versões mais atuais, como 5.0, mas ao testar essa versão algumas ações não conseguiram executar, como descrito no guia que foi elaborado para este trabalho. Diante dessa situação, foi utilizada a mesma versão de que Wolff (2015) lançou mão no seu trabalho, como também os guias pré-teste e pós-teste, com algumas modificações em relação aos dados de valores.

Na compreensão do *software*, pode-se especificar que o *Modellus* foi desenvolvido por estudantes da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Lisboa (TEODORO, 2009). É uma ferramenta que permite ao usuário fazer e refazer representações, explorando-as de diversas perspectivas, sem a necessidade de aprender uma linguagem computacional para tanto (VEIT; TEODORO, 2002). O próprio aluno pode criar seus modelos e determinar, por meio

do programa, se ele se adapta ou não à realidade. Antes do advento dos computadores, criar um modelo que se adequasse ao fenômeno estudado exigia muito da capacidade de abstração. Hoje a modelagem adquiriu contornos mais concretos, pois o aprendiz pode utilizá-la para explorar o significado dos parâmetros e como eles influenciam nos resultados e na própria forma como a equação se traduz na realidade observada.

O *Modellus* é uma ferramenta computacional para modelação e simulação. A interface com o utilizador é suficientemente simples para ser incentivada como proposta para as atividades que possam envolver modelagem e simulação. Desta forma, podendo ser utilizada por professores e estudantes na modelação de experiências conceituais e empíricas, sem a aprendizagem de sintaxes exclusivas. A construção dos modelos matemáticos pode ser feita quer a partir de dados e registros físicos, de experiências reais, quer apenas a partir de um ponto de vista exclusivamente matemático (TEODORO, 2002).

Com uma apresentação de interface intuitiva, pode-se construir e explorar não só modelos matemáticos, mas também fazer simulações por meio de animações, gráficos, tabelas e vídeos, conforme apresentado por Teodoro (2002). Pode-se também analisar e compreender dados experimentais visualmente e interativamente, por meio das múltiplas representações oferecidas por ele, as quais são possíveis através de diversas janelas disponibilizadas, conforme a necessidade do usuário. Essas explicações são baseadas no trabalho de Bezzon et al. (2015), sendo que ele usou o *Modellus* para um curso de engenharia utilizando-se de informações e dados matemáticos e de Física mecânica. Dessa forma, exemplifica-se resumidamente as principais funções do *software Modellus*, sendo elas:

- Realizar cálculos numéricos baseados em equações e dados especificados pelo usuário;
- Apresentar os resultados na forma de gráficos e tabelas;
- Facultar a montagem de animações;
- Fazer medidas de distâncias e ângulos sobre uma imagem.

Conforme a atividade proposta para o estudante, podemos relatar que o *Modellus* é dinâmico e interativo, por possuir recursos da manipulação direta. Na versão 4.01, o usuário conta com as janelas Modelo, Variável Independente, Parâmetros, Condições Iniciais, Tabela, Gráfico, Objetos e Notas. Com base nesses aspectos, Wolff detalha que:

Há uma janela, denominada Modelo Matemático, e nela devem ser implementadas as equações matemáticas que representam o modelo; também possui uma janela que possibilita a representação gráfica do comportamento das grandezas Físicas. Esta representação ocorre, normalmente, em decorrência do tempo, mas isso não impede o estudante de modificar a variável independente. Em outra janela – tabelas – é possível

gerar tabelas com valores das grandezas Físicas do modelo físico, e permite também a sua importação para outro lugar, como uma planilha de cálculo. Na parte superior do software há abas com as funções salvar, abrir e criar modelos, alterar o passo da variável independente, inserir elementos matemáticos, dos parâmetros e condições iniciais, além de outras (WOLFF, 2015, p. 133).

Como se observa, nesse excerto é explicado como funciona o *software Modellus 4.01*. Desse modo, nas conformidades apresentadas por Wolff (2015), se define que as simulações e modelagens que podem ser exploradas no *Modellus* são bem diversificadas. O autor detalhou para cada simulação a explicação do que foi trabalhada com os estudantes, sendo que não poderia adotar esta metodologia de explicação de forma diferente. Portanto, utilizam-se as explicações de Wolff (2015) para apresentar a primeira simulação que também foi trabalhada com os estudantes.

Deixando claro mais uma vez que a simulação que foi utilizada para os estudantes do curso de Física a distância é diferente daquela que Wolff (2015) utilizou para seus alunos. Apesar de se utilizar a mesma simulação para este momento da pesquisa, foram modificados alguns dados no guia da atividade experimental que foi proposta para o grupo do guia virtual. Nessa conformidade, apresentam-se os detalhes da interface do *Modellus 4.01* que foi explorada com os estudantes com o guia virtual.

### **5.3.3 Guia para a atividade Virtual: Simulação no Modellus 4.01**

Para compreensão da formulação do guia virtual, esclarece-se que foi pensado de forma que fosse aproveitado o mesmo guia (roteiro) do trabalho de Wolff (2015), trazendo algumas alterações para a explicação na introdução e, também, com a diferença de alguns valores nas condições iniciais e nos parâmetros apresentados na simulação. A seguir, apresentam-se explicações bem diretas, sem utilizar subsídios muito detalhados, pois, como utiliza-se do guia do Wolff (2015), acredita-se não ser necessário trazer novamente os aspectos que o autor pontuou no seu trabalho.

Sendo assim, definiu-se que esse guia (roteiro) propõe a utilização da simulação para ser desenvolvida pelo o grupo do guia virtual, consistindo na situação, mediante a qual o estudante visualiza uma bola abandonada a partir de certa altura, colidindo com o solo.

A metodologia utilizada na elaboração dos guias (roteiros) está fundamentada no método P.O.E. (*Predict-Observe-Explain*), cujo significado é predizer-observar-explicar (TAO; GUNSTONE, 1999). Em todas as situações apresentadas aos estudantes, eles deveriam realizar a sua previsão, que ficaria registrada no guia (roteiro). Os estudantes deveriam também realizar a simulação e registrar novamente, para que finalmente comparassem os dois resultados. Essa

metodologia leva os estudantes a refletirem sobre a situação que está sendo simulada, frente às suas concepções.

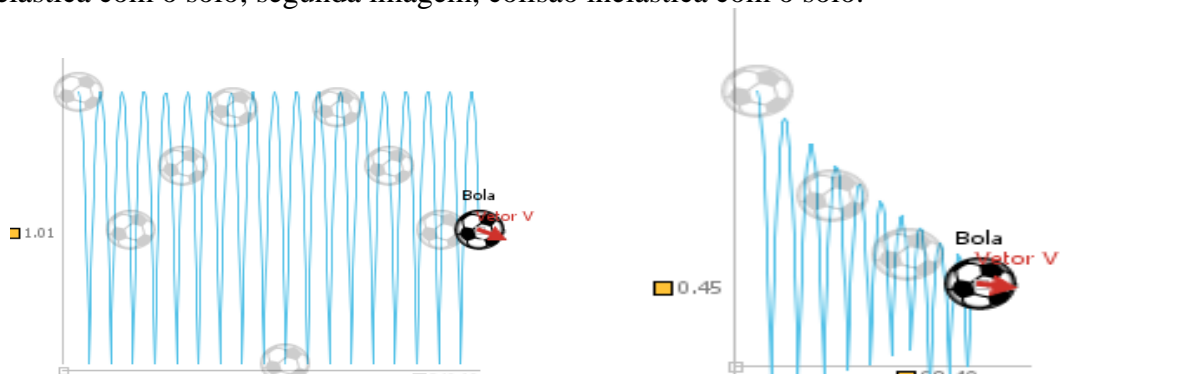
Na primeira prática, conforme proposto por Wolff (2015), pesquisou-se o modelo a ser adotado posteriormente na simulação; optou-se pela utilização das leis de conservação de energia cinética e de conservação da quantidade de movimento. No segundo aprendizado, foi discutido o modelo com o próprio Wolff (2015), verificando as equações de energia cinética, energia potencial gravitacional e energia total, considerando o fator de conservação de energia, conforme apresentado no seu trabalho. Na sequência ocorreu a implementação do modelo proposto por meio das equações, no *Modellus*, que foram trabalhadas pelo Wolff e readequadas para esta pesquisa. Em seguida, utilizaram-se objetos para representar o movimento, a bola e os indicadores de nível de energia. Após a conclusão dessas atividades, foram feitos alguns testes diante do que foi reabilitado na simulação, com a realização de algumas alterações nos valores propostos para fornecimento dos dados para o parâmetro e condições iniciais na simulação.

Conforme o que foi proposto por Reis e Andrade Neto (2003); (2012); Wolff (2015), em relação ao tipo de colisão que enfatizou a utilização da conservação da energia cinética do sistema, seguiu-se para definir o tipo de colisão, utilizando o que se denomina de fator de conservação de energia ( $f$ ), que consiste no percentual do total da energia do sistema que será conservado no momento da colisão.

Para a representação da queda livre, utiliza-se a imagem de uma bola com massa ( $m$ ) de 0,50 kg que foi liberada de uma altura ( $h$ ) de 2 m e com o fator de conservação de energia ( $f$ ) de 100%. Esses dados constituem a primeira proposta no guia virtual que foi entregue para os estudantes distribuídos nos grupos criados, sendo que foram reformuladas a partir das ideias e visões que se adquiriram com as metas que foram realizadas no período anterior.

Nessa visualização da proposta da atividade, aciona-se a função estroboscópica além da trajetória, para que o estudante tenha condições de visualizar e comparar a altura de retorno após cada colisão com o solo. Na figura 01 há duas imagens: a primeira representa a bola que colide com o solo e retorna à mesma altura, situação caracterizada pela colisão elástica; na segunda imagem, figura 01, há a representação da bola em colisão inelástica com o solo, porém, para este, considera-se a altura de 1,50 m com a mesma massa e com o fator de conservação de energia de 90%, cuja trajetória o estudante consegue perceber que, após cada colisão, a altura de retorno da bola é menor.

Figura 1: Representação da trajetória deixada em duas situações: primeira imagem, colisão elástica com o solo; segunda imagem, colisão inelástica com o solo.

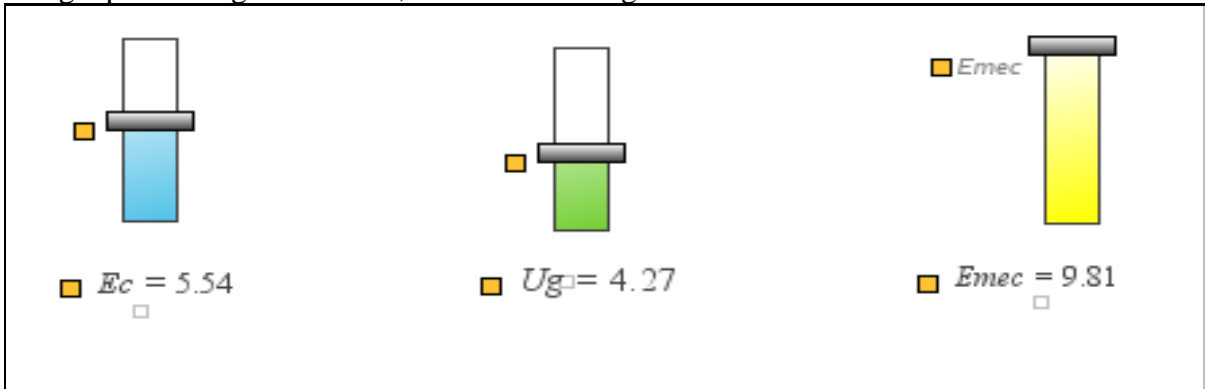


Fonte: simulação, a autora (2016).

Conforme já mencionado nos capítulos anteriores, o estudante deveria observar a transformação das energias e o que acontecia no trajeto do quicar da bola. Para auxiliar em relação às energias, foram preservadas as barras de energia que poderiam ser visualizadas na simulação, sendo estas barras também trabalhadas por Wolff (2015). Então, para a representação das energias potencial gravitacional, cinética e total, são adotados indicadores de nível (barras de energia), objeto de animação disponibilizado pelo *Modellus*. Na figura 02, pode-se identificar que a barra azul indica a energia cinética existente na bola; a barra de nível verde indica a energia potencial gravitacional da bola, e a barra de energia amarela indica a representação da energia total do sistema. Durante a movimentação da bola (subindo ou descendo), os indicadores de nível da energia potencial gravitacional e da energia cinética oscilam. O indicador de nível da energia total é igual à soma dos indicadores de nível da energia cinética e da energia potencial gravitacional.

Diante das explicações do Wolff, percebe-se que a opção pela utilização dos indicadores de nível, as “barras de energia”, ocorreu pela facilidade de transmissão gráfica e, quando somadas às energias potencial gravitacional e à energia cinética, o resultado obtido é igual à energia total do sistema (WOLFF, 2015). Ademais, importante, observar-se que, na proporção que altera os dados nos parâmetros e nas condições iniciais, as informações apresentadas nas “barras de energia” também alteram na execução da simulação, o que pode ser visualizado abaixo das barras.

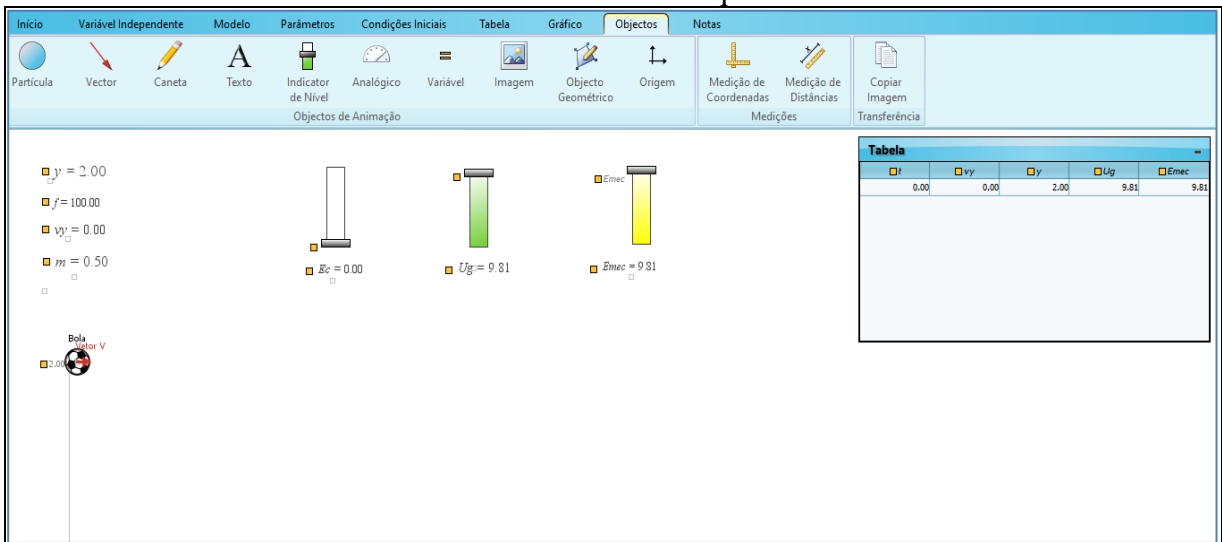
Figura 2: Representação dos indicadores de nível de energia. Azul - energia cinética; verde - energia potencial gravitacional, e amarelo - energia mecânica do sistema.



Fonte: Simulação trabalhada, a autora (2016).

Para uma visão mais detalhada da simulação, pode-se observar, além das barras indicadoras de nível de energia, os indicadores de altura ( $y$ ), velocidade na vertical ( $v_y$ ), fator de conservação de energia ( $f$ ) e massa da bolinha ( $m$ ), conforme apresentado na Figura 03, sendo visualizadas ao lado esquerdo das barras. As grandezas estavam expressas no Sistema Internacional de Unidades.

Figura 3: Tela referente à simulação de uma bola em queda livre de certa altura, que colide com o solo de forma elástica e seus dados iniciais ao lado esquerdo.



Fonte: A interface da simulação, a autora (2016).

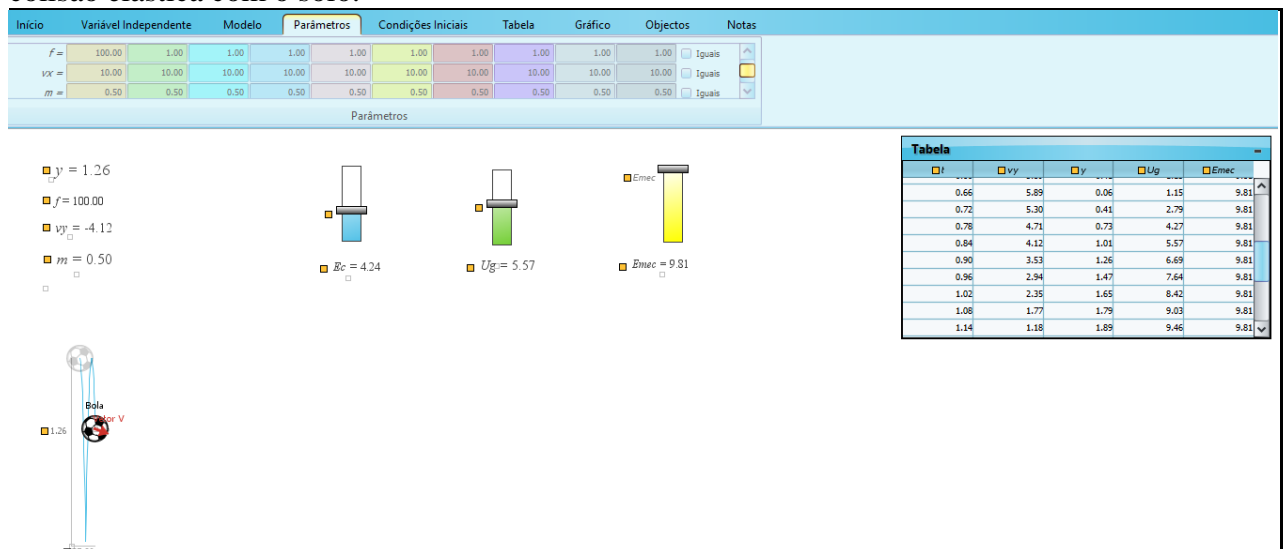
Com a instrução do guia virtual, o estudante tem a possibilidade de manipular algumas grandezas que são apresentadas na Figura 04. As grandezas são a altura de lançamento, a velocidade inicial horizontal e vertical, a massa da bola, além do percentual de energia conservada no momento da colisão, que favorece, assim, simular diferentes situações, sendo

apresentadas em parâmetros e também condições iniciais localizados acima das barras de energia. O tipo de colisão é caracterizado pela conservação de energia. Para isso utiliza-se como parâmetro o fator de conservação de energia ( $f$ ) como já descrito anteriormente.

Com o valor do fator de conservação pode-se verificar o tipo de colisão. Determinando  $f = 100\%$ , é uma colisão elástica, e considera-se a conservação da energia cinética. Entretanto, obtendo  $f = 90\%$ , tem-se uma colisão inelástica, o que configura uma situação em que não há conservação de energia do sistema. Agora, caso seja  $f = 110\%$ , como proposto em uma das atividades no guia, a colisão será superelástica.

Para a realização da simulação, apresentaram-se várias possibilidades para o estudante desenvolver a atividade na simulação, as quais são apresentadas no guia virtual que se encontra no Apêndice H. Verifica-se na Figura 4 que há a possibilidade de gravar a simulação, trabalhar com tabelas, acrescentar objetos, criar notas etc., enfim, o estudante tem possibilidades infinitas de explorar a simulação e conhecer muito mais o guia virtual indo além do que foi proposto para este trabalho.

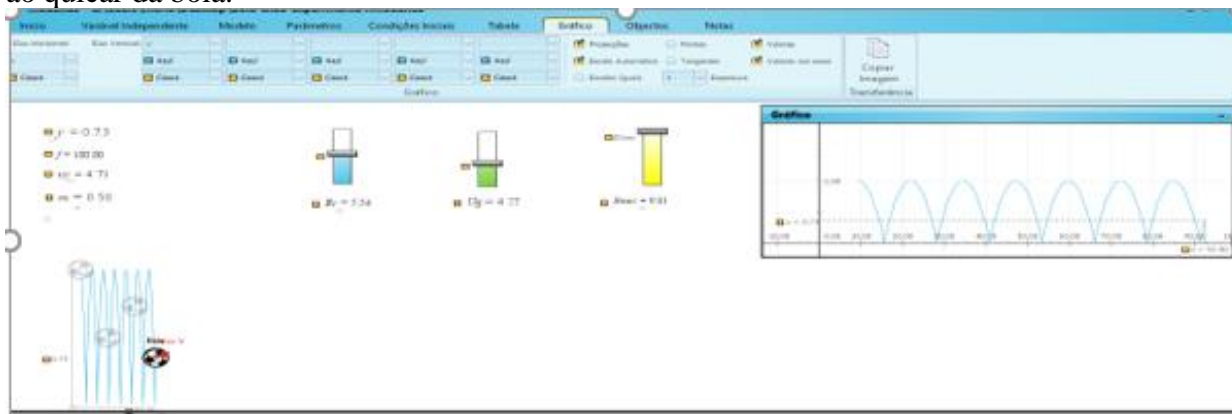
Figura 4: Imagem da simulação com a demonstração dos parâmetros e condições iniciais em uma colisão elástica com o solo.



Fonte: Simulação, a autora (2016).

E para demonstração e visualização do gráfico, é possível ser gerado conforme ocorre na simulação. Com a possibilidade de acompanhar a transformação das energias por meio das barras de energia, também o estudante tem a possibilidade de acompanhar a dinâmica do surgimento do gráfico. O mesmo podia ser comparado com o movimento da bola, com uma colisão perfeitamente elástica demonstrada na Figura 5.

Figura 5: Imagem da simulação com a demonstração do gráfico gerado em relação a uma colisão ao quicar da bola.



Fonte: Simulação, a autora (2016).

A Simulação tem suas características conforme a versão, mas pode ser adequada segundo o que se quiser trabalhar. Como demonstrado e visualizado nas figuras anteriores, há possibilidades também de se modificar o objeto usado para o movimento; para o caso deste trabalho, utiliza-se uma bola de futebol. Com essa oportunidade de utilizar a bola de futebol, foi criado outro guia, o qual foi chamado de guia real. Este também trouxe o uso de bolas para se observar o movimento quando tivesse quicando. Portanto, detalha-se a seguir o guia que foi oferecido para os estudantes que fizeram parte do grupo da atividade desenvolvida com o guia real.

### 5.3.4 Guia para a atividade Real: Experimento com bolas

O guia para a atividade real, foi pensado de forma que pudesse trazer propostas de atividades que fossem bem próximas da simulação que foi aplicada para o outro grupo. A metodologia aplicada para esse guia (roteiro) foi da mesma forma que a utilizada para o primeiro guia. Para tanto, optou-se em sugerir neste guia a utilização de bola também, para que pudesse ficar bem próximo da bola que foi utilizada para visualizar a queda e o movimento na simulação explicada no guia da atividade virtual. Desse modo, o guia da atividade real, foi estruturado e desenvolvido com uma metodologia que pudesse apresentar claramente o que deveria ser realizado.

No princípio, foi oportunizada a apresentação sobre os assuntos que tinham sido explorados no pré-teste, sendo eles energia cinética, energia potencial gravitacional, energia mecânica e o estudo da conservação da energia. Para cada assunto, foram disponibilizadas explicações sobre o mesmo, assim como seguida de algumas fórmulas, que poderiam auxiliar na execução das atividades. Em seguida, foram apresentados os materiais necessários para a



realização do experimento, não sendo muito diferente do que é realizado no laboratório didático. Desse modo, o estudante precisaria se preparar não somente com o entendimento do assunto, mas também com a obtenção das ferramentas.

Nesse caso, foi colocado para os estudantes que necessitariam de bolas, sendo dois tipos de bolas de diferentes tamanhos. Para o auxílio da escolha da bola, no final do guia, disponibilizou-se uma tabela contendo alguns tipos de bolas com suas características, conforme está demonstrado no guia para a atividade real disponível no Apêndice E. Também se solicitou que providenciassem uma vara, de pelo menos de 2 metros de comprimento, ou uma fita métrica fixa, papel milimetrado para construir o gráfico e uma fita gomada para marcar a altura de salto.

Ao se concluir essa parte, apresentaram-se os procedimentos em relação ao que seria desenvolvido antes, durante e depois da experiência a ser realizada. Então, trouxe no guia exatamente o título de procedimento, descrevendo que na atividade seria utilizada a técnica descrita como P.O.E. (Predict-Observe-Explain), cujo significado é (Predizer-Observar-Explicar) de (TAO; GUNSTONE, 1999). Desse modo, foi explicado que essa técnica consiste em fazer com que se tente predizer o que irá ocorrer antes da atividade experimental e registrar. Em seguida, o estudante desenvolvia a atividade, observando o que aconteceria considerando uma previsão e tomando o cuidado de registrar. Após a previsão, realizaria a atividade com a primeira bola escolhida por ele, marcando a altura que iniciaria a queda livre, em seguida, soltando a bola, observando o seu movimento e registrando cada quicada e cada retorno dela.

A forma com que o estudante poderia registrar a atividade realizada ficou a critério de cada um. Nessa fase, o importante era não perder nenhum dado adquirido durante a realização da atividade. Para esse caso, também se disponibilizou no guia (roteiro) uma tabela para que o estudante pudesse registrar os valores que adquiriu durante o procedimento. Sendo assim, ele teve condições de calcular todas as energias, bem como a conservação da energia mecânica e a representação das informações por meio de gráfico.

Todo o procedimento realizado para a primeira bola deveria ser realizado também com a segunda bola, diferente da primeira, escolhida por ele. E finalmente, deveria comparar o que esperava que fosse acontecer com o que foi desenvolvido, tentando explicar as diferenças entre o observado e o previsto, para o caso de haver alguma diferença.

Essa mesma técnica foi utilizada no guia virtual, seguindo o mesmo procedimento. As únicas diferenças que ocorreram nos guias em relação à proposta metodológica foram onde seria realizado o experimento e a forma com que cada guia disponibilizou as explicações e os dados.

O estudante teve a liberdade de realizar o experimento quantas vezes fossem necessárias, assim como o local para o desenvolvimento da experiência. Mas foi apresentado um

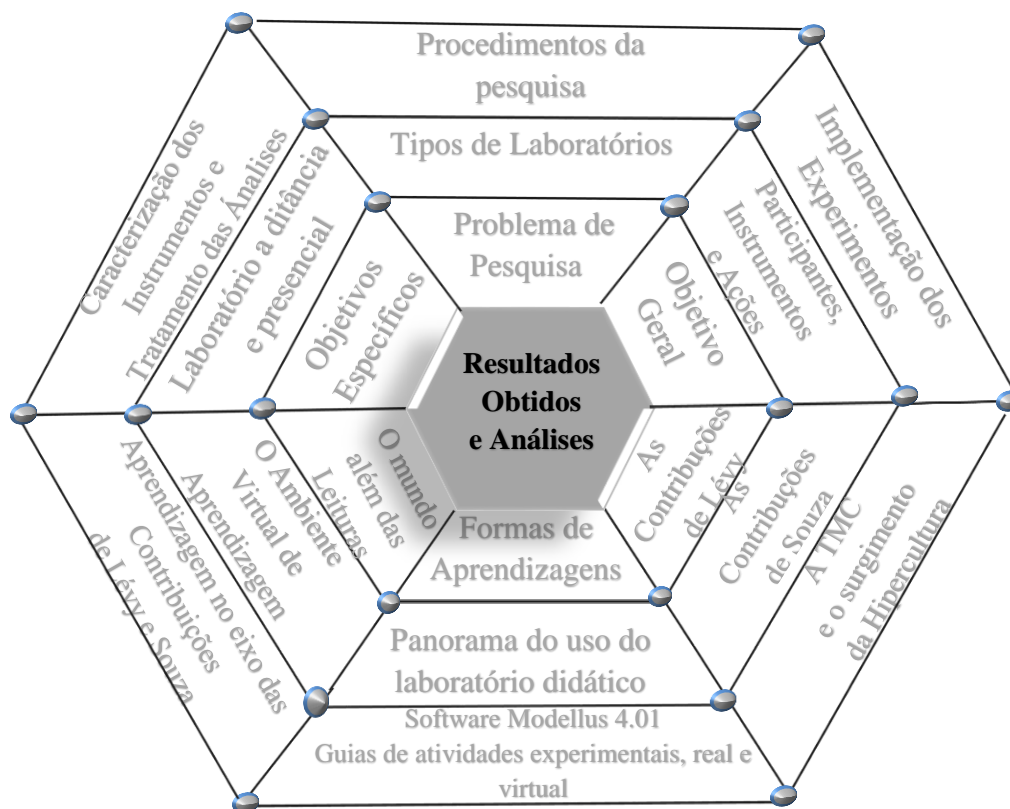
prazo aos estudantes, para apresentação dos resultados acompanhados das informações a respeito daquilo que utilizaram além do que fora proposto no guia. Para a realização das atividades propostas por este guia para a atividade real não foi disponibilizado nenhum instrumento tecnológico, como simuladores e *softwares*, que pudesse incentivar os estudantes que se utilizaram deste guia.

Esclarece-se, ainda, que este guia foi pensando e desenvolvido de forma que necessitou ser convalidado, diferentemente do guia virtual, o qual já tinha sido convalidado. Desse modo, aplicou-se o guia real para cinco estudantes de graduação do curso de Física. Estes realizaram individualmente no princípio, mas durante os experimentos, verificaram a necessidade de fazer em grupo em virtude da dificuldade de visualizar a queda da bola de basquete que foi utilizada durante a primeira tentativa.

Ao se concluírem os testes, algumas situações observadas durante a execução da atividade foram aprimoradas. Uma delas foi de colocar no guia o uso de uma fita gomada para marcar os pontos que foram sugeridos como medida de altura. Outra situação foi de acrescentar as fórmulas, pois os estudantes não lembravam as regras de teorias que determinavam as atividades propostas. Enfim, aperfeiçoou-se o guia, ao ponto de ser aplicado para os coordenadores de curso que estavam colaborando com a pesquisa. Esse procedimento foi considerado como uma segunda aplicação depois que se aperfeiçoou com os estudantes que colaboraram no primeiro momento. Para os coordenadores, foram enviadas, via *e-mail*, orientações específicas. Ao se concluir essa segunda aplicação, aprimorou-se e definiu-se como completo para sua aplicação na pesquisa.

Portanto, apresentam-se no próximo capítulo, os resultados da aplicação dos ICD, bem como os guias que foram explicados posteriormente. Após a apresentação dos resultados que se adquiriu com este trabalho de tese, determinam-se as análises feitas, conforme a metodologia adotada.

## 6 RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISES



Fonte: a autora.

Sendo discutidos<sup>14</sup>   
 Que já foram discutidos<sup>15</sup>

<sup>14</sup> Os assuntos discutidos neste capítulo, estão descritos em negrito na imagem da teia.

<sup>15</sup> Os assuntos que já foram discutidos, estão descritos na cor cinza na imagem da teia.

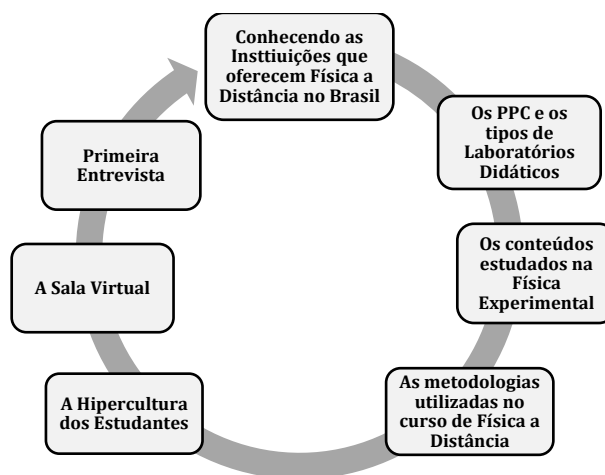
Para as metas realizadas até o momento, como descrito no Capítulo 5, oportunizou-se a construção de um conjunto de dados provenientes das interações que foram realizadas com as instituições e com os estudantes por meio da sala virtual no *Moodle*, *e-mail*, *whatsapp* e *Skype*. Além disso, também se acrescentam gestos e formas que surgiram dos estudantes durante o contato com as atividades experimentais e com as mídias envolvidas. Tudo isso constitui parte fundamental do acervo de dados que foram utilizados na busca de respostas à questão norteadora deste trabalho de tese.

Com essas explicações, apresentam-se a seguir os dados acompanhados com as respostas que surgiram durante este processo de pesquisa. Como foi realizado um número significativo de ações, foram adquiridas respostas que estão expressas de formas diversificadas, não seguindo uma ordem única de arranjos.

Dessa forma, expressam-se as análises após a apresentação dos dados e das respostas. Foram realizadas duas entrevistas com os estudantes, porém para o primeiro grupo concentrou-se um número bem maior em relação à segunda entrevista. Considerando para a segunda entrevista que foram realizadas após a aplicação do pré-teste e pós-teste, sendo que para este, concentram-se apresentações de imagens que trazem evidências para análise dos dados. Foram coletados dados que representam um universo dinâmico e diversificado de respostas, necessitando de um tratamento detalhado para cada estudante individualmente.

Sendo assim, dividiu-se a apresentação dos resultados em duas partes. A primeira parte, inicia com a identificação das instituições e concentrada até a primeira entrevista. A segunda parte dos resultados, inicia com a aplicação do pré-teste e concentra-se até a segunda entrevista. A primeira parte está demonstrada em forma de resumo na Figura 6.

Figura 6: Primeira parte dos Resultados



Fonte: a autora.

## 6.1 CONSULTA DAS INSTITUIÇÕES CREDENCIADAS NO E-MEC

Para esta primeira ação a ser concretizada, foi realizado um mapeamento das regiões, definindo os estados, conforme demonstrado na Figura 6. Com esse procedimento, definiu o surgimento da primeira planilha, sendo que ela foi esboçada durante ao contato com o sistema e-MEC.

Figura 7: Imagem capturada do e-MEC, com mapeamento das regiões e estados que ofertam licenciatura de Física na modalidade a distância.



Fonte: Página do e-MEC – Ministério da Educação – Portal do MEC.<sup>16</sup>

Esse mapeamento ajudou na construção dos dados de cada instituição que oferta o curso de licenciatura em Física a distância. A planilha mencionada anteriormente foi desenvolvida de forma que pudesse apresentar exatamente o que a plataforma do e-MEC fornece. Sendo caracterizados, na planilha, a região, o estado, as características do curso, a modalidade a distância ou semipresencial, o município, o início que o curso começou, o contato e as observações, como a carga horária geral do curso, por exemplo. Com o preenchimento dessa planilha, foi possível codificar as informações necessárias que pudessem extrair os elementos essenciais para esta pesquisa. Dessa forma, não é apresentada essa planilha por completo neste texto.

A mesma planilha também possibilitou que fosse feito o contato com as instituições e com os coordenadores do curso de Física, partindo para a 2ª ação definida. Este primeiro contato foi viabilizado pela plataforma do e-MEC, o que possibilitou a organização de uma lista com

<sup>16</sup> Disponível em: <http://emec.mec.gov.br/>. Acesso em agosto de 2014.

telefones e *e-mails*. Levando em média cinco meses até a conclusão dessa ação. Houve muitas dificuldades com algumas instituições, como *e-mails* não respondidos; ademais, as tentativas por telefone também não foram bem-sucedidas, não sendo muito diferente do primeiro caso. Alguns números de telefones não direcionavam diretamente para os cursos, dificultando o acesso aos envolvidos, principalmente aos coordenadores. Por meio desse contato, que foi realizado com as 24 instituições durante o ano de 2014, também foi verificado que uma certa instituição não estava mais oferecendo o curso, caracterizando-se como temporariamente suspensa. Dessa forma, passou-se a contabilizar 23 instituições para o princípio desta pesquisa.

Acredita-se que as informações da plataforma e-MEC<sup>17</sup> são um meio importante de conhecimento e comunicação com as instituições. Entretanto, evidenciar as dificuldades mencionadas anteriormente pode servir para que os representantes que gerenciam aquela plataforma mantenham-na atualizada e constantemente em revisão para que os contatos pretendidos com as instituições sejam facilitados.

Portanto, finalizados os contatos via telefone e *e-mail* com as 23 instituições, solicitou-se que disponibilizassem o Projeto Pedagógico Curricular (PPC) do curso, determinando assim a 3ª meta a ser realizada, pois possibilitaria conhecer e analisar as disciplinas experimentais e as formas com que eram trabalhadas pelos cursos de Física a distância. Isso porque se almejaram conhecer e compreender a forma com que o curso foi estruturado, planejado e como se trabalhavam as disciplinas de Física experimental. Sendo que, com esse conhecimento, foi sugerida a possibilidade de acompanhar e interagir na sala virtual das instituições. Foi obtido como resultado o retorno de 11 instituições, cujos coordenadores enviaram seus PPC.

## 6.2 OS PROJETOS PEDAGÓGICOS CURRICULARES – PPC – DO CURSO DE FÍSICA DAS INSTITUIÇÕES BRASILEIRAS

Para uma visão do que se estava querendo estudar e analisar, esta tese focou precisamente nos currículos e ementas descritas nos PPC. Enfim, para se conhecer como ocorria o processo da reconstrução de conceitos de Física de atividades experimentais, a investigação deveria saber primeiramente qual a característica do laboratório didático desse curso de Física, sendo ele totalmente a distância ou semipresencial. E depois culminando em definir as disciplinas de Física experimental que se apresentavam no currículo, com a possibilidade de criar categorias conforme o que fora demonstrado no currículo e na ementa do curso.

---

<sup>17</sup> Disponível em: <http://emec.mec.gov.br/>. Acesso em agosto de 2014.

Foram levantados, então, os seguintes questionamentos a fim de que fossem agregadas na análise dos PPC e da participação dos coordenadores, os quais se constituíram no ponto principal para que esses documentos fossem enviados para o avanço desta pesquisa.

1º - Quais as metodologias utilizadas nas disciplinas experimentais que exigem dos estudantes uma visão ideal em atividades experimentais?

2º - Como é caracterizado o laboratório didático para cada disciplina trabalhada? Laboratório presencial (polo), a distância (plataforma *Moodle*) ou semipresencial (polo e plataforma *Moodle*)?

Nessa demonstração da Tabela 3, pode-se verificar onze instituições identificadas especificamente pela região onde atuam. Observa-se, que há uma instituição que está atuando em quatro regiões, caracterizando a sua participação da oferta do curso em licenciatura de Física na modalidade a distância quase no Brasil todo. Para a região nordeste, pode ser verificado que há a participação de sete instituições que estão oferecendo curso de Física, totalizando particularmente nessa Tabela 3 com uma quantidade maior de participação de instituições.

Na região sudeste, pode-se observar que há cinco instituições e já, na região do sul, totalizam-se duas instituições. Essas foram as instituições que disponibilizaram os PPC para análise. Enfim, as doze instituições que não responderam às solicitações foram excluídas das etapas seguintes deste estudo. Ratificando-se, então, que, para análise dos currículos e das ementas do curso de Física, obtiveram-se como amostra onze instituições.

Apresenta-se a seguir uma análise com alguns questionamentos. O que leva a região nordeste a ter um maior número de instituições oferecendo o curso de Física? Será que é pelo maior número de procura pelo curso de graduação em Física ou pela dificuldade regional de cursar uma graduação na modalidade presencial? Essas perguntas surgiram a partir da análise que foi realizada, trazendo o intuito de obter condições de respondê-las com mais precisão mediante o contato com os coordenadores.

### **6.2.1 Os tipos de laboratórios por instituição e região**

Dando continuidade à apresentação dos resultados e das análises, apresenta-se a classificação dos tipos de laboratórios que as instituições utilizam, culminando desse modo com a realização da 4ª meta.

Depois de identificar as instituições, foi dado andamento em identificar os tipos de laboratórios. No caso, para descrição das instituições, optou-se em preservar seus nomes e nomeá-las com códigos e identificação por região.

Tendo o conhecimento de que as atividades experimentais são realizadas no laboratório didático, este estudo procurou acercar-se da descrição dos mesmos, para explorar as ideias de como ocorre o processo de (re) construção dos conceitos de Física das atividades experimentais pelos estudantes de Física na modalidade a distância.

Conforme se verifica na Tabela 3, caracterizam-se três tipos de laboratórios didáticos, sendo distribuídos conforme a instituição e região. Essa Tabela 3 define cada tipo de laboratório utilizado especificamente. Verificou-se, pois, que somente uma instituição utiliza o laboratório didático por meio de kits, informação essa que diverge do que se pontua quando foram feitas as perguntas aos coordenadores. Já para o tipo de laboratório presencial, evidenciou-se que quatro instituições caracterizam esse tipo de ambiente. E para o laboratório semipresencial, a análise concluiu que seis instituições se caracterizam por utilizar esse tipo. Com esses dados adquiridos, buscaram-se trabalhos publicados<sup>18</sup> que trouxessem os detalhes de cada laboratório. Neste ensejo são trazidas tais informações para especificar o que cada laboratório apresenta como característica e as metodologias aplicadas para a sua exploração, sendo essa visão para investigar os questionamentos que foram levantados no princípio da introdução desta tese.

Laboratório por meio de Kits – A instituição entrega na residência dos estudantes os kits e guias explicativos, utilizando-se de material didático impresso e explicativo como forma de orientação para as aulas experimentais. Há o desenvolvimento de aulas explicativas por meio de vídeo disponibilizado no ambiente e não tem utilização de laboratório presencial (real) e nem virtual. Ocorre a explicação dos exemplos de experimentos pelo professor no ambiente, para tirar dúvidas, há auxílio nas dúvidas relacionadas ao ambiente, com a presença do professor. E também o professor da disciplina de experimentação sugere a utilização do laboratório virtual PhET.

Laboratório Presencial – Esse se especifica como real, onde o estudante deve estar presente para realização das atividades no polo. A instituição distribui o material didático para as aulas experimentais no polo por meio dos tutores. As explicações ocorrem no ambiente e no polo de apoio presencial. Sobre a metodologia usada, podemos ressaltar que esta varia conforme o professor e o tutor. E também podemos considerar que há indícios de que não há interação com laboratório virtual.

---

<sup>18</sup> VELOSO, M. S. S. O.; ANDRADE NETO, A. S. Panorama do uso de laboratório didático em cursos de ensino de Física, modalidade a distância, no país. Revista Novas Tecnologias na Educação, v.12 n. 2, 2014.  
VELOSO, M. S. O.; ANDRADE NETO, A. S. Structural Diagnostic of Didactic Laboratories Used in Bachelor in Physics Education Courses in the Modality of Distance Education in Brazil. In: ESERA 2015, Acta Conference, Finlândia / Helsinque. Book: "Science Education Research: Engaging learners for a sustainable future," 20016. v. 4, p.1-10. ISBN 978-951-51-1541-6.



Laboratório Semipresencial – A instituição distribui o material autoexplicativo para as aulas experimentais no ambiente. Conforme informado pelos coordenadores, há utilização de exemplos por meio de simuladores e material didático, porém o estudante deve ir ao polo quando houver atividades que envolvem momentos presenciais. Há o auxílio do tutor presencial, o qual possui formação na área.

Laboratório Virtual – Não foi encontrada nenhuma evidência que pudesse caracterizar o uso desse tipo de laboratório. Mas tomando como base o referencial bibliográfico, pontua-se que, nesse modelo de laboratório, a instituição distribui o material didático para as aulas experimentais no ambiente. Todas as realizações de atividades são desenvolvidas no ambiente da sala virtual. Ocorre a utilização de simuladores no ambiente, com acompanhamento de explicações sobre as aulas experimentais pelo professor e pelo tutor no ambiente. Nesse laboratório o estudante não tem contato presencial com o professor e nem com o tutor.

Com essas descrições pontuadas, pode-se verificar na Tabela 3, o delineamento da classificação dos laboratórios com as determinadas instituições e regiões.

Tabela 3  
Quadro da classificação dos laboratórios didáticos por instituição e região.

Instituição	Laboratório Didático	Região
1.Instituição Particular - RA	Por meio de Kits	Norte
		Nordeste
		Sudeste
		Sul
2.Instituição Federal - PI	Presencial	Nordeste
3.Instituição Federal - UC	Semipresencial	Nordeste
4.Instituição Federal - RN	Semipresencial	Nordeste
5.Instituição Federal - AL	Presencial	Nordeste
6.Instituição Federal - ES	Presencial	Nordeste
7.Instituição Estadual - SC	Semipresencial	Nordeste
8.Instituição Federal - JM	Presencial	Sudeste
9.Instituição Federal - SE	Semipresencial	Sudeste
10.Instituição Federal - JF	Semipresencial	Sudeste
		Sudeste
11.Instituição Federal - SM	Semipresencial	Sul

Fonte: a autora (2014).

Com a visão que se tem desses laboratórios didáticos, expressa-se nas explicações de Forte et al. (2008) que um laboratório didático que possibilite ao estudante ser autor de seu próprio conhecimento, à medida em que exercita diretamente nos objetos virtuais a sua experimentação. Percebe-se, no entanto, que as instituições não oportunizam totalmente o uso do laboratório virtual. Assim sendo, observa-se que o desenvolvimento de uma aplicação de

simulação de laboratório, onde seja dada ao aluno a mesma possibilidade de experimentação dos conteúdos teóricos vistos, ainda que ele não esteja no ambiente físico acadêmico, é de grande relevância (FORTE, et al. 2008).

### 6.2.2 As disciplinas de Física experimental por instituição

Com a exploração do material, continuando na 4ª meta, foi possível criar categorias baseadas nos conteúdos que foram extraídos dos currículos e das ementas. Essa criação de categorias culminou para uma visão pontual dos conteúdos que são trabalhados na Física experimental. Após serem atribuídas essas categorias em relação aos conteúdos, conforme o que é estudado nas disciplinas experimentais expressas nos PPC, foi considerada a construção da Tabela 4, com a categoria, a instituição e a região.

Com o critério de conhecer as disciplinas que são ministradas, foi necessário estudar cada PPC e verificar quais eram as disciplinas trabalhadas no laboratório didático. Entretanto, foi imprescindível criar categorias que pudessem abranger as disciplinas que estavam sendo mencionadas no PPC de cada instituição, para que não fosse necessário colocar todas elas na Tabela 4. Outro ponto a considerar para a preservação dessa tabela é que a mesma traz novamente as instituições representadas por códigos e as regiões que anteriormente foram mencionadas na Tabela 3, porém, como as categorias não são comuns para todas as instituições, determinou-se destacar como uma tabela separada para estudar e analisar esse ponto das categorias.

Tabela 4  
Categorias extraídas dos PPC das IFES.

<b>Categorias</b>	<b>Instituição</b>	<b>Região</b>
Física Básica	RA	Norte, Sul, Sudeste, Nordeste
Erros e Medidas Físicas	RA	Norte, Sul, Sudeste, Nordeste
	UC	Nordeste
	AL	Nordeste
	SC	Nordeste
	JM	Sudeste
Cinemática	JF	Sudeste
	RA	Norte, Sul, Sudeste, Nordeste
	JF	Sudeste
	UC	Nordeste
	AL	Nordeste
	JM	Sudeste
	ES	Sudeste
	SC	Nordeste
RN	Nordeste	
	JF	Sudeste

Dinâmica	SM	Sul, Sudeste
	UC	Nordeste
	AL	Nordeste
	SE	Nordeste
	RA	Norte, Sul, Sudeste, Nordeste
	PI	Nordeste
	SC	Nordeste
	RN	Nordeste
Energia e Momento Linear	SM	Sul, Sudeste
	RA	Norte, Sul, Sudeste, Nordeste
	SC	Nordeste
	ES	Sudeste
	JF	Sudeste
	RN	Nordeste
	JM	Sudeste
Termodinâmica	RA	Norte, Sul, Sudeste, Nordeste
	SE	Nordeste
	UC	Nordeste
	AL	Nordeste
	ES	Sudeste
	PI	Nordeste
	JF	Sudeste
	RN	Nordeste
	SM	Sul, Sudeste
	JM	Sudeste
Fluidos	SM	Sul, Sudeste
	UC	Nordeste
	RN	Nordeste
	AL	Nordeste
	PI	Nordeste
	JF	Sudeste
	RA	Norte, Sul, Sudeste, Nordeste
	JM	Sudeste
Eletricidade	RN	Nordeste
	SM	Sul, Sudeste
	JF	Sudeste
	SE	Nordeste
	UC	Nordeste
	AL	Nordeste
	JM	Sudeste
	ES	Sudeste
	PI	Nordeste
	SC	Nordeste
Magnetismo	JM	Sudeste
	PI	Nordeste
	RN	Nordeste
	SE	Nordeste
	SM	Sul, Sudeste
	UC	Nordeste
	AL	Nordeste
ES	Sudeste	

	SC	Nordeste
	JF	Sudeste
Quântica antiga (Semi-Quântico)	SM	Sul, Sudeste
	PI	Nordeste
	ES	Sudeste
	RN	Nordeste
	SC	Nordeste
Quântica	SM	Sul, Sudeste
	RN	Nordeste
	AL	Nordeste
	SE	Nordeste
Óptica	JF	Sudeste
	SM	Sul, Sudeste
	UC	Nordeste
	AL	Nordeste
	JM	Sudeste
	ES	Sudeste
	PI	Nordeste
	RN	Nordeste
	SC	Nordeste
Oscilações e Ondas	RA	Norte, Sul, Sudeste, Nordeste
	UC	Nordeste
	AL	Nordeste
	SC	Nordeste
	JF	Sudeste
	RN	Nordeste
	JM	Sudeste
	SE	Nordeste

Fonte: PPC dos cursos de Física a distância do Brasil, a autora.

Originando alguns pontos essenciais para a discussão da Tabela 4, apresenta-se a seguir uma análise baseada nos documentos que foram disponibilizados para este estudo. Essa tabela é um resumo do que foi extraído para responder ao questionamento. Conforme as categorias que foram criadas, estão baseadas nas disciplinas e nos conteúdos apresentados nos PPC. Diante do que está sendo questionado nesta pesquisa, são apresentadas estas categorias, que são distribuídas de forma sequencial na fase inicial do curso de Física, fazendo uma comparação dessa sequência com cada instituição versus categoria.

Nessa perspectiva, observa-se que a Física básica não é trabalhada por todas as instituições, conforme evidenciado, mas somente uma instituição trabalha Física básica. No apontamento dos currículos, fica claro quais são as disciplinas trabalhadas em forma de atividade experimental. Em vista disso, percebe-se que, das onze instituições, somente seis demonstram trabalhar Erros e Medidas Físicas.

Para as categorias Cinemática e Dinâmica, que abrangem conhecimentos de Física 1 e Física 2, foi evidenciado na leitura dos currículos que oito instituições registram trabalhar a

Cinemática e nove instituições que trabalham a Dinâmica. Nessas duas categorias, observa-se que ocorre o princípio do curso de Física envolvendo conhecimentos que possibilitam ao aluno sedimentar o que ele estudou na teoria ao iniciar o curso.

Para as categorias Energia e Momento Linear, e Termodinâmica, evidencia-se na tabela que sete instituições abordam Energia e Momento Linear, e dez abordam a Termodinâmica. Para algumas dessas categorias, ficam bem claros os procedimentos e as determinações de fórmulas e dotação da Matemática.

As categorias Fluidos e Eletricidade variam entre oito instituições para Fluidos, e nove instituições evidenciam em seus currículos que trabalham Eletricidade. Principalmente pela adoção de equipamentos que muitas vezes são kits já prontos, disponibilizados para o aluno. Nessa determinação de metodologia, há a possibilidade de o aluno ser guiado por um roteiro, ou equipamentos disponibilizados nos laboratórios com a aparelhagem necessária para a execução do experimento.

Para as categorias Magnetismo e Quântica Antiga (Semi-Quântico), estão registradas que dez instituições trabalham aquela categoria e cinco instituições abordam essa última em seu curso em forma de atividade experimental. Diante dessas categorias, surgiu a possibilidade de querer saber como seria a metodologia adotada para trabalhar esses assuntos e se teriam os estudantes desenvolvimento de atividades presenciais ou virtuais, pois não estavam claros nos currículos os procedimentos, sendo que uma ou outra instituição afirma que essa questão fica a critério do professor da disciplina.

Nas categorias Quântica, Óptica e Oscilações e Ondas, fica clara na tabela uma variação, igual às demais instituições que trabalham esses assuntos. Para a Quântica, que foi diferenciada da Quântica Antiga, quatro instituições evidenciam em seu currículo o seu estudo; já para a Óptica, são constatadas nove instituições; e para Oscilações e Ondas, oito.

Em termos gerais, considerando-se os documentos analisados para a construção dessa Tabela 4 e a formação para discussão dos dados, evidencia-se que as disciplinas pedagógicas e laboratoriais desses cursos de Física têm como objetivo a previsão de competências referentes ao processo de investigação que possibilitem o aperfeiçoamento da prática pedagógica.

Observa-se também que, desse modo, as disciplinas foram elaboradas de tal maneira que exista sempre uma atividade experimental e uma discussão com fundo didático-pedagógico relacionada às atividades teórico-expositivas. Entretanto, fica evidente em quase todos os documentos analisados que as instituições seguem uma forma de apresentação de modo que todas as metas do curso possam ser executadas detalhadamente.

Ao analisar a ementa de cada disciplina, não fica claro no PPC o conteúdo que possa exigir dos estudantes uma visão ideal nas atividades experimentais. Até mesmo porque a forma com que são trabalhados esses conteúdos varia conforme a metodologia aplicada pelo professor. Mas é possível perceber que relacionando alguns conteúdos, como o estudo do movimento em queda livre, possa oportunizar a possibilidade dos estudantes usarem casos extremos. Como também outros conteúdos, embora isso não tenha ficado claro no que estava descrito nas ementas.

Com o uso da tecnologia, verifica-se que, das onze instituições, duas fazem uso de uma plataforma própria. Seguindo essa determinação, elas se dedicam a planejar a construção de tecnologia própria, buscando alcançar condições de excelência nos serviços oferecidos. O que é justificado pelas instituições em seus PPC. As outras instituições utilizam a plataforma *Moodle*, com seus *designs* diversificados, com a utilização de uma variação de ferramentas que essa plataforma possibilita ser explorada.

Não são evidenciados na Tabela 4 os detalhes da metodologia utilizada e o local onde são executadas essas atividades experimentais porque, com a participação dos coordenadores, obteve-se a oportunidade de conhecer esses detalhes da metodologia e do local. De igual forma, não foi pontuada a infraestrutura por completa, nem a equipe envolvida, não que fosse impossível observar isso nos documentos, até foi visualizado, mas o intuito foi somente de extrair as disciplinas experimentais e as formas com que são trabalhadas as várias oportunidades de utilizar a tecnologia.

Como já mencionado anteriormente, centrou-se nas disciplinas experimentais. Determinando, nesse sentido, pontuá-las de forma a conhecer e apresentar os conhecimentos que os estudantes estão estudando da Física. Ao consultar as diretrizes nacionais para o curso de Física, verifica que no documento determina que a diversidade de atividades e atuações pretendidas para o formando em Física, necessita de qualificações profissionais básicas comuns, que devem corresponder a objetivos claros de formação para todos os cursos de graduação em Física (BRASIL, 2001).

Com essa oportunidade, foram produzidas, então, duas perguntas que pudessem esclarecer as dúvidas que surgiram durante o processo de análise dos currículos. Desta forma, foram adotados alguns procedimentos que esclareceram a configuração da metodologia utilizada e como são definidos e explorados os laboratórios didáticos, sendo eles virtuais ou reais.

Conforme, a criação das categorias baseadas nas análises dos currículos e das ementas, foi feita a codificação e a categorização das falas dos coordenadores diante das perguntas que foram apresentadas para eles via *e-mail*. Foram enviadas, portanto, para os onze coordenadores, duas perguntas que são apresentadas a seguir. Nessa dinâmica de contato, foi obtido o retorno de

dez coordenadores. O coordenador da instituição SC da região nordeste, não respondeu à nossa solicitação.

A Tabela 5 apresenta as respostas dos coordenadores em relação às disciplinas, à metodologia aplicada e à caracterização do local em que são desenvolvidas essas disciplinas experimentais. Com base nas seguintes perguntas norteadoras:

1- *Quais as metodologias utilizadas nas disciplinas experimentais?*

2 - *Como é caracterizado o laboratório didático para cada disciplina trabalhada? Laboratório presencial (polo), a distância (plataforma Moodle) ou semipresencial (polo e plataforma Moodle)?*

Tabela 5  
Codificação das respostas dos coordenadores do curso de Física a distância.

Temas	Verbalizações	Pontos dos Dados	Instituição
<b>O laboratório didático e as disciplinas.</b>	<b>R1</b> - Os laboratórios introdutórios de (A) e (B) seguem uma apostila do CEDERJ. O laboratório de ICFI discute somente fenômenos ópticos e é baseado em um kit que foi desenvolvido pelo CEDERJ. Com relação aos laboratórios avançados de Física I, II, III e IV, não temos por enquanto disponibilidade de materiais e equipamentos nos polos de apoio.	Apostilas. Kits. Polos.	JF
	<b>R2</b> - Possuem laboratório com experimentos somente de Mecânica e Termodinâmica, que equivalem aos conteúdos de Física Experimental I e II.	Experimentos introdutórios.	ES
	<b>R3</b> - As disciplinas com horas práticas dedicam essas horas às aulas nos laboratórios físicos que se encontram nos polos no interior do RN. Utilizam de simuladores que fazem desses laboratórios, visto que nem todo experimento encontra-se disponível nos laboratórios dos polos.	Simuladores. Polos.	RN
	<b>R4</b> - Nos programas das disciplinas constam os experimentos a serem realizados. Por isso, podem-se saber as disciplinas em que a parte experimental foi integrada à teoria.	Experimentos práticos com teoria.	SM
	<b>R5</b> - Temos kits experimentais para todos os conteúdos que são ministrados. Não temos um experimento especificamente sobre gravitação	Kits.	AL
	<b>R6</b> - Poucas práticas são baseadas em equipamentos existentes nos polos. Acontece que nem todo polo tem laboratório e os que o possuem, nem sempre podemos contar que os equipamentos estejam em condições de uso.	Poucas práticas. Polos. Equipamentos em condições de uso.	UC
	<b>R7</b> - As disciplinas que efetivamente utilizam os laboratórios são: Física Básica, Física Experimental I e Física Experimental II. Os		RA

	estudantes recebem os kits em sua casa, sendo que a RA contrata uma empresa para montar os kits e envia para os estudantes que estão fazendo as disciplinas experimentais.	Recebem kits em suas casas.  Disciplinas introdutórias.	
	<b>R8</b> - As disciplinas experimentais (mecânica, termodinâmica, eletricidade, magnetismo etc.), na modalidade a distância, são atividades presenciais, realizadas nos polos de apoio presencial em que o professor leva um kit da universidade, que pode ser um material alternativo ou mais elaborado e realiza as atividades, organizadas num roteiro, junto com os estudantes e apoiado por um tutor.	Kits da Universidade.  Material alternativo.  Roteiro.  Polos.	JM
	<b>R9</b> - As disciplinas de laboratório, são utilizadas a estrutura do Departamento de Física presencial para as aulas de Laboratório do curso de Física a distância.	Laboratório da Física presencial.	SE
	<b>R10</b> - Os equipamentos dos laboratórios foram comprados pela Secretaria de Educação do Estado, aliás a maioria dos polos do nosso estado são estaduais, adquiridos em 2007 e 2008. Por isso mesmo, os equipamentos têm pouca qualidade e pequenas quantidades.	Os laboratórios nos polos são estaduais.  Os equipamentos têm pouca qualidade e pequenas quantidades.	PI
<b>Metodologia dos Professores</b>	<b>R1</b> - Estamos utilizando uma metodologia semipresencial, onde são usadas vídeo-aulas e simulações na plataforma <i>Moodle</i> e, atualmente, agendamento de uma única visita aos laboratórios da JF. A visita é feita durante um final de semana, e os estudantes fazem de 5 a 6 experiências que foram largamente discutidas na plataforma <i>Moodle</i> . As práticas são cuidadosamente escolhidas de uma série de experiências que são realizadas na JF com o ensino presencial. Para cada experimento, o aluno, ou grupo de estudantes, deve apresentar posteriormente um relatório de execução. Esse procedimento não é o ideal mas tem funcionado satisfatoriamente.	Semipresencial. Usadas vídeo-aulas.  Simulações.  Visitas feitas no final de semana no polo.  Apresentação de relatórios.	JF
	<b>R2</b> - Venho seguindo o plano de ensino da disciplina, com <i>web</i> conferências, realização com pequenos vídeos com orientações para realização dos experimentos e o roteiro de cada experimento (tudo disponível na plataforma).	Web conferência.  Realização de vídeos.  Roteiro para cada experimento.	ES
	<b>R3</b> - Alguns professores utilizam de simuladores.	Simuladores.	RN
	<b>R4</b> - Quando um professor de alguma disciplina do nosso curso de EaD resolve realizar um experimento, ele usa o material disponibilizado pelo departamento, deslocando-se ao polo de interesse. Então, como todo professor de disciplinas de laboratório, ele desenvolve a atividade conforme sua vontade e planejamento.	Material disponibilizado pelo departamento.  Desenvolve a atividade conforme a	SM



		vontade e planejamento do professor.	
	<b>R5</b> - As disciplinas experimentais são todas presenciais. Em geral são feitos de um a dois encontros presenciais para a realização dos experimentos. A parte de relatório eles fazem a distância. Não usamos <i>softwares</i> ou outros recursos, apenas os experimentos do laboratório presencial. Eles realizam o experimento e fazem um relatório interpretando os dados obtidos. Às vezes um ou outro professor pode adotar uma metodologia um pouco diferente da que relatei acima. Mas, esse é em geral o procedimento padrão seguido por todos.	As disciplinas são presenciais.  Relatórios a distância.  Não usam <i>softwares</i> .  Pode haver uma metodologia diferente por parte dos professores.	AL
	<b>R6</b> - Em cada disciplina constam 8 aulas práticas. As práticas são realizadas duas a duas em quatro encontros presenciais por grupos. Além desses quatro encontros presenciais temos mais um encontro presencial para revisão e um para avaliação. As práticas são realizadas com material desenvolvido por mim aqui na FC.	As práticas são realizadas duas a duas por grupos.  Quatro encontros presenciais.  Revisão e Avaliação.  As práticas são realizadas pelo próprio professor.	UC
	<b>R7</b> - É repassada uma orientação de atividade para realizarem, apresentando em seguida, em forma de relatório, os resultados. Estes resultados em forma de relatório são enviados via plataforma pelo próprio aluno, sendo que, se houver alguma dúvida durante a execução da atividade experimental, o aluno poderá apresenta-la no fórum ou ir até o polo onde está cadastrado para tirar suas dúvidas com o tutor.	Orientação da atividade.  Realização de relatórios.  Uso da Plataforma.  Uso do Fórum.  Tirar dúvidas com tutor.	RA
	<b>R8</b> - A metodologia consiste numa explicação da atividade, utilizando o quadro, projeção e um roteiro. Dependendo do tamanho da turma as atividades são realizadas em duplas ou mais estudantes, formando grupos. Os estudantes respondem às questões do roteiro e num momento posterior deverão entregar um relatório da(s) atividade(s) experimental(is). São realizadas no polo de apoio presencial, porém os professores utilizam experimentos reais em forma de kit, ou uma vídeo-gravação de um experimento. Os docentes têm liberdade de utilizar simulações para exemplificar um fenômeno, mas as atividades experimentais são basicamente em forma de montagem de um experimento (com materiais alternativos ou kits já prontos) seguido de um roteiro para a elaboração do relatório. Outra maneira de	Explicação da atividade.  Uso do quadro, projeção e roteiro.  Divisão da turma em dupla ou mais grupos.  Entrega de relatórios.  Experimentos reais em forma de kits.	JM

	<p>desenvolver as atividades experimentais consiste na gravação do experimento (mecânica, termodinâmica, eletricidade, magnetismo etc.) nos laboratórios da universidade em que é disponibilizado aos estudantes no <i>Moodle</i>, juntamente com um roteiro em que os estudantes no polo de apoio presencial, junto com o tutor presencial, deverão também obter os dados e preencherem um roteiro. Num momento posterior, os estudantes deverão entregar um relatório da(s) atividade(s) experimental(is) através do <i>Moodle</i>.</p>	<p>Vídeo – gravação de experimentos.</p> <p>Uso da plataforma Moodle.</p> <p>Acompanhamento do tutor no polo.</p>	
	<p><b>R9</b> - Sendo ministradas no mesmo laboratório que os estudantes do curso presencial têm acesso. Então, não há nenhuma especificidade.</p>	<p>É ministrada conforme um curso presencial.</p>	<p>SE</p>
	<p><b>R10</b> - Para a realização das aulas práticas é feito normalmente um rodízio de experimentos entre os grupos devido à quantidade limitada de equipamentos. A ausência de determinados equipamentos é suprimida com a confecção de materiais alternativos e/ou equipamentos dos laboratórios dos cursos presenciais que são levados aos polos.</p> <p>Normalmente as aulas experimentais são realizadas simultaneamente em todos os polos e os professores das disciplinas experimentais são os mesmos que atuam no ensino presencial os quais treinam os tutores a distância que vão aos polos que eles não vão ou não podem ir.</p> <p>São realizados dois encontros presenciais em média para cada disciplina experimental, com duração de 8 horas cada um.</p> <p>Para a realização das aulas os estudantes são divididos em grupos e depois fazem um relatório por grupo. A nota final de cada avaliação é 10 pontos, sendo definida pela nota do relatório (presencial) mais uma parte não presencial composta por fóruns e tarefas teóricas sobre os conteúdos abordados nos experimentos.</p>	<p>Rodízio de experimentos.</p> <p>Confecção de materiais alternativos.</p> <p>Uso de equipamentos do curso presencial no polo.</p> <p>São dois encontros presenciais.</p> <p>Duração de 8h cada encontro.</p> <p>Divisão de grupos.</p> <p>Realização de relatórios por grupo.</p> <p>Uso do fórum.</p>	<p>PI</p>

Fonte: Das entrevistas com os coordenadores. Autora (2015).

Após realizar a codificação das respostas dos coordenadores, determinou-se as categorizações que estão demonstradas nas tabelas a seguir:

Tabela 6  
Metodologias utilizadas nas aulas experimentais de Física.

<b>Categoria</b>	<b>Categoria primária</b>	<b>Categoria secundária</b>	<b>Frequência</b>
Formalização de práticas de ensino e aprendizagem	Utilização de projeto político pedagógico (PPP) da instituição de ensino e plano de ensino da disciplina.	Aulas teóricas experimentais no ciberespaço	4
		Aulas teóricas e experimentais presenciais	6

Fonte: Das entrevistas com os coordenadores. Autora (2015).

Tabela 7  
Práticas das aulas de Física nas modalidades presencial, a distância e semipresencial.

<b>Categorização</b>	<b>Categoria primária</b>	<b>Categoria secundária</b>	<b>Frequência</b>
Práticas de ensino e aprendizagem.	Polos	Kits	6
	Plataforma Moodle	Relatórios	5
	Polos e plataforma Moodle	Divisão de grupos	4

Fonte: Das entrevistas com os coordenadores. Autora (2015).

Com o objetivo de agregar a Tabela 4, verificou-se a necessidade de obter a participação dos coordenadores diante das dúvidas que surgiram. Entretanto, era necessário ter certeza do que estava escrito nos currículos e nas ementas apresentadas nos PPC dos cursos de Física, ou seja, se eram realmente executadas na prática. A dinâmica se deu da seguinte forma: levantar as dúvidas dentro de duas perguntas norteadoras e enviar para os coordenadores via *e-mail*. Então, assim foi o procedimento, sendo enviadas para os onze coordenadores de curso as perguntas apresentadas descritas anteriormente.

Com o retorno dos participantes/sujeitos da pesquisa com as respostas, preservando-se a originalidade dos textos, foram mantidas. Com as perguntas que surgiram ao analisar os currículos, foi definido a Tabela 5; Tabela 6 e Tabela 7, com a participação e apoio dos coordenadores. Assim, esclarecendo com características essenciais que evidenciaram os procedimentos metodológicos, didáticos e tecnológicos trabalhados nos cursos dessas dez instituições que responderam.

Fazendo uma análise por instituição, observam-se os seguintes apontamentos das análises adquiridas:

JF – Há a utilização de um material didático que não é montado pela própria instituição, sendo que essas informações não foram identificadas no PPC do curso. Parece que há uma parceria com outra instituição para construção do livro didático, porém, não sendo para todas as disciplinas experimentais, somente para as introdutórias experimentais. Dessa forma, fica claro que as Físicas experimentais I, II, III e IV não têm materiais e nem equipamentos nos polos de apoio. Para que os estudantes não fiquem sem o acesso ao manuseio de equipamentos, é utilizada a estrutura da instituição para o acesso aos laboratórios didáticos reais. Para o complemento da atividade realizada no laboratório da instituição, utilizam também uma metodologia semipresencial, na qual fazem o uso de simulações e videoaulas, porém, sendo como forma ilustrativa, apresentadas na plataforma *Moodle*. A plataforma fica sendo utilizada para o complemento das atividades experimentais executadas presencialmente na Instituição. No PPC transparece que há equipamentos e que a plataforma é explorada em várias possibilidades para o desenvolvimento das disciplinas.

ES – Fica claro nas respostas que são seguidas as metas do plano de curso, disponibilizando para o aluno várias possibilidades de aproximação. O uso de *web* conferência agendada com antecedência, vídeos gravados pelo professor da disciplina experimental demonstrando a execução da atividade em laboratório com a explicação dos procedimentos dos roteiros disponibilizados na plataforma. No PPC não se esclarecem as formas metodológicas. Desse modo, o que se destaca sobre a metodologia adotada é que se utiliza uma metodologia bimodal<sup>19</sup>.

Outro ponto que também ficou claro com a explicação apresentada é que nos polos não há equipamentos disponíveis para serem trabalhadas as Físicas experimentais III e IV, tendo somente experimentos de Mecânica e Termodinâmica. Com a flexibilidade para o desenvolvimento de metodologias apropriadas para serem trabalhadas as disciplinas experimentais, é esclarecido que foram utilizadas algumas formas metodológicas, tais como roteiro, gravação de vídeos com orientações, uso da *web* para discutir os resultados e determinação de objetivos para execução das atividades experimentais. Os procedimentos são executados, na maioria das vezes, nos polos e, quando necessário, é utilizada a plataforma para disponibilização de algum vídeo e ou orientação para a realização das atividades e postagem dos

---

<sup>19</sup> Bimodal – segundo o dicionário de português Houaiss (2009), significa quando se tem dois modos ou duas modalidades. Para o caso mencionado, relaciona a metodologia utilizada, sendo ela de dois modos e ou de duas modalidades.

relatórios no fórum. Não fica evidenciado no PPC, contudo, o uso de simulação ou outra forma de atividade virtual, assim como também não é mencionado nas respostas apresentadas.

RN – O PPC desse curso é sucinto, com detalhamento do que realmente ocorre nas disciplinas. Ao comparar com as respostas apresentadas, percebeu-se coerência entre as informações dadas pelos coordenadores e o que está posto no documento do curso. Entende-se que fica flexível o uso dos simuladores nos procedimentos das atividades experimentais, sendo explicado também que nem todo experimento se encontra disponível nos laboratórios nos polos. Ficou claro que todas as horas práticas são utilizadas das estruturas de laboratório didático físico. Na consulta do PPC, fica evidenciado que no “Laboratório de Ensino”, assim mencionado, podem ser montadas cerca de 50 experiências didáticas básicas. Várias dessas experiências, a exemplo do Laboratório de Cores, serviram de base para pequenos cursos em eventos nacionais, sendo este esclarecimento retirado dos trechos do PPC do curso. Também, destaca-se no PPC que há disponibilização de kits de laboratório de Física com experimentos em Física clássica e Física moderna, disponibilizados nos polos para serem manuseados pelos estudantes acompanhados pelo tutor; kits de Física com experimentos virtuais desenvolvidos por uma equipe e/ou adquiridos no mercado especializado. Relacionado ao suporte tecnológico, há sistemas multimeios (*CD-ROM*), videoconferência etc., com computadores instalados nos polos na quantidade necessária com facilidades de *software* e acesso à internet. Nem todos esses detalhes, porém, foram ditos nas respostas obtidas com o coordenador.

SM – Obteve-se como resposta direcionada ao verificar no PPC do curso, mas, ao disponibilizar o documento, foram páginas resumidas em partes, como se não houvesse uma conexão de um documento por completo. Quando colocaram que no PPC está claro, ao analisar essas páginas das partes daquele documento que define como funciona o curso, não se transpareceu tal clareza. Ao realizar uma leitura flutuante das páginas que foram disponibilizadas, vai ao encontro daquilo que foi apresentado nas entrelinhas, quando se coloca que no PPC não consta o tempo das disciplinas, tampouco dos experimentos.

Fica evidenciado, portanto, que o professor tem uma flexibilidade em definir o tempo da realização das atividades dos experimentos. Outro ponto que não fica claro no PPC, mas alcança como resposta quando foi questionado sobre o laboratório, é que se utilizam laboratórios didáticos reais disponibilizados pelo departamento do curso de Física presencial. Outro ponto que chamou a atenção é que, quando o professor resolve realizar um experimento, ele usa o material disponibilizado pelo departamento, deslocando-se ao polo de interesse. Enfim, parece que não há uma separação de disciplinas experimentais, pois não foi visualizado isso claramente no PPC. Com essa afirmação, fica mais evidenciado que a experimentação ocorre vinculada às

aulas teóricas quando estão sendo ministradas. Em relação ao uso da plataforma e aos outros meios de tecnologia, não há clareza no PPC e nem nas afirmações pontuadas como resposta pelo coordenador.

AL – Fica claro que este curso se utiliza dos momentos presenciais para realizar as disciplinas experimentais, ficando somente com característica a distância o desenvolvimento do relatório e da entrega pela plataforma *Moodle*. Não utilizam *softwares* ou outros recursos; apenas os experimentos do laboratório presencial, sendo que este é plenamente agendado pelo professor responsável pela disciplina, podendo ser um ou dois encontros no polo, obtendo dos diversos kits experimentais os conteúdos que são ministrados. O professor pode até adotar outras formas de metodologias, mas os procedimentos podem não variar muito, conforme o que foi verificado no PPC do curso.

Tudo o que foi relatado se confirma no PPC; porém, quando se coloca que a gravitação não tem um experimento específico, o mesmo foi levantado como questionamento ao analisar o PPC, visto que esse conteúdo é estudado com outros assuntos quando apresentado ao aluno. Percebe-se que não há o uso de atividades virtuais, somente de atividades práticas que podem ser manuseadas no laboratório do polo.

UC – Para as disciplinas experimentais, observou-se que ocorrem oito aulas práticas, com uma divisão de encontro para o melhor aproveitamento das atividades. Todos os encontros para a realização das atividades experimentais são executados presencialmente, acompanhados de revisão e avaliação. O material é desenvolvido pelo professor responsável pela disciplina experimental, pois poucas práticas são baseadas em equipamentos existentes no polo.

Percebe-se mais uma evidência de que o polo não tem todos os equipamentos necessários para execução das atividades, tendo o professor que adotar metodologias com material que possibilite desenvolvimento de habilidades necessárias para a aprendizagem. Fica bem claro, dessa forma, que nem todos os polos têm laboratório e, quando têm, não é garantida a utilização dos equipamentos. Ressalte-se que esses pontos não estão evidenciados no PPC. O mais claro que fica, são as disciplinas experimentais que se dão desde a Física experimental I até a Física experimental IV e a flexibilidade do professor ao trabalhar essas disciplinas. Com essa possibilidade de variar a metodologia, percebe-se que há uma visão para o incentivo de utilizar tecnologias que possam completar essas atividades experimentais no polo, como uma simulação e outras possibilidades. Outro ponto que foi analisado, a respeito da comparação com a utilização de tecnologia diferenciada, está relacionado à plataforma em que o aluno está inserido. No PPC é evidenciado que a instituição tem uma plataforma própria para o funcionamento do curso, diferenciada do *Moodle*.

RA – Com essa instituição, evidenciou-se muito a atenção em relação a dois pontos apresentados no PPC. Foram em relação à metodologia utilizada, sendo totalmente a distância o desenvolvimento das disciplinas experimentais. O aluno recebe em sua casa os kits de laboratório, contendo material para realizar atividades experimentais envolvendo Física básica, Física experimental I, Física experimental II. A instituição contrata a empresa para montar os kits e enviar para os estudantes que estão cursando as disciplinas experimentais.

Com as respostas que se obteve, esclarece-se esse ponto sobre a forma metodológica que é desenvolvida nessas disciplinas experimentais. Entretanto, isso não fica claro em relação as outras disciplinas que estão pontuadas no PPC, como a realização de atividades em laboratório, por exemplo. Todo o contato é feito pela plataforma do curso, desde orientação e auxílio de dúvidas, até realização de entrega de atividades. O segundo ponto que também chamou a atenção foi a plataforma. Essa instituição apresenta no seu PPC a utilização uma plataforma própria para a execução do curso, sendo diferenciada do *Moodle*.

JM – Essa instituição tentou apresentar, bem pontualmente, o que e como é feita metodologicamente a execução das disciplinas experimentais. Deixou esclarecido que as disciplinas são realizadas presencialmente, podendo até haver uma variação para momentos a distância com a utilização da plataforma para apresentação de vídeo-gravação do experimento, assim apresentadas como reposta. Verificou-se também que há o uso de kits disponibilizados pela instituição quando ocorrem os encontros nos polos para o desenvolvimento das aulas. Enfim, não se diferenciando muito do que apresenta o PPC do curso.

As disciplinas experimentais (mecânica, termodinâmica, eletricidade, magnetismo etc.), na modalidade a distância, são atividades presenciais, realizadas nos polos de apoio presencial em que o professor leva um kit da universidade, que pode ser um material alternativo ou mais elaborado. Realiza as atividades, organizadas em um roteiro, junto com os estudantes e apoiado por um tutor. A metodologia consiste em uma explicação da atividade, utilizando o quadro, projeção e um roteiro. Dependendo do tamanho da turma, as atividades são realizadas em duplas ou mais estudantes, formando o grupo. Os estudantes respondem às questões do roteiro e, em momento posterior, fazem a entrega de um relatório da(s) atividade(s) experimental(is).

No que concerne ao estímulo de se utilizarem os meios tecnológicos, pode-se observar que os docentes têm liberdade de utilizarem simulações para exemplificar o fenômeno. Mas as atividades experimentais são basicamente em forma de montagem de um experimento (com materiais alternativos ou kits já prontos), seguido de um roteiro para a elaboração do relatório. Dessa forma, evidenciado não somente no PPC, como também nas respostas que se obtiveram.

SE – Nas respostas apresentadas, fica claro que não há diferença de um curso presencial para o curso a distância que a instituição oferece, em relação à metodologia adotada, bem como na utilização do laboratório para execução das disciplinas experimentais. Fica evidenciado que todas ocorrem presencialmente. Ao comparar com o que se apresenta no PPC, fica claro que as aulas que requerem atividade em laboratório são executadas presencialmente no polo. Sendo acompanhadas pelo tutor e/ou supervisor, assim chamado; porém, possibilitando um complemento com videoconferência e a utilização da plataforma para apresentação de vídeos ou orientações.

Evidencia-se no PPC que há o estímulo a que se desenvolva a utilização de simulações, como é pontuado em uma das ementas, nas simulações computacionais sobre mecânica de uma partícula, de um sistema de partículas e do corpo rígido e sobre termodinâmica básica. Mas, ao comparar com a resposta apresentada, não foi confirmada essa possibilidade e nem outras que são pontuadas no PPC.

PI – Essa instituição apresentou pontualmente a forma que ocorre metodologicamente o curso, nas disciplinas experimentais. Fica claro nas respostas que algumas disciplinas têm características de disciplinas presenciais. Diferenciando, nesse caso, que as aulas são ministradas nos polos com o acompanhamento do tutor. Percebe-se que os polos têm estrutura para a execução das atividades com equipamentos e preparo para o recebimento dos estudantes.

Foi pontuado que os equipamentos foram adquiridos pela secretaria do estado, pois os polos pertencem à estrutura da administração estadual, evidenciando-se aqui uma parceria entre a instituição superior e o governo estadual. Quando não há equipamentos suficientes e necessários, é suprida com a confecção de materiais alternativos e/ou equipamentos dos laboratórios dos cursos presenciais que são levados aos polos. Essas informações não estão claras no PPC, nem mesmo se há uma parceria para o funcionamento do curso. Outro ponto relevante percebido aqui é que não há muitos encontros nos polos.

Diante destas evidências apresentadas pelos coordenadores, pode verificar nas Tabelas 6 e 7, pontuamentos das frequências diante das categorizações. Para determinações gerais, possibilita também, uma comparação com o referencial de qualidade do MEC, para os cursos da modalidade de EaD. Este documento apresenta que é um referencial norteador para subsidiar atos legais do poder público no que se referem aos processos específicos de regulação, supervisão e avaliação da modalidade citada (BRASIL, 2007).

Após a visão do cenário decorrido durante a realização das metas planejadas e apresentadas, foi realizado um levantamento das instituições visando a uma interação diretamente com os estudantes. Para tanto, foi considerada primeiramente a participação mais



acessível dos coordenadores, em segundo, pela caracterização dos laboratórios e regiões que essas instituições traziam. Nesse caso, foram pontuadas quatro instituições do universo das onze que vinham colaborando desde o princípio. Sendo assim, mais uma vez, apresentou-se a possibilidade da interação pelas plataformas em que eram trabalhadas as disciplinas de Física experimental. Com um envio de uma carta para cada instituição, teve-se a oportunidade de interagir diretamente com os estudantes.

Então, obteve-se um retorno positivo das quatro instituições, sendo que a partir dessa oportunidade, iniciou-se a interação com os estudantes via plataforma, *e-mail* e *whatsapp*. Para o primeiro momento, cada professor responsável pela disciplina que se caracterizava como experimental apresentou os objetivos desta pesquisa para os tutores e estudantes, justificando a inserção deste estudo na sua disciplina. Com essas determinações, iniciou-se a aplicação do questionário, o qual está descrito a seguir. Deixando claro que, para cada semestre que se iniciava, era necessário solicitar ao coordenador a inserção nas disciplinas experimentais, sendo o início desta oportunidade no período do primeiro semestre de 2015 até o segundo semestre de 2016.

### 6.3 O QUESTIONÁRIO SOBRE HIPERCULTURA

Inicia-se a quinta meta acompanhando os estudantes na plataforma *Moodle*, apresentando a eles a pesquisa da tese pelo fórum, das disciplinas Física experimental I, Física experimental II, Física experimental III, Física experimental IV, Laboratório de introdução às Ciências Físicas I e Laboratório de introdução às Ciências Físicas II. Sendo que essas disciplinas estavam distribuídas em quatro instituições. A primeira localizada na região Nordeste; duas localizadas no Sudeste, e a quarta instituição está localizada no Sul. Mas essa da região Sul oferece curso de licenciatura em Física para quatro regiões do Brasil, caracterizando-se como um curso totalmente a distância. Para as outras três, os estudantes devem comparecer ao polo para a realização das atividades experimentais, caracterizando-se como semipresencial, apesar de nomearem de curso a distância.

No período em que se interagiu com os estudantes com meras apresentações da pesquisa e seus objetivos, organizou-se o questionário de hipercultura no *Google Docs*<sup>20</sup> disponibilizado

---

<sup>20</sup> É um produto do tipo SaaS (Software as a Service), que oferece ao usuário doméstico meios não apenas de criar e editar documentos de texto, planilhas eletrônicas e apresentações sem a necessidade de instalar qualquer programa em seu computador (posto que os programas estão instalados nos servidores da Google e a comunicação do usuário com eles, ou interface, é feita por meio do programa navegador), como também de armazenar os arquivos assim criados nesses mesmos servidores (ou seja, naquilo que se convencionou chamar de a nuvem). Fonte: [http://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2012/04/05/interna\\_tecnologia,287301/google-docs-para-que-serve.shtml](http://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2012/04/05/interna_tecnologia,287301/google-docs-para-que-serve.shtml). Acesso: 20 de junho de 2017.

por Souza et al. (2012) e que está disponível no Apêndice B. Foi estruturado de forma que o estudante pudesse responder às treze perguntas objetivas. Como se tratava de um instrumento que foi trabalhado por Souza, não se fez nenhuma alteração nas questões, porém foi adicionado ao instrumento um texto explicativo e perguntas relacionadas ao nome da instituição, à modalidade de ensino, gênero e idade. Outro ponto que também se pode considerar foi a ideia de ter uma metodologia que se podia oportunizar o uso de outros tipos de plataformas, que favorecessem a comunicação com os estudantes, sendo uma dessas o *Google Docs*.

O questionário foi simplificado, de modo a garantir que cada pergunta correspondesse a uma resposta. No fato do questionário ter sido elaborado no *Google Docs*, os cruzamentos de dados foram realizados conforme a pertinência da análise de diferentes dados de acordo com perfil do estudante.

Para a análise, apesar de se utilizar da estatística descritiva, justifica-se que os dados foram avaliados qualitativamente e organizados em tabelas e gráficos para a identificação do índice de hipercultura do estudante por instituição. Outro ponto a se considerar também foi que se obteve a oportunidade de aplicar esse mesmo questionário para os doze estudantes que participaram do grupo para a realização da atividade experimental. Isso ocorreu em um segundo momento.

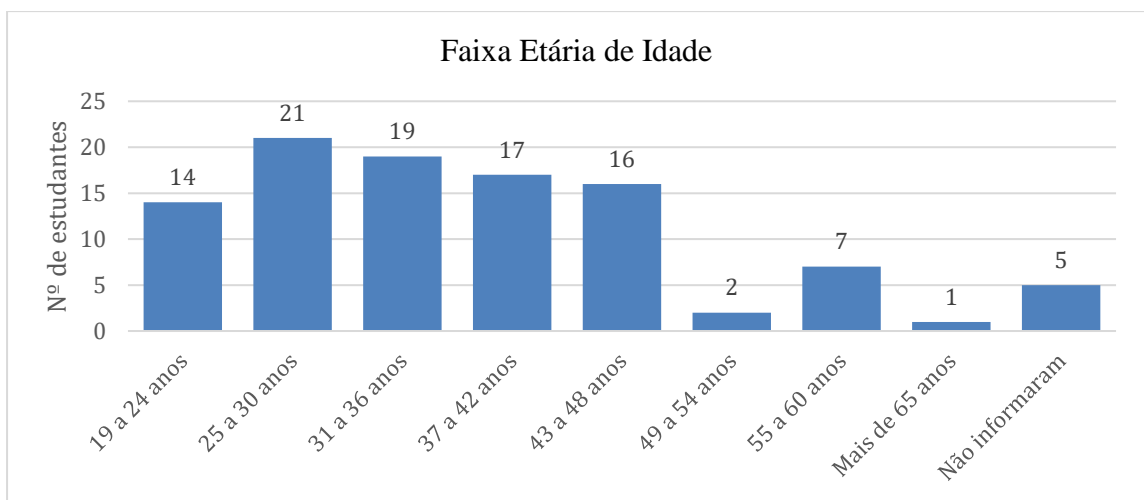
Nessa conformidade, tem-se o universo de 102 (cento e dois) estudantes que responderam ao questionário de hipercultura no primeiro momento; já para o segundo momento, considera-se a participação de 12 (doze) estudantes que participaram também das atividades experimentais. É possível constatar que esses estudantes estão distribuídos de tal forma, que envolvem as regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Sul.

Adotando uma análise mais pontual do primeiro momento em que se aplicou o questionário, o maior número de participação que se obteve foi da instituição JF, localizada na região sudeste, com 40 (quarenta) estudantes, seguida de 25 (vinte e cinco) estudantes da instituição AL da região Nordeste. Além disso, foi possível verificar no *Google Docs* que 107 (cento e sete) estudantes visualizaram esse questionário. Outro ponto a observar com esse resultado está relacionado aos estudantes que opinaram em não identificar a instituição a que pertencem. Na continuidade dessa observação, apresenta-se também que houve um número pequeno de participações, sendo representado por 2 (dois) estudantes para AM, localizada na região do Norte, 1 (um) estudante para RJ e 7 (sete) estudantes para ES, ambas localizadas na região sudeste.

Diante dessa visão, de um número pequeno por parte de algumas instituições, considera-se que as turmas de disciplinas experimentais sempre são pequenas, pois, conforme

foi observado nas salas virtuais, havia um número de estudantes inseridos na sala, mas poucos entravam. Sendo assim, esse fator será considerado para futuras análises que decorreram no processo do estudo desta pesquisa. Para o fechamento desta análise, destaca-se que ao todo foram 8 (oito) instituições. Podendo ainda ser mais ou menos em virtude dos que não colocaram a instituição. Ao se verificar o gênero, evidencia-se que ocorreu um maior número de participantes por estudantes masculinos em relação ao feminino. A comparação é de 68 (sessenta e oito) estudantes masculinos e 34 (trinta e quatro) estudantes do gênero feminino. Em relação à faixa etária, o Gráfico 1 traz a representação das idades dos estudantes.

Gráfico 1: Faixa etária de idade dos estudantes.



Fonte: a autora.

Na verificação da idade dos estudantes, observa-se que estão distribuídos entre 19 (dezenove) e 65 (sessenta e cinco) anos de idade. Diante dessa informação do Gráfico 1, pode-se analisar que há estudantes com mais de 65 anos, cursando licenciatura em Física a distância. Outro ponto que se pode considerar sobre a idade desses estudantes é se a sua idade irá influenciar na capacidade de ter um índice de hipercultura maior ou menor. Sendo que esse ponto será tratado nos próximos dados adquiridos.

Para a próxima análise, apresenta-se o Gráfico 2, com o aspecto da participação desses estudantes em relação ao índice da hipercultura por instituição. Sendo esse o ponto essencialmente considerável em relação ao índice da hipercultura. Tendo como base os estudos de Souza (2004; et al., 2012) que determina o índice de hipercultura como sendo um número racional entre 0 e 1, podendo ser tratado como uma escala de razão.

Para se obter o índice da hipercultura, deve-se envolver a associação da média entre o *Hardware*, *Software*, *Acesso*, *Internet*, *Smartphone*, *Analogias* etc. (SOUZA, 2004; et al., 2012).

Apesar de não abordar uma metodologia quantitativa, destaca-se a seguir como são feitos os cálculos para se verificar o índice hipercultural do estudante. Oportunizando também nos próximos resultados que a verificação sobre o processo de (re) construção do conteúdo de Física ocorre mais pelo uso da tecnologia realizada pelos estudantes que responderam o questionário sobre hipercultura.

Dessa forma, foi baseado não somente pelas ideias de Souza et al. (2012), mas também foi verificado e comparado pela pesquisa de Asfora (2015, p.33-34). A mesma acrescenta que, para se calcular o índice, deve-se determinar da seguinte forma:

- Índice de *hardware*: o uso de computadores *desktop* ou portáteis, em casa, no trabalho ou em outro lugar, seja sozinho ou no compartilhar com outros, como uma soma das perguntas apresentadas em uma escala de Likert<sup>21</sup> de 0-2.
- Índice de Acesso: o acesso à internet em casa, no trabalho ou em outro local, ou ainda por meio de um telefone celular, como uma soma de 8 variáveis.
- Índice de *Smartphone*: o uso de smartphones em casa, no trabalho ou em outro lugar, sozinho ou compartilhando com os outros, em uma escala de Likert de 0-2 (resultado final normalizado para uma escala de 0-1);
- Índice de *Software*: o uso de editores de texto, planilhas, editores de apresentação, desenho/imagem, programas, sistemas corporativos, jogos simples, jogos complexos, e outros tipos de *software*, como uma soma de 8 variáveis dicotômicas<sup>22</sup>.
- Índice de Internet: engajamento no uso de tecnologias de internet, especialmente de *e-mail*, mecanismo de busca, EB edição, *blogs*, bate-papo *on-line*, jogos *on-line*, redes sociais e *downloads*, como uma soma de 12 variáveis dicotômicas.
- Índice de analogias: frequência com que um indivíduo detecta semelhanças lógicas entre TIC e sistemas da vida real de outra natureza, bem como o uso de metáforas com as TIC na conversação diária, como uma soma de duas variáveis medidas em uma escala de Likert de 1-5.

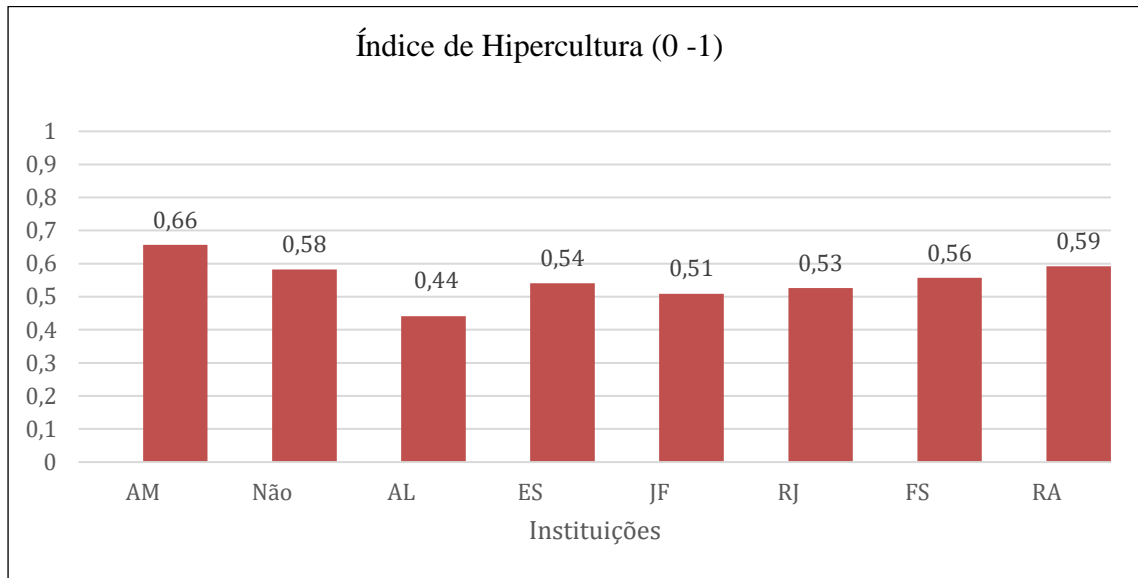
---

<sup>21</sup>A escala Likert ou escala de Likert é um tipo de escala de resposta psicométrica usada habitualmente em questionários, e é a escala mais usada em pesquisas de opinião. Ao responderem a um questionário baseado nessa escala, os perguntados especificam seu nível de concordância com uma afirmação. A Escala de Likert é a soma das respostas dadas a cada item Likert. Como os itens são, normalmente, acompanhados por uma escala visual análoga (p.ex. uma linha horizontal onde o sujeito pesquisado indica a sua resposta através de marcas), os itens são às vezes chamados de escalas.

<sup>22</sup>Corresponde a variáveis qualitativas em que só há duas respostas possíveis do tipo sim/não, doente/não doente, óbito/vivo.

Obteve-se, então, o índice hipercultural dos estudantes, que foi criado pela combinação de todos os índices anteriores (*Hardware, Smartphone, Software, Internet, Acesso e Analogias*) em um único escore que foi normalizado de forma a ter um valor entre 0 e 1. Para compreensão de como ocorreu o cálculo do índice de Hipercultura dos estudantes, apresenta-se no apêndice (C) as explicações com base dos esclarecimentos de Souza et al. (2012).

Gráfico 2: O Índice de Hipercultura dos Estudantes por Instituição



Fonte: a autora.

Na determinação do índice da hipercultura, foram considerados todos os participantes com 102 estudantes, conforme descritos nas afirmações anteriores. Sendo assim, verifica-se que as instituições em relação aos estudantes, estão distribuídos entre 0,44 a 0,66 de índice hipercultural. Com isso, percebe-se que os estudantes da instituição AM apresentaram um índice de 0,66, apesar dessa instituição trazer um quantitativo pequeno de participantes. E os estudantes da instituição AL apresentaram um valor de 0,44 do índice de hipercultura.

Percebe-se que essa média do índice de hipercultura está dentro do que está sendo publicado, trazendo como base para essa análise os trabalhos de Carrilho (2014) e de Asfora (2015). Esse resultado apresentado pelo Gráfico 2 define o perfil de estudantes que estudam em curso na modalidade a distância, tendo envolvimento direto com a tecnologia. Ao se comparar com a pesquisa de Asfora (2015), apresentam resultados satisfatórios em relação ao que ela encontrou em sua pesquisa.

Com esse gráfico, pode-se verificar que a instituição que provavelmente possibilita uma maior oportunidade de interação com a tecnologia é a instituição AM, seguida da instituição RA. Esse ponto será comparado nas próximas análises, quando da verificação das ferramentas que

são disponibilizadas nas salas virtuais. Pois fica comprovado que não há uma clareza das tecnologias que as instituições oportunizam para os seus estudantes a fim de que possa caracterizar esse índice de hipercultura.

Para uma análise mais pontual e comparativa desse gráfico com o trabalho de Asfora, apresenta-se a seguir o resultado da aplicação desse questionário novamente, porém, para os 12 (doze) estudantes que participaram das atividades experimentais. Considerando como um segundo momento de análise individual da aplicação desse questionário. Para a análise individual dos estudantes em relação ao índice de hipercultura, apresenta-se a seguir na Tabela 6. Assim, considera-se o estudante identificado por código<sup>23</sup>, preservando sua identidade, seguida do índice de hipercultura.

Tabela 8  
Índice de Hipercultura dos Estudantes

<b>Estudantes</b>	<b>Hipercultura</b>
A3GV	0,51
A5GV	0,51
A2GV	0,59
A4GV	0,61
A1GV	0,70
A6GV	0,77
A6GR	0,53
A1GR	0,55
A5GR	0,68
A2GR	0,68
A3GR	0,71
A4GR	0,84

Fonte: a autora.

Nesta Tabela 8, evidencia-se a apresentação dos estudantes que participaram também das atividades experimentais que foram realizadas em dois grupos. Assim, os 6 (seis) primeiros são estudantes que realizaram as atividades experimentais virtuais, sendo que caracterizam o índice de hipercultura com o menor valor 0,51 para os estudantes A3GV e A5GV. Seguindo de 0,59 a 0,61 para os estudantes A2GV e A4GV. A partir dos estudantes A1GV e A6GV, evidencia-se o índice de hipercultura 0,70 e 0,77, sendo esses os valores maiores em relação a esse grupo.

<sup>23</sup>Os estudantes estão identificados por códigos, considerando que: A1GV – determina que é aluno 1 do grupo que realizou a atividade virtual, sendo assim, para todos que apresentam GV, modificando somente a numeração. Para os que estão identificados como A1GR – determina que é aluno 1 do grupo que realizou a atividade real, considerando para todos os estudantes que apresentam GR, também modificando somente a numeração.

Em relação aos 6 (seis) representativos do segundo grupo, verifica-se que os estudantes A6GR, A1GR, apresentaram valores do índice de hipercultura nos valores de 0,53 e 0,55. Seguidos dos valores de 0,68 para os estudantes A5GR e A2GR. O estudante A3GR apresentou o índice de hipercultura 0,71, concluindo nessa ordem dos dois grupos com o estudante A4GR, que apresentou 0,84.

Diante dessas evidências, pode ser verificado que nessa tabela os estudantes que apresentaram nesse conjunto de análise individual caracterizaram valores que decorrem de 0,51 a 0,84. Fazendo uma comparação com o Gráfico 2, que apresenta o índice de hipercultura por instituição em relação aos estudantes, tem-se os valores que variam de 0,44 a 0,66 dos estudantes em relação às instituições que representam.

Como já foi explicado no princípio da análise dos resultados adquiridos com a aplicação desse questionário, oportuniza-se uma comparação com o trabalho de pesquisa de Asfora (2015) para o entendimento desse valor do índice de hipercultura de cada estudante descrito na Tabela 8. Para o entendimento desse valor se é alto ou baixo, Asfora mostra e considera em sua pesquisa que os estudantes mais hiperculturais foram aqueles que obtiveram um índice maior que 0,41. Já os que são menos hiperculturais são aqueles que têm um índice menor que 0,41.

Com essa comparação, trazendo novamente os valores que se obtiveram com esta pesquisa de tese, percebe-se que os estudantes demonstrados na Tabela 8 podem ser considerados hiperculturais, pois apresentaram valores maiores que 0,41. Portanto, essas evidências levantam alguns pontos que serão tratados quando forem apresentados os resultados e as análises das atividades que esses estudantes desenvolveram. Assim, serão resgatados estes dados juntamente com as comparações realizadas.

#### 6.4 SALAS VIRTUAIS DAS DISCIPLINAS DE FÍSICA EXPERIMENTAL

A origem dos dados surgiu com as observações realizadas nas salas virtuais das disciplinas experimentais que foram trabalhadas durante os períodos dos anos de 2015 e 2016. Para este trabalho, foi considerada a análise referente a 6 disciplinas experimentais, sendo elas, Laboratório de Introdução à Ciências Físicas I, Laboratório de Introdução à Ciências Físicas II, Física Experimental I, Física Experimental II, Física Experimental III e Física Experimental IV.

As instituições estão indicadas com códigos e números, seguidas das observações codificadas e depois a disciplina que caracterizava a sala virtual.

Tabela 9

## Observações realizadas das salas virtuais das disciplinas

Instituição	Observações extraídas das salas virtuais relacionada a pergunta de pesquisa	Disciplinas
JF - 01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Há apresentação do guia de orientação da disciplina.</li> <li>- Não há incentivo do uso da web conferência.</li> <li>- Utilizam relatório após a realização do experimento.</li> <li>- Realizam a atividade experimental no polo presencial.</li> <li>- Há indicação de leitura para o complemento da atividade experimental.</li> <li>- Apostila com explicações da teoria e da prática.</li> <li>- Muitas dúvidas relacionadas ao cálculo matemático no fórum de dúvidas da disciplina.</li> <li>- Não utilizam Chat.</li> <li>- Não há incentivo para o uso de simulação.</li> <li>- Há articulação dos tutores com os estudantes.</li> <li>- Às vezes há dinâmica na interface da sala para apresentação da disciplina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laboratório de Introdução à Ciências Físicas I e II</li> <li>- Laboratório de Física Experimental I</li> <li>- Laboratório de Física Experimental II</li> <li>- Laboratório de Física Experimental III</li> </ul>
AL - 02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Há apresentação do guia de orientação da disciplina</li> <li>- Não há incentivo do uso da web conferência.</li> <li>- Utilizam relatório após a realização do experimento.</li> <li>- Realizam a atividade experimental no polo presencial.</li> <li>- Há indicação de leitura para o complemento da atividade experimental e sugestões de experimentos com material de baixo custo.</li> <li>- Apostila com explicações da teoria e da prática.</li> <li>- No fórum de dúvidas, há mais justificativas por não ter feito o relatório.</li> <li>- Não há incentivo para o uso de simulação.</li> <li>- Às vezes há dinâmica na interface da sala para apresentação da disciplina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Física Experimental I</li> <li>- Física Experimental II</li> <li>- Física Experimental III</li> <li>- Física Experimental IV</li> </ul>
ES - 03	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Há apresentação do guia de orientação da disciplina</li> <li>- Utilizam web conferência.</li> <li>- Utilizam relatório após a realização do experimento.</li> <li>- Realizam a atividade experimental no polo presencial e também em casa.</li> <li>- Há indicação de leitura para o complemento da atividade experimental.</li> <li>- Há indicação de vídeo de orientação, conforme: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=BOFjLgtLMV0&amp;feature=youtu.be">https://www.youtube.com/watch?v=BOFjLgtLMV0&amp;feature=youtu.be</a></li> <li>- Apostila com explicações da teoria e da prática.</li> <li>- Utilizam de Chat.</li> <li>- Não apresenta muitas dúvidas no fórum.</li> <li>- Há incentivo para o uso de simulação, utilizando o PhET.</li> <li>- Há articulação dos tutores com os estudantes.</li> <li>- Às vezes há dinâmica na interface da sala para apresentação da disciplina.</li> <li>- Há incentivo para formação de grupos para discutir sobre os experimentos desenvolvidos no polo.</li> <li>- Ocorre encontros pela web conferência com o professor da disciplina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Física Experimental I</li> <li>- Física Experimental II</li> <li>- Física Experimental III</li> <li>- Física Experimental IV</li> </ul>
RA - 04	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Há apresentação do guia de orientação da disciplina.</li> <li>- Não utilizam web conferência.</li> <li>- Utilizam relatório após a realização do experimento.</li> <li>- Realizam a atividade experimental em casa.</li> <li>- Apostila com explicações da teoria e da prática.</li> <li>- Não apresenta muitas dúvidas no fórum.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Física Experimental I</li> <li>Física Experimental II</li> </ul>



- Não utilizam Chat.
- Utiliza simulador PhET.
- Não observou articulação dos tutores com os estudantes.
- Há mais gravações de aulas dos professores das disciplinas com indicação do link para assistir.
- Há o mural de aviso para os estudantes na sala virtual.
- Há o uso de Kits experimentais com orientações na sala virtual.

Fonte: ambiente virtual das instituições, a autora.

Ao analisar as quatro instituições, evidenciam-se características metodológicas diferenciadas entre alguns pontos. Para cada característica ressaltada na tabela, pontua-se a forma com que a disciplina foi planejada e trabalhada. Sendo que, para algumas disciplinas, esse planejamento dependia da metodologia implementada pelo professor que planejou a sala virtual. Para tanto, destaca-se que não são todas as disciplinas que oferecem uma interface dinâmica, com incentivos para pesquisas e comunicação em outros *sites*. Nesse viés, explora-se por instituição a análise.

Na instituição JF – 01, observa-se que os estudantes têm duas disciplinas introdutórias. Que são Laboratório de Introdução às Ciências Físicas I, Laboratório de Introdução às Ciências Físicas II, antes de entrar nas Físicas experimentais. Nessas disciplinas introdutórias, o professor possibilita o conhecimento dos instrumentos utilizados no laboratório didático, sendo que o estudante também trabalha as formas de como realizar um relatório após o experimento desenvolvido. Continuando nessa instituição, verificou-se também que não é oferecida Física experimental IV para os estudantes, possibilitando somente as Físicas experimentais I a III. Não há incentivo para o uso de simulação, *web* conferência e *chat*. Esse procedimento possibilita principalmente que o desenvolvimento das disciplinas seja pensado e planejado de forma que o estudante tenha contato com o tutor e ou professor no polo, para a realização das atividades experimentais.

A instituição AL – 02 não tem disciplinas introdutórias experimentais como a anterior. Após as primeiras disciplinas teóricas da Física, o estudante já pode estudar a Física experimental I, sendo essa etapa gradativa até a Física experimental IV. O curso de Física dessa instituição é planejado de forma que o estudante tenha contato com o tutor no polo para a realização das atividades experimentais.

Nessa mesma instituição, não se observa, na sala virtual, incentivo para o uso de simulação, *chat* e *web* conferência, no máximo o que se pode perceber, em uma ou outra disciplina experimental, é a indicação de *links* para acessar alguma página na internet para

pesquisa, mas não sendo uma prática comum para todas as disciplinas. Pela sala virtual, evidencia-se mais o incentivo para a presença do estudante na sala virtual para entrega dos relatórios e auxílio de dúvidas e também a presença no polo. Percebe-se que, em uma das disciplinas experimentais, o professor incentiva o uso de materiais de baixo custo para criação e realização de atividades experimentais.

A instituição ES – 03 é a que mais utiliza possibilidades de se articular com os estudantes, diferenciando-se das demais. Com uso de vídeo do professor da disciplina disponibilizado no canal da internet Youtube, com orientações de uma situação real no laboratório didático, seguidas dos passos que os estudantes devem utilizar para a atividade experimental no polo, sendo gravada e disponibilizada na sala virtual. Essa instituição também possibilita a utilização da *web* conferência, com cronograma pré-definido e apresentado na sala virtual da disciplina, dando a oportunidade de os estudantes estarem mais próximos do professor, bem como o incentivo para o uso de simulação, indicando o uso do PhET.

Um outro diferencial dessa instituição está no fato de ela oferecer um cronograma, pela sala da disciplina, de aulas para orientação e auxílio de dúvidas pela *web* conferência. Com esse cronograma, o estudante se planeja com antecedência para estar conectado e assim conversar com o professor em tempo real. Outro ponto observado, diferenciando-se das outras instituições, é que o professor que planeja e ministra a Física experimental I é o mesmo professor que planeja e ministra as outras Físicas experimentais. Nas salas das disciplinas experimentais, há muita indicação de leituras, *links* de *sites* e vídeos do próprio professor da disciplina. Outro ponto que pode ser ressaltado é que fica evidente, nas salas das disciplinas, a comunicação dos tutores com os estudantes.

A instituição RA – 04 evidencia o uso de kits experimentais distribuídos para os polos, onde o estudante está vinculado. O estudante recebe as instruções pela sala virtual disponibilizada no mural de aviso. Essa instituição demonstra pouco contato presencial com os estudantes, mas não fica claro que esses estudantes têm um maior acompanhamento pela plataforma, pois há evidências de que a sala virtual não é bem explorada pelos estudantes.

Na observação dessa instituição, constata-se que a plataforma onde são planejadas as salas das disciplinas com os recursos disponibilizados pelo professor é de uma plataforma própria para essa instituição. Essa plataforma diferencia-se da *Moodle*, a qual é mais comum entre instituições que desenvolvem as disciplinas virtuais que foram estudadas. Na verificação das disciplinas, observa-se que essa instituição disponibiliza duas Físicas experimentais, sendo a

Física experimental I e Física experimental II, caracterizando-se que o estudante não tem contato com as demais Físicas experimentais, como a III e a IV.

Em relação à simulação, essa instituição estimula o estudante a ter contato com simulação, indicando o *link* do PhET para que os estudantes explorem suas curiosidades. Acerca do uso dos kits entregues aos estudantes, há determinação para que sejam realizados em sua casa, com o acompanhamento das orientações disponibilizadas na sala virtual ou por envio de *e-mail* para o estudante. Esse é ponto diferencial das demais instituições que foram estudadas. Durante a realização da atividade, o estudante apresenta suas dúvidas no fórum da disciplina não descartando a possibilidade de o estudante querer ir ao polo.

Ressalta-se, em termos gerais, que essas evidências caracterizadas na Tabela 9 são respostas que determinaram um olhar não somente para observar a forma como são planejadas as disciplinas experimentais, mas também para se verificarem os caminhos oferecidos aos estudantes na possibilidade de responderem às perguntas que estão sendo levantadas por este trabalho. De que forma o ambiente virtual auxilia os estudantes da Física a distância na aquisição dos conteúdos das disciplinas experimentais? Entretanto, a forma com que a Tabela 9 foi apresentada já se torna uma das respostas para a pergunta auxiliar em destaque.

Com esse viés, teve-se a oportunidade de conversar com 28 (vinte e oito) estudantes que cursaram as disciplinas dessas instituições. Isso possibilita destacar, na Tabela 10, a relação de alguns trechos das entrevistas realizada via Skype com dez estudantes baseadas nas perguntas dirigidas a eles. Possibilitando também respostas evidenciais para a pergunta em destaque, sobre de que forma o ambiente virtual auxilia os estudantes na aquisição dos conteúdos das disciplinas experimentais.

## 6.5 ENTREVISTA APÓS A ANÁLISE DAS DISCIPLINAS

Na Tabela 10, são disponibilizados os trechos das entrevistas realizadas com os estudantes. O critério da participação destes estudantes na primeira entrevista pelo Skype, ocorreu de forma voluntária ao aceitarem o convite para a entrevista.

As perguntas estão seguidas das respostas dos estudantes, identificadas com A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9 e A10. Preservam-se as respostas tais como foram apresentadas. Para essa etapa, a utilização do Skype facilitou a comunicação visual, fazendo com que se obtivesse uma oportunidade de conhecer cada participante. Como foram muitas entrevistas realizadas para este trabalho, selecionaram-se dez entrevistas das vinte e oito realizadas. A seleção das dez entrevistas para este trabalho ocorreu de forma que os estudantes pudessem

representar o universo dos 28 estudantes entrevistados. Visto que, as respostas se repetiam para alguns.

As respostas obtidas nas dez entrevistas possibilitaram uma visão com características específicas. Desse modo, determinou-se um esboço de perguntas e respostas das entrevistas realizadas com os estudantes. Ademais, salienta-se que na Tabela 10 não estão todas as perguntas apresentadas, pois teve-se de filtrar as perguntas mais essenciais, que pudessem trazer respostas mais precisas aos questionamentos alicerçados a esta pesquisa.

As entrevistas levaram um tempo que variou de 20 a 30 minutos, sendo que as perguntas não foram realizadas todas de igual forma, para todos os estudantes. Importante, também, a consideração de alguns pontos que evidenciam a atenção nas análises.

Para compreensão da Tabela 10, considera-se (E) o entrevistador e, para os A1, A2, A3 A4, A5, A6 etc., consideram-se os estudantes entrevistados.

Tabela 10

Trechos das entrevistas realizadas com dez estudantes antes dos experimentos.

<p><b>E:</b> Durante uma aula de laboratório, você consegue vincular as aulas teóricas ao que está fazendo no laboratório?</p> <p><b>A1:</b> Olha, eu acredito que sim, essa parte de mecânica é bem tranquila, né, para trabalhar com os materiais. Como aceleração, velocidade média, isso não é difícil. Eu digo que seja mais complexo quando parte para termodinâmica, eletrodinâmica, mas mesmo assim, na sala de aula sempre procurei <u>levar um multímetro</u>, as vezes emprestava de outros lugares, para demonstrar para o professor. Porque, <u>só na teoria acredito que não dar.</u></p>	<p><b>E:</b> ..., quando você está estudando, o que você utiliza de ferramenta quando está na busca de entender o conteúdo? O google, youtube, como vídeo?</p> <p><b>A1:</b> Há, eu assisto muito <u>vídeo aula e tenho a prática de escrever</u>. Vou assistindo, vou escrevendo, vou anotando e depois vou compreendendo. Acredito que assim, há uma linguagem mais formal, dizendo assim.</p>
<p><b>E:</b> Na aula de laboratório, você consegue vincular as aulas teóricas ao que está fazendo no laboratório?</p> <p><b>A2:</b> <u>Sim, consigo</u>. O professor é muito bom também.</p>	<p><b>E:</b> Quando você está estudando, o que você utiliza de ferramenta quando está na busca de entender o conteúdo?</p> <p><b>A2:</b> Eu uso <u>o computador, direto, praticamente 99%. Eu pesquiso mais na internet...</u></p>
<p><b>E:</b> Quando você vai fazer essas pesquisas na internet, o que você mais pesquisa? Quais são as fontes que você mais procura?</p> <p><b>A3:</b> A primeira coisa é <u>vídeo aula no Youtube</u> porque, devido à quantidade alta de vídeos que tem de um mesmo conteúdo, às vezes a gente acha um vídeo um pouco inútil, mas aquele inútil tem 10% de uma coisa muito útil que você pode acabar precisando naquele momento, aí você junta com outro e vai juntando. Vou dar um exemplo, em laboratório eu não utilizo muito, mas em outras disciplinas são essenciais porque no ensino a distância, se você não tem um professor ali todos os dias para tirar uma dúvida, inclusive acho que</p>	<p><b>E:</b> E nessa tua procura, qual o caminho que você mais utiliza para estudar? É um vídeo no Youtube? É a página de alguma instituição que ofereça exercícios resolvidos? É algum livro digital? Ou é alguma plataforma que disponibilize um simulador para você testar? O que você mais procura?</p> <p><b>A4:</b> O que eu mais procuro <u>são vídeos e sites de Física</u>.</p> <p><b>E:</b> Outra coisa que eu gostaria de saber, quando você está em casa estudando, quais são as ferramentas didáticas que você utiliza para estar auxiliando no momento do seu estudo?</p>

<p>poderia ser assim pelo menos uma vez por mês, não sei, mas como não tem um professor eu vejo várias opiniões várias explicações diferentes da mesma coisa e aí eu consigo ter um entendimento.</p>	<p><b>A5:</b> Eu <u>utilizo vídeos, internet, livros, algumas tele aulas que encontro na internet; os livros didáticos e vídeos na internet.</u> Tem também <u>alguns sites, alguns aplicativos em que a gente pode estar visualizando alguns tópicos,</u> é o que eu utilizo também.</p>
<p><b>E:</b> Esses momentos que vocês tiveram essa oportunidade de montar o próprio experimento e mandar o relatório para o professor, quais foram as ferramentas que vocês utilizaram prático para montar o experimento? E sobre a parte teórica para vocês pesquisarem, ver se realmente estava certo, tem como você me falar também?</p> <p><b>A6:</b> Olha, de <u>ferramenta</u> mesmo, a gente <u>utilizou coisas do nosso cotidiano</u> que a gente tinha mais prática, por exemplo: como <u>martelo, cano, alicate, peso.</u> Nós fizemos um experimento do <u>pêndulo que eu fui lá e peguei um peso de uma chumbada e aquilo serviu como pêndulo pra gente prender no aramezinho</u> lá. A gente fez lá o pêndulo e mostrou lá aquele movimento, o período, a frequência e tudo mais. O que a gente tinha mais próximo do nosso cotidiano nada de espetacular, nada de sair por aí procurando material mirabolante, foi o básico de casa mesmo.</p>	<p><b>E:</b> ... Quais foram às outras ferramentas que você chegou a buscar para alimentar o seu estudo nessas disciplinas experimentais?</p> <p><b>A8:</b> Muito a <u>parte de simuladores.</u> <u>Simulador para mim foi importantíssimo</u> em dois sentidos: primeiro para trazer o laboratório até a minha casa, vamos dizer assim, porque eu tive que complementar o laboratório físico com o laboratório virtual, digamos assim, e com isso também eu pude trocar informação com alguns colegas. Pude passar para eles algumas dificuldades, porque às vezes você está em um lugar remoto, de difícil acesso, e não tem acesso a um laboratório como o nosso aqui na capital, então às vezes uma dúvida e tudo a gente troca informação. Mas eu busquei para mim mesmo, essencialmente, a simulação virtual. Então tem alguns programas, gratuitos inclusive, que propiciam você fazer diversos experimentos; isso para mim foi importante demais.</p>
<p><b>E:</b> E na plataforma da sala virtual, lá da disciplina quais são as ferramentas que você mais utiliza?</p> <p><b>A7:</b> Na plataforma do curso eu me apegava mais há <u>pegar o material que a professora deixava lá e alguns poucos momentos eu não entrava bastante,</u> mas eu dava uma lida no fórum para saber quais eram as dúvidas e como estava indo a disciplina.</p>	<p><b>E:</b> E nesse incentivo de colocar o link, já teve na Experimental I e na Experimental II, que você está fazendo agora, já teve algum momento em que o professor incentivou você a procurar até mesmo um simulador para testar aquele roteiro que ele estava propondo para você?</p> <p><b>A9:</b> O professor de Instrumentação sim, mas os outros da aula de experimento não. <u>Ele só informa “olhe, tem simuladores na internet, procurem”, mas só isso mesmo.</u></p>
<p><b>E:</b> Quais são as ferramentas que mais lhe ajudaram nos momentos que você estava estudando sozinho? Ferramentas digo assim, quando você estava na plataforma as vezes tinha algum texto lá para ler e não estava bem compreensivo a leitura. O que você buscava diante da internet, uma página, um blog, o que você mais utilizou nesse período do seu estudo como suporte quando você estava sozinho?</p> <p><b>A10:</b> As matérias que eu menos precisei buscar instrumentos, foram as matérias que os professores <u>usavam vídeos</u> para retornar e explicar as aulas. Tinha muitos professores que faziam isso, é perfeito na minha concepção, é perfeito quando o professor faz isso, grava vídeo. Por que a gente vai pausando, vai anotando informações, se o professor fizer uma plataforma bem pensada né, mas enquanto isso não acontece, a gente busca outras plataformas de EAD que existe no Brasil né. A gente vai buscando em outras universidades, eu vou pegando outros <u>vídeos no youtube.</u> Está cheio de vídeos das matérias que a gente vem pagando mesmo, <u>quando isso não acontece, aí eu busco um livro mesmo</u> né. A gente pega um livro e vai pelo livro, eu gosto do livro.</p>	

Fonte: Entrevista com os estudantes, autora.

### 6.5.1 Análise das Entrevistas

Verificando-se as perguntas realizadas para os estudantes, percebe-se que, logo de início, que os estudantes respondem as perguntas, não demonstram gestos para explicar suas respostas. Sobre as perguntas realizadas, para a primeira que está destacada na tabela, fica evidenciado nas respostas que eles afirmam conseguir vincular as aulas teóricas com que estão fazendo no laboratório, porém, sendo considerado para este pequeno grupo. O A1 chama a atenção quando o assunto é relacionado à “termodinâmica, eletrodinâmica”, ficando um pouco difícil, mas para os assuntos de mecânica, em sua opinião, é “tranquilo”.

Para a pergunta que está relacionada com as formas ou os instrumentos que auxiliam na compreensão do que está sendo estudado, deixaram claro que a internet, e as possibilidades que podem encontrar por meio dela, é a ferramenta mais utilizada para auxiliar na compreensão do conteúdo. A maioria dos estudantes respondeu apontando que são vídeos do Youtube os principais facilitadores, assim obtendo anotações e compreensão do que está sendo explicado. O A2 respondeu que utiliza o computador direto, e que a internet é o caminho para compreensão do conteúdo, evidenciando-a como o facilitador para seu conhecimento do conteúdo estudado.

Com as demais afirmações, destaca-se que são comuns as respostas, em relação aos A1 e A2. Fica evidente que todos utilizam a internet, o *site* de buscas Google e outros meios, não ficando aprisionados somente ao que é oferecido na plataforma da disciplina. Em particular, destaca-se o estudante A5, que disponibilizou alguns sites que ele utiliza para as aulas experimentais. Os *links* estão listados a seguir:  
 <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.intuitive.sp>>;  
 <<http://www.labinapp.com/index.html>>; <<http://www.microgenios.com/?4.66.0.0,585,newton-simulador-virtual-para-fisica.html>>.

Ao verificar esses *links* e comparar com o que foi analisado nas salas virtuais que estão expressos na Tabela 7, percebe-se que são resultados não evidenciados nas salas. O estudante A5 teve uma iniciativa por conta própria para procurar simulações que pudessem ajuda-lo na compreensão do que foi disponibilizado de conteúdo na sala para estudar e realizar as atividades experimentais.

Diante das características e perfis apresentados pelos outros estudantes, esse em particular evidenciou na sua entrevista que ele mesmo vai além do que a disciplina oferece na sala virtual. Ao retomar a Tabela 7 e identificar a instituição a que esse aluno pertence como sendo a JF – 01, observa-se que, para aquele momento, não houve incentivo ao estudante a observar esses *links*.

O estudante A6 também se destaca e demonstra que realiza experimento com material de baixo custo e, ao comparar com a instituição AL – 02, indicada na Tabela 7, verifica-se que há sugestões de leituras para atividades experimentais. Provavelmente pode ser esse o motivo de o estudante trazer essa explicação, como foi o caso da realização de um experimento com material de baixo custo.

O estudante A8 destaca que utiliza por conta própria simuladores para auxiliar na compreensão do que está sendo trabalhado no laboratório didático, como também, da facilidade de interagir com os colegas diante de uma dificuldade encontrada. Destacando-se que, para ele, esse fator tem uma grande importância para a aprendizagem.

O estudante A9 deixa claro que não há um incentivo para a utilização de simuladores nas disciplinas experimentais, mas que há na disciplina de instrumentação. Ele completa destacando que há somente comentários por parte dos professores, mas não de colocar na sala ou de disponibilizar na sala virtual da disciplina.

O estudante A10 declara que as disciplinas que menos necessitou buscar material foram as que utilizaram vídeos. Fica claro com essa fala desse estudante que os vídeos o ajudam no entendimento do que está sendo estudado.

Em geral, o máximo que se pode notar, ao se analisarem as falas desses estudantes, é a evidência de que não é mencionado o uso do PhET, como foi apresentado por algumas salas virtuais. Entretanto, há um destaque dos estudantes A5, A8 e A9, enfatizando a necessidade de se utilizarem simuladores para o complemento das atividades experimentais. O estudante A5 lança mão de alguns *sites* de simulação e, até mesmo, de salas virtuais que ele pesquisou e as utiliza para auxiliar na realização de algumas atividades experimentais.

### **6.5.2 Análise em geral da primeira parte dos resultados**

Evidenciando-se o que foi feito nesta pesquisa até aqui, a saber, os levantamentos que foram realizados, desde a identificação das instituições, verificação dos tipos de laboratórios didáticos utilizados por elas, análise dos PPC e verificação das disciplinas de Física experimental que são ministradas no curso de Física a distância, a análise em relação a como são ministradas as aulas experimentais e suas formas metodológicas por parte dos professores, a verificação do índice de hipercultura por instituição e por estudante, e o que se tem disponibilizado nas salas virtuais. Além disso, a comparação das falas de alguns estudantes que destacaram o que os ajuda quando estão estudando e realizando alguma atividade experimental.

Observa-se que os estudantes que pouco têm de instrumentos ou de material didático na sala virtual realizam pesquisas para ajudá-los no entendimento da atividade experimental.

Conforme evidenciado nas falas dos estudantes em destaque. Estando na sala virtual, os estudantes se utilizam da internet para realizar suas pesquisas, caminhos esses que os levam para um mundo potencializado pela tecnologia. Se apropriando da literatura do referencial teórico, pode-se destacar, diante do pensamento de Lévy (1996), que o virtual é considerado como um espaço real, dessa forma considera que os estudantes são estimulados a buscar o que acham necessário ter para a compreensão do assunto estudado para aquele momento.

Em relação à sala virtual, pode ser destacado que a interface que é apresentada para o estudante poderá ajudar a ter aprendizagem. Diante disso, destaca-se baseado na TMC que a aprendizagem parte da experiência social, mediada pela utilização de instrumentos e signos. Com isso, evidencia-se quando os estudantes explicam que buscam vídeos, simulações, o uso do computador.

Ressalta-se para este ponto, que o ambiente virtual é considerado para Lévy (2000), parte de um conjunto de técnicas dentro da cibercultura, sendo (materiais e intelectuais), de práticas, de atitudes, de modos de pensamento e de valores que se desenvolvem juntamente com o crescimento do ciberespaço. Dentro desse conjunto de técnicas, considera que o mundo da cibercultura é marcado pela interatividade em três princípios básicos que orientam o crescimento do ciberespaço: a interconexão, a criação de comunidades virtuais e a inteligência coletiva. Nesse sentido, é possível comparar que o ambiente virtual (sala virtual) funciona como meio de comunicação caracterizado não apenas pela infraestrutura material da comunicação digital, mas também pelo universo oceânico de informações disponibilizadas na *web* (LÉVY, 2000).

Em relação às disciplinas que estão categorizadas na Tabela 9, fica evidente com a participação dos coordenadores que a metodologia varia conforme adotada pelos professores, não tendo um parâmetro do que pode ser utilizado para promover com mais dinâmica a apresentação do conteúdo estudado em Física experimental. Se a realização da atividade não tiver uma interação com simulação, o estudante vai à procura do que possa lhe ajudar por meio de vídeo no Youtube, ou algum *link* que o faça pelo menos visualizar uma demonstração da atividade através de uma simulação. Como já descrito nos capítulos anteriores, uma apresentação de interface intuitiva pode construir e explorar não só modelos matemáticos, mas também fazer simulações por meio de animações, gráficos, tabelas e vídeos (TEODORO, 2002).

Diante das literaturas do referencial, destaca-se que o funcionamento de um objeto como mediador de inteligência coletiva implica sempre um contrato, uma regra do jogo, uma convenção, conforme se observa nas entrelinhas das ideias de Lévy (1996). Nesse mesmo sentido, Wolff (2015) e Souza et al. (2012) determinam que a relação do indivíduo com as novas tecnologias, que são dinâmicas e estão em constante evolução, surge da necessidade de novas



lógicas de utilização que modificam as relações cognitivas. Isso esclarece o porquê de os estudantes buscarem e pesquisarem outras formas de explicação, principalmente pesquisando na internet.

Outro ponto que se destaca está relacionado ao índice de hipercultura dos estudantes. Fica evidente que os sujeitos analisados são hiperculturais, conforme a comparação realizada com a pesquisa de Asfora (2015). Na análise de cada estudante, demonstrado na Tabela 6, foi verificado que os 12 (doze) estudantes ficaram bem acima do valor de 0,41, que foi o índice que se buscou como parâmetro para esta pesquisa.

Asfora (2015), mostra que os estudantes hiperculturais obtiveram um pior desempenho em uma certa disciplina. Sendo assim, ela considera que os cursos que apresentam uma baixa hiperculturalidade podem levar os estudantes a terem um desempenho não satisfatório, e até acarretando uma evasão do curso. Já o curso que têm uma hiperculturalidade alta favorece para que o estudante tenha um desempenho melhor e satisfatório; isso foi verificado na sua pesquisa. Diante desse relato da pesquisa de Asfora, fica evidente a importância da análise do que foi feito a partir da verificação do índice de hipercultura, por instituição, em relação aos estudantes que participaram respondendo às perguntas. Não basta somente indicar *links* ou disponibilizar dinamicamente na sala virtual material para a realização das atividades experimentais. A sala tem que estimular e potencializar o estudante para realizar as atividades.

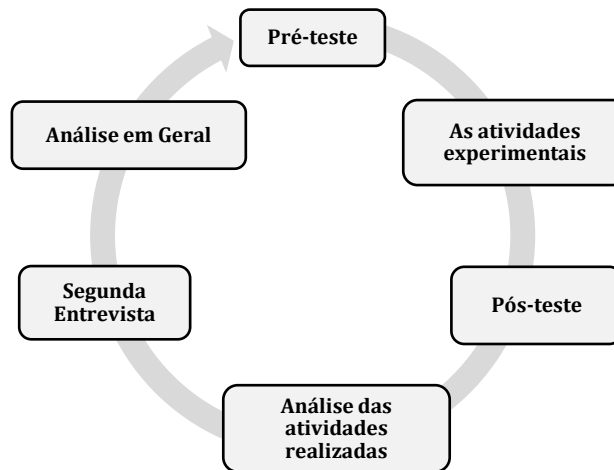
Diante da oportunidade de obter esse conhecimento do índice de hipercultura dos estudantes, foi realizada a aplicação do pré-teste que envolveu conhecimentos que estão direcionados com o conteúdo da mecânica. Sendo que aqui se obteve como resposta de um dos estudantes entrevistados de ser mais tranquila a compreensão da realização da atividade, como também de seu entendimento da relação entre teoria e prática.

Sendo assim, para as próximas explicações, a apresentação desta pesquisa está concentrada nos 12 (doze) estudantes que participaram das atividades de pré-teste, atividade experimental, pós-teste e uma segunda entrevista via Skype. Até aqui, foi adquirida uma compreensão desse universo de como são apresentados os conteúdos de Física experimental e trabalhada a forma com que os estudantes obtêm as ferramentas pelas interfaces das salas virtuais que lhes são apresentadas.

## 6.6 PRÉ-TESTE; ATIVIDADE EXPERIMENTAL E PÓS-TESTE

Considera-se para este subitem a segunda parte dos resultados. Para a compreensão do esclarecimento dos resultados que estão resumidamente explanados na Figura 8 a seguir.

Figura 8: Organização e discussão da segunda parte dos resultados.



Fonte: a autora.

Este estudo destaca as respostas conforme apresentado na Figura 8, conforme a sequência: pré-teste, atividades experimentais, pós-teste, análise das atividades realizadas. Em seguida, apresenta os resultados das entrevistas, seguida da interpretação das imagens. Em por fim, apresentação da análise em geral.

A dinâmica utilizada foi desenvolvida com dois grupos representativos, sendo que cada grupo tinha a participação de 6 (seis) estudantes por grupo. Aos grupos foram dadas as seguintes nomenclaturas e siglas: grupo da atividade virtual (GV) e grupo da atividade real (GR). Para tanto, será apresentada a discussão de 4 estudantes dos 12 que participaram das atividades experimentais. Considerando que estes que serão expressados a seguir foram os que evidenciaram alguns pontos com características diferenciadas dos demais, sendo representativo principalmente para os resultados adquiridos. E também, essas evidências que se destacam estão relacionadas aos grupos de que todos fizeram parte.

Os dois grupos foram formados após a aplicação do pré-teste. Considerando que o pré-teste agregou com o que já tinha sido realizado durante o período de 2015 com o fechamento da primeira entrevista realizada com os estudantes. Com estas ideias adquiridas nas ações anteriores, destaca-se que o pré-teste facilitou ainda mais nas atividades (metas) que foram realizadas na formação dos grupos.

Para a compreensão das atividades experimentais, foi utilizada a ideia de apresentar categorias das características que foram evidenciadas como respostas nos guias de atividade (roteiros). Sendo que o experimento foi realizado de forma que as orientações para desenvolvimento das atividades fossem direcionadas para os estudantes totalmente a distância, antes, durante e depois do processo realizado. Considerando, diga-se, que não ocorreram quaisquer contatos presenciais com os estudantes para as orientações. Os meios de comunicação

advieram com mais frequência em forma de *e-mail* e mensagens via *whatsapp*. Constituindo assim, para o detalhamento das ações e apresentação dos resultados decorrente com base nos grupos que foram criados.

Retomando mais uma vez o pré-teste, optou-se por exibir em forma de imagem as respostas dos estudantes. Assim, considerando para uma análise do que os estudantes trazem como discussão: texto, fórmulas e desenhos para suas explicações. Em seguida, está demonstrado o que se observou dos guias das atividades experimentais que os estudantes caracterizaram em suas respostas ao realizarem as atividades. E para pós-teste, seguirá a mesma forma de apresentação do pré-teste, determinando após a aplicação desses, uma análise com visões do que conseguiu observar.

Para a análise do pré-teste e o acompanhamento das questões, o instrumento apresentava as seguintes perguntas:

I) Uma pessoa abandona uma esfera de massa igual a 1kg de uma altura de 2m, quicando no solo de forma elástica. Descreva o que irá acontecer:

- a) Com a velocidade da esfera.
- b) Com a altura da esfera.
- c) Com a energia cinética.
- d) Com a energia potencial gravitacional.
- e) Energia total.

II) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega, o que é “Conservação da Energia Mecânica”. Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.

III) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega, o que é “Conservação da quantidade de movimento”. Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.

Seguindo nessa mesma conformidade, para a análise do pós-teste, tem-se as seguintes perguntas:

I) Ao abandonarmos uma bola de massa igual a 0,5kg de um prédio de 10m, terá uma colisão elástica com o solo, o que irá ocorrer com:

- a) Com a velocidade da esfera.
- b) Com a altura da esfera.
- c) Com a energia cinética.
- d) Com a energia potencial gravitacional.

II) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega, o que é “Conservação da Energia Mecânica”. Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.

III) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega, o que é “Conservação da quantidade de movimento”. Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.

Perante as imagens apresentadas, têm-se como orientação essas perguntas do pré-teste e pós-teste. Diante das explicações pontuadas anteriormente, segue a apresentação dos dados adquiridos com a aplicação dos instrumentos, bem como com seus pontuamentos conforme os resultados descritos.

### Pré-teste do Estudante - A2GV

Figura 9: Imagem do pré-teste com as respostas do estudante A2GV

<p>1) Uma pessoa abandona uma esfera de massa igual a 1kg de uma altura de 2m, quicando no solo de forma elástica. Descreva o que irá acontecer:</p> <p>a) Com a velocidade da esfera. <i>Diminui no máximo, reduzindo ao ponto que toca o solo e perde sua energia armazenada.</i></p> <p>b) Com a altura da esfera. <i>Reduzirá devido a força de direção da gravidade</i></p> <p>c) Com a energia cinética. <i>Reduzirá em função da redução da altura da bola.</i></p> <p>d) Com a energia potencial gravitacional. <i>Reduzirá a medida que a altura diminuir.</i></p>	<p>e) Energia total. <i>Diminui no máximo de sua intensidade e reduz a medida que ignora o solo</i></p> <p>2) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega, o que é “Conservação da Energia Mecânica”. Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.</p> <p><i>É a soma da energia potencial e cinética de determinado corpo ou objeto.</i></p>
<p>3) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega, o que é “Conservação da quantidade de movimento”. Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.</p> <p><i>É a quantidade de movimento de um sistema conservativo onde não há dissipação de força.</i></p>	

Fonte: o pré-teste, a autora.

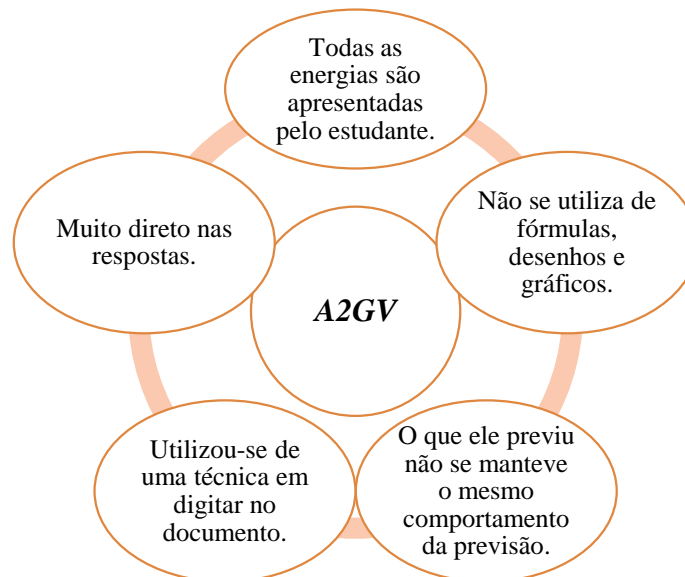
O estudante A2GV foi bem pontual em suas respostas apresentadas no contexto das perguntas. Para o momento de contato através desse instrumento, não se percebem evidências de outras formas de explicação a não ser de escrita sem fórmulas, gráficos e/ou desenhos. Diante dessa análise, encontrou-se dificuldade de compreender o que o estudante estava apresentando na sua escrita. Em relação à primeira pergunta o estudante, explica que “a velocidade da esfera será no seu máximo, mas reduzindo ao ponto que toca ao solo, assim perdendo sua energia armazenada”. Sobre a altura da esfera, o estudante responde que “reduzirá em relação a força

*de atração da gravidade*”. Aqui, pode se observar a visão do estudante sobre a aplicação da força na esfera. Em relação à energia cinética, ele afirma que reduzirá e explica o porquê. Sobre a energia potencial, explica que reduzirá, conforme a altura vai diminuindo. Ficando claro que o estudante consegue discernir a diferença da energia potencial com a energia cinética. Sobre a energia total, explica que *“inicia no seu máximo, e diminui à medida que atinge o solo”*. Com essa explicação, é possível evidenciar as energias na sua totalidade. Para a segunda e terceira perguntas, resumidamente o estudante expressa suas explicações com poucas palavras. Para a segunda questão que *“é a somatória da energia potencial e cinética de um determinado corpo ou objeto”*. E para a terceira, *“é a quantidade de deslocamento de um sistema conservativo onde não há dissipação de forças”*.

Porém, observa-se em termos gerais que suas explicações estão dentro do conhecimento da Física, mas poderiam ter sido mais detalhadas em alguns momentos, pois foi permitido aos estudantes se utilizarem de todas as possibilidades para exporem suas respostas.

*Evidências da Atividade Experimental após o pré-teste.*

Figura 10: Evidências categorizadas do estudante A2GV.



Fonte: a atividade experimental, a autora.

Essas evidências são características que o estudante apresentou no guia da atividade experimental, que realizou e respondeu ao interagir com a simulação. Com a entrega do guia (roteiro) com as respostas, ficou claro que o estudante pode até ter conhecimento sobre o assunto abordado, mas não utiliza as ferramentas de desenhar ou até mesmo expor as suas explicações

sem ser direto nos resultados. Um ponto interessante que foi destacado, que ele coloca que a previsão não se manteve quando simulou. Ocorreram mudanças de ideias na realização de alguns resultados adquiridos.

### Pós-teste do Estudante - A2GV

O pós-teste, do estudante A2GV, caracteriza uma diferença do pré-teste, conforme descrito no princípio deste subitem.

Figura 1: Imagem do pós-teste com as respostas do estudante A2GV

1) Ao abandonarmos uma bola de massa igual a 0,5kg de um prédio de 10m, terá uma colisão elástica com o solo, o que irá ocorrer com:

a) A velocidade da esfera *parte do zero, mas ao tocar o solo tem valor = a 19m/s*

b) A altura da bola *fica um comportamento de decremento, isto é, é máxima no início mas tende a zero.*

c) Energia cinética *está total quando atinge o solo com valor igual a 49J*

d) Energia potencial gravitacional *No início da queda é máxima mas tende a zero devido ao estar grandeza se conservativa no objeto.*

2) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega, o que é "Conservação da Energia Mecânica". Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.

*É quando a soma da força sobre um corpo se anula, fazendo o equilíbrio do sistema*

$$E_m = E_c + (-E_{pg})$$

3) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega, o que é "Conservação da quantidade de movimento". Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.

*É quanto de massa é movida para e movimenta determinados objetos, isto é*

$$Q = m \cdot v \Rightarrow Q = 0,5 \text{ kg} [19 \text{ m/s}]$$

$$Q = 7,5 \text{ kg/m/s} \Rightarrow 0,7 \text{ N/s}$$

Handwritten calculations and diagrams on the right side of the page:

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$   
 $h_{\text{max}} = 10 \text{ m}$   
 $m = 0,5 \text{ kg}$   
 $v = ?$

$E_m = E_c + E_{pg}$   
 $E_c = \frac{mv^2}{2}$   
 $E_{pg} = m \cdot g \cdot h$   
 $E_m = E_c + (-E_{pg})$   
 $E_c = E_{pg}$

Diagram showing a ball falling from height  $h_0$  to  $h_{\text{max}}$  with velocity  $v_0$ .

$E_c = \frac{mv^2}{2}$   
 $E_c \propto v^2$   
 $\frac{2E_c}{m} = v^2$   
 $v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}}$

$E_c = E/g \Rightarrow E_{pg} = m \cdot g \cdot h$   
 $v = \sqrt{\frac{2E_{pg}}{m}}$   
 $v = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g \cdot h}{m}}$   
 $v = \sqrt{2gh}$   
 $v = \sqrt{2 \cdot (9,81) \cdot (10)}$   
 $v = \sqrt{196,2} \approx v = 14 \text{ m/s}$

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$   
 $h = 10 \text{ m}$

Fonte: o pós-teste, a autora.

O estudante apresenta o desenvolvimento de suas respostas mais explicativas, em relação ao pré-teste. Principalmente quando as traz associadas com desenhos e cálculos. Evidencia com mais detalhes suas ideias, baseadas nos conhecimentos satisfatórios dos conceitos da Física. Traz também as respostas concentradas não somente em textos, mas também em valores que complementam seu desenvolvimento explicativo.

Em relação às questões, apresenta resultado de valores, como para a primeira questão, que apresentou o valor da velocidade da bola de 14m/s (quatorze metros por segundos). Apesar do estudante não ter descrito como chegou a esse resultado, diante dos dados apresentados na questão, é provável que ele tenha usado a equação de Torricelli. Em relação à altura da bola, explica com mais detalhes o que ocorre. No caso da energia cinética, o estudante apresenta que a energia terá 49N (quarenta e nove Newton), mas sem apresentar como chegou a esse resultado. Para este, podendo ter sido expressada a ideia de que a energia cinética é igual à massa vezes a velocidade elevada ao quadrado, sendo o resultado desse valor dividido por dois (TIPLER, 2012).

Fazendo uma análise mais detalhada diante do que o estudante apresenta, é determinado em relação ao estudo da mecânica que a energia cinética depende da velocidade e da massa de um corpo; portanto, essa forma de energia só está presente em objetos que estão em movimento. Se a velocidade for nula, o produto massa vezes a velocidade ao quadrado também é nulo, ou seja, o corpo não apresenta energia cinética. Outra observação que pode ser feita é que os valores da energia cinética são sempre positivos, pois a massa sempre é positiva e, como a velocidade está elevada ao quadrado, sempre terá como resultado um valor positivo.

Para energia potencial gravitacional, não apresenta valores e nem cálculos, mas expressa suas explicações conforme foi apresentado no pré-teste, porém se acrescenta em sua explicação relacionando ao vetor gravidade a ser conservativo no objeto, no caso aqui, a bola. Conforme afirmam Young e Freedman (2008), a energia potencial gravitacional é a forma de energia associada à posição em relação a um referencial, sendo que nesse caso há a interação gravitacional entre a Terra e um determinado corpo.

Uma energia potencial ou energia armazenada por um corpo pode ser traduzida como a capacidade que esse corpo detém de realizar trabalho. Trata-se de uma energia associada ao estado de separação entre dois objetos que se atraem mutuamente através da força gravitacional. Dessa forma, quando se eleva um corpo de massa ( $m$ ) a certa altura ( $h$ ), transfere-se energia para o corpo na forma de trabalho. Com a acumulação de energia, o corpo transforma a energia potencial em energia cinética, que quando liberado o corpo possui tendência a voltar à sua posição inicial.

Em relação à segunda questão, expressa-se também evolução, pois em relação ao pré-teste, não apresentou desenvolvimento de fórmulas. Para esse, no pós-teste, o estudante declara que *“é quando a soma das forças em sobre um corpo se anula, fazendo o equilíbrio do sistema”*, em seguida apresentada a fórmula, detalhando que a energia mecânica é igual à energia cinética somada entre parênteses, menos a energia potencial gravitacional.

Sobre a terceira questão, explica que é “quanto de energia é necessária para se movimentar um determinado objeto”. Em seguida demonstra em fórmula e cálculos suas explicações.

Permitindo, ao mencionar nessa análise, uma comparação do que foi apresentado no pré-teste em relação ao pós-teste, ficando evidente que o estudante A2GV obteve evoluções em sua explicação para cada questão apresentada, oportunizando até mesmo desenhos e cálculos que no pré-teste não foram evidenciados.

### Pré-teste do Estudante - A5GV

Figura 12: Imagem do pré-teste da questão 1 com as respostas do estudante - A5GV

(1ª) Dados da questão:  
 $v_0 = 0$ ;  $m = 5,0 \text{ kg}$  e  $h = 2,0 \text{ m}$   
 Como a esfera é abandonada, ela fica quicando no solo de forma elástica, como mostra a figura abaixo:

1-a) Como a esfera é abandonada, em repouso, parte do repouso sua velocidade inicial é zero ( $v_0 = 0$ ). Na medida que vai caindo sua velocidade vem aumentando gradativamente (pontos 2 e 5 da fig: A), pois tem a mesma direção e sentido que a aceleração gravitacional. Logo, quando a esfera quica no chão e sobe até uma certa altura (nos pontos 3 e 6 da fig: A) nessa altura a esfera está contra a aceleração gravitacional (sentido oposto) que ao decorrer do tempo sua velocidade vem diminuindo gradativamente até atingir a altura máxima (ponto que muda de sentido).

1-b) Na medida que a esfera cai sua altura diminui, com o decorrer do tempo de queda. Como mostra a figura: A.  
 Essa diminuição de altura acontece durante o impacto com o chão, pois ocorre uma perda de energia para o meio externo (energia dissipada) em um certo instante a esfera para de quicar, ficando em repouso no solo (ponto 8 da fig: A).

1-c) Como a energia cinética depende da velocidade da esfera então toma <sup>uma</sup> grandeza diretamente proporcional, pois quanto maior for a velocidade da esfera maior será sua energia cinética:  $E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$  como mostra a figura: A.  
 Então a energia cinética aumenta nos pontos 2 e 5 da fig: A e diminui nos pontos 3 e 6 da fig: A devido a gravidade.

1-d) Como a energia potencial gravitacional depende da altura da esfera, e esta relação toma uma grandeza diretamente proporcional, pois quanto maior for a altura da esfera maior será sua energia potencial gravitacional:  $E_p = m \cdot g \cdot h$ , como mostra a fig: A.  
 Então, a energia potencial é maior no ponto 1 do que nos pontos 4 e 7, logo:  $E_{p1} > E_{p4} > E_{p7}$ , como mostra a figura: A.

1-e) Como a energia total é o somatório das energias cinética e potencial gravitacional, logo:  
 $E_{\text{total}} = E_p + E_c$ . De acordo com a fig: A temos três tipos de energia total que será máxima, intermediária e mínima, será máxima nos pontos 1 e 2, intermediária nos pontos 4 e 7 e por fim será mínima nos pontos 7 e 8.  
 Portanto, a energia total é constante por dois pontos, que corresponde respectivamente a energia potencial e o outro energia cinética. Logo  $E_{\text{total},1} = E_{\text{total},2} = E_{\text{total},7}$  isso mostra que a energia é conservada.

Fonte: o pré-teste, a autora.

O estudante A5GV foi detalhista em suas explicações em relação às perguntas do pré-teste. Pode-se observar, já na primeira questão, que foi utilizado um desenho para explicar suas ideias, como também fórmulas baseadas nos conhecimentos da Física mecânica. Ele veio enumerando os pontos para explicar em relação à velocidade, bem como o que ocorria com a



esfera ao colidir com o solo. Ele usou como base essa imagem inicial de sua explicação para responder às questões, a, b, c, d, e.

Ao detalhar que a esfera fica quicando no solo como de forma elástica, mas ao verificar o desenho, se percebe que a esfera diminui sua altura a cada quicada no solo e retorno, como se estivesse perdendo energia. Porém, ao explicar, ele não detalha isso. O esclarecimento da velocidade que o estudante apresentou está correto, entretanto, para a altura da esfera, não condiz por ser uma colisão elástica. O que acontece quando se tem uma colisão elástica?

Conforme as bases da literatura da Física, como Young e Freedman (2008); Tipler (2012); Halliday, et al. (2009); os quais, resumidamente, dizem que a colisão elástica não terá nenhuma energia perdida, portanto, a velocidade relativa de aproximação (antes da colisão) dos corpos é igual a velocidade relativa de afastamento (após a colisão). Isto significa que a esfera voltará a mesma altura que iniciou.

Para a energia cinética, o estudante explica o que ocorre e como desenvolve essa energia no processo da queda e da subida, porém, mais uma vez, o estudante, não se dá conta que a colisão é elástica. No caso da energia potencial gravitacional, destaca que quanto maior for a altura maior será a energia potencial. Descreve com fórmulas e indicações baseado no desenho que apresentou. Em relação à energia total, explica que é a soma da energia cinética com a energia potencial, obtendo, assim, um sistema conservativo. E descreve os pontos onde ocorre isso em seu desenho.

Fica claro que o estudante, durante sua explicação, sempre se baseava com o desenho que desenvolveu. Entretanto, fica claro também que o estudante coloca sua ideia no desenho, como se fosse uma colisão inelástica, fazendo uma confusão com a colisão elástica. Um ponto a verificar é se isso mudou após o contato com a atividade experimental.

Na segunda questão o estudante desenvolve outro desenho para explicar suas ideias. Ele detalha que a conservação da energia mecânica é um sistema conservativo. Expressa suas respostas baseado no desenho. Ele usa como exemplo a esfera da primeira questão e descreve o movimento da esfera na queda vertical, deslocando de certa altura e quicando no solo. Evidencia-se no desenho, que o estudante coloca setas indicando a energia cinética e energia potencial, indicando a conservação e o movimento de cada uma.

O interessante nessa explicação é que, em relação àquele primeiro estudante, este expressa suas explicações com fórmulas, desenhos e texto. Enquanto o outro não trouxe esses detalhes em suas respostas.

Outra questão que se levanta ao verificar esse pré-teste desse estudante é: de onde saíram todos esses detalhes de explanação em suas respostas? Qual foi sua base de conhecimento para

que ele trouxesse até a evolução de desenhos nas questões? Enfim, são perguntas que serão respondidas na entrevista. Por fim, verifica-se que a terceira questão também apresenta explicações com textos e desenhos. Ele destaca que a conservação da quantidade de movimento é quando não há forças externas atuando, isto para um sistema isolado. Apresenta o teorema de impulso, desenvolvendo uma ideia para uma situação que depende das forças externas.

Figura 13: Imagem do pré-teste da questão 2 com as respostas do estudante - A5GV

2) A conservação da energia mecânica nada mais é que um sistema conservativo, ou seja, é um sistema em que interagem apenas com forças conservativas, com por exemplo: força peso, força elástica e força elétrica, pois estas realizam trabalhos conservativos e a energia mecânica total do sistema se conserva.

Por exemplo: Imagine uma esfera em uma certa altura  $h$ , e em seguida solta-a como mostra a figura abaixo. Observe as cinco posições da esfera, em que cada uma das esferas ao seu lado temor setas na vertical que represente os valores da energia cinética ( $E_c$ ) e da energia potencial gravitacional ( $E_{pg}$ ).

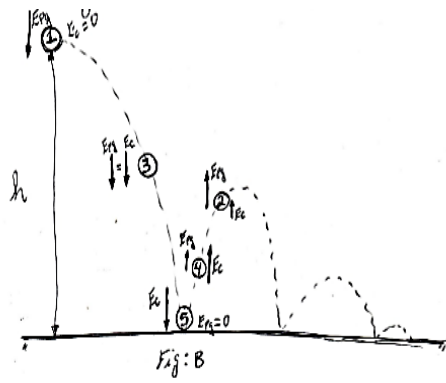
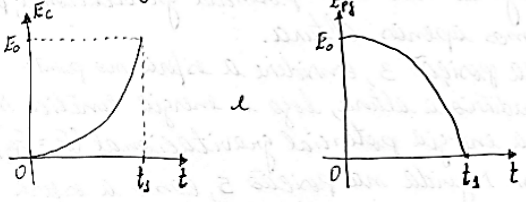


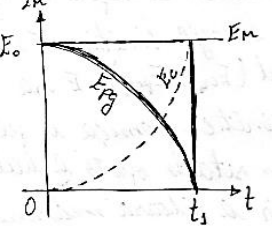
Fig: B

1) Em seguida na posição 5, como a esfera encontra-se por completo no solo nas mesmas altura apenas velocidade, logo só teremos energia cinética, como mostra a fig: B. Quando a esfera começa subir, na posição 4 sua energia cinética é maior do que a energia potencial ( $E_{c4} > E_{pg4}$ ). E na posição 2 a energia cinética começa a perder velocidade por estar em sentido oposto à aceleração gravitacional até atingir a altura máxima, onde sua energia potencial gravitacional será maior que a energia cinética ( $E_{pg2} > E_{c2}$ ).

2) Então, considerando o intervalo de tempo  $t_1$  para ambas as energias ( $E_c$  e  $E_{pg}$ ) podemos representar graficamente as duas situações, logo



juntando os dois gráficos obtemos a energia mecânica total  $E_m$ .



temos que:

$$E_m = E_c + E_{pg}$$

Fonte: o pré-teste, a autora.

Ao verificar essa segunda imagem, faz-se uma comparação do que foi realizado no primeiro momento de contato com esse estudante. Diante do seu perfil apresentado na primeira entrevista, ele esclarece que já é professor de Física, porém o fato de não ser graduado na área

foi o que incentivou a fazer a graduação a distância. Provavelmente isso explique os detalhes que ele apresenta em suas respostas.

Figura 14: Imagem do pré-teste da questão 3 com as respostas do estudante - A5GV

3º) A conservação da quantidade de movimento é um sistema em que devemos considerá-lo isolado, pois sistema isolado é aquele que a ação das forças externas são nulas. Logo, a lei da conservação da quantidade de movimento mostra que quando NÃO há forças externas atuando sobre um sistema de corpos em movimento, a quantidade de movimento total do sistema permanece sempre a mesma, ou seja, sistema constante, tanto em intensidade, direção e sentido.

Como o sistema é isolado, utilizamos o Teorema do Impulso ( $\vec{I}_R$ ) que depende da ação de forças externas e também será nulo, logo temos que:  $\vec{I}_R = \Delta \vec{Q} \Rightarrow \vec{I}_R = \vec{Q}_{\text{DEP}} - \vec{Q}_{\text{ANT}}$ ; como o impulso é nulo ( $\vec{I}_R = 0$ ) a expressão ficara:

$$0 = \vec{Q}_{\text{DEP}} - \vec{Q}_{\text{ANT}} \Rightarrow \boxed{\vec{Q}_{\text{DEP}} = \vec{Q}_{\text{ANT}}}$$

3º) Neste caso, dizemos que a quantidade de movimento se conserva, ou seja, a quantidade de movimento DEPOIS ( $\vec{Q}_{\text{DEP}}$ ) em um instante ( $t_2$ ) é igual a quantidade de movimento ANTES ( $\vec{Q}_{\text{ANT}}$ ) em um instante ( $t_1$ )

Portanto, quando uma força externa resultante que atua num sistema for nula, a quantidade de movimento é constante.

Fonte: o pré-teste, a autora.

Como já mencionado, as suas respostas são bem definidas com base em conhecimento de Física mecânica, sendo satisfatória para alguns momentos. No geral, entende-se que o estudante não economizou explicações para responder às três questões do pré-teste, obtendo um cuidado não somente com a exposição de suas explicações, como também se utilizando de metodologia não somente textual, mas delineando com as suas ideias os detalhes dos desenhos que ele mesmo elaborou.

Após a intervenção das respostas apresentadas pelo estudante, fica claro que houve uma base que mediou suas ideias e lógicas em suas explicações. Diante dessa análise, lembra-se exatamente das mediações que Souza et al. (2012) aborda. Mas também, resgata os pensamentos

de Lévy (1997) ao mencionar que “cada pessoa constrói representações internas de certos domínios de ação e de conhecimento de uma forma esquemática ou figurada”.

*Evidências da Atividade Experimental após o pré-teste.*

Figura 15 – Evidências categorizadas do estudante A5GV.



Fonte: a atividade experimental, a autora.

As evidências categorizadas indicam que o estudante também obteve os mesmos cuidados que adotou no pré-teste, de detalhar suas respostas com explicações por meio de fórmulas, cálculos, texto e desenho. O estudante declara que diferiram o que ele previu em relação ao que ele obteve quando da simulação, conforme a figura a seguir a seguir:

Figura 16: Recorte da resposta apresentada no guia experimental.

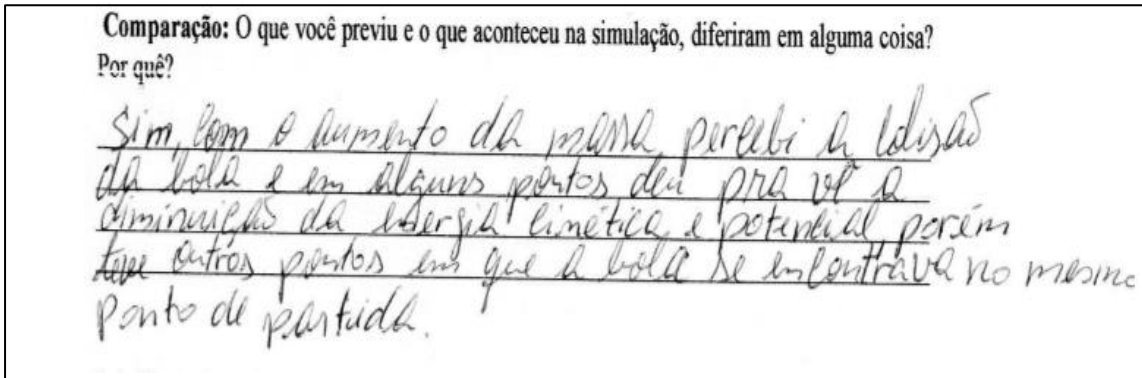
**3.2.5 Comparação**

O que você previu e o que aconteceu na atividade experimental, diferiram em alguma coisa? Por quê?

*Sim, porque previu que ocorreria perda de energia e na parte experimental não constatou a perda atingiu a mesma altura durante a colisão.*

Fonte: guia de atividade experimental, a autora.

Figura 17: Recorte da resposta apresentada no guia da atividade experimental.



Fonte: Guia de atividade experimental, a autora.

Fica claro que o estudante tinha uma ideia formada, porém essa ideia foi diferente ao simular. Sendo que já no pré-teste ele apresenta um conceito de que a altura iria diminuir após colidir com o solo e retornasse.

Em relação aos desenhos que o estudante apresentou, já fica evidente que a bola parte de certa altura e volta para a mesma altura, entretanto diferindo do desenho que foi apresentado no pré-teste. Na trajetória da bola, ele explica que será uma parábola. Sendo que isso não foi descrito na atividade do pré-teste.

Há evidência também, de que a atividade experimental possibilitou mudanças nos *drivers* que o estudante já possuía. Os mesmos foram alterados quando ele realizou a atividade experimental. Principalmente relacionado aos tipos de colisões: elástica, perfeitamente elástica e superelástica. Pontos esses que também foram encontrados nos estudantes, A1GV, A2GV, A3GV, A4GV e A6GV. No caso dos estudantes A1GV; A3GV; A4GV e A6GV, não estão destacadas as categorizações do que os mesmos trazem em suas respostas. Entretanto, suas previsões foram diferentes do que obtiveram como resultado ao realizarem a atividade experimental, quando colocaram para simular.

Outro ponto que pode se destacar aqui diante dos estudos de Souza (2004) é que a simulação possibilitou uma mediação que pode considerar mais do que apenas um filtro, foi um componente ativo que determinou realizar diversas relações lógicas sobre as informações de uma determinada situação.

Um outro ponto que pode se destacar aqui diante dos estudos de Souza (2004), é que a simulação possibilitou uma mediação, que pôde considerar mais do que apenas um filtro, foi um componente ativo que determinou a realizar diversas relações lógicas sobre as informações de uma determinada situação.

## Pós-teste do Estudante - A5GV

Figura 18: Imagem do pós-teste com as respostas do estudante - A5GV

Como a esfera é abandonada, ela fica quicando no solo de forma elástica, como mostra a figura abaixo:  $v_0 = 0$



1-a) Como a esfera é abandonada, ou seja, parte do repouso sua velocidade inicial é zero ( $v_0 = 0$ ). Na medida que vem caindo sua velocidade vem aumentando gradativamente (pontos 1 e 2 da fig: I), pois tem a mesma direção e sentido que a aceleração gravitacional.

Agora, quando a esfera quica no chão e sobe até uma certa altura (nos pontos 3 e 6 da fig: I) nesse pontos de subida ela (a esfera) está contra a aceleração gravitacional (sentido oposto) que no decorrer do tempo sua velocidade vem diminuindo gradativamente até atingir a altura máxima (ponto que muda de sentido).

1-b) Na medida que a esfera cai sua altura diminui, com o decorrer do tempo de queda. Como mostra a figura: I.

Essa diminuição de altura acontece durante o impacto com o chão, pois ocorre uma perda de energia para o meio externo (energia dissipada). Em um certo instante a esfera para de quicar, ficando em repouso no solo (ponto 8 da fig: I).

1-c) Como a energia cinética depende da velocidade da esfera então torna sendo uma grandeza diretamente proporcional, pois quanto maior for a velocidade da esfera maior será sua energia cinética:  $E_c = \frac{mv^2}{2}$  como mostra a figura: I.

Então a energia cinética aumenta nos pontos 2 e 5 da fig: I e diminui nos pontos 3 e 6 da fig: I (devido a gravidade).

1-d) Como a energia potencial gravitacional depende da altura da esfera, e esta relação torna uma grandeza diretamente proporcional, pois quanto maior for a altura da esfera maior será sua energia potencial gravitacional:  $E_p = m \cdot g \cdot h$ , como mostra a fig: I.

Então, a energia potencial é maior no ponto 1 do que nos pontos 4 e 7, logo:  $E_{p1} > E_{p4} > E_{p7}$ . Como mostra a figura: I.

1-e) Como a energia total é o somatório das energias cinética e potencial gravitacional, logo:  $E_{total} = E_p + E_c$ . De acordo com a fig: I temos três tipos de energia total que será máxima, intermediária e mínima, será máxima nos pontos 1 e 2, intermediária nos pontos 4 e 7 e por fim será mínima nos pontos 7 e 8.

Portanto, a energia total é constante por dois pontos, que corresponde respectivamente a energia potencial e o outro energia cinética, logo:  $E_{p12} = E_{c56} = E_{p78}$  isso mostra que o sistema é conservativo.

2) Como mostra a figura: II, a esfera encontra-se no ponto mais alto da trajetória, posição de abandono, logo a única energia que está agindo nela é a potencial gravitacional, pois não temos apenas altura.

Na posição 3, considere a esfera no ponto intermediário a altura, logo a energia cinética será igual a energia potencial gravitacional ( $E_c = E_p$ ).

Em seguida na posição 5, como a esfera encontra-se por completo no solo não tem mais altura apenas velocidade, logo não teremos energia cinética, como mostra a fig: II. Quando a esfera começa subir, na posição 4 sua energia cinética é maior do que a energia potencial ( $E_{c4} > E_{p4}$ ). E na posição 2 a energia cinética começa a perder velocidade por estar em sentido oposto a aceleração gravitacional até atingir a altura máxima, onde sua energia potencial gravitacional será maior que a energia cinética ( $E_{p2} > E_{c2}$ ).

Fonte: o pós-teste, autora.

Continuando com a figura a seguir, com as respostas do estudante A5GV.

Figura 19: Imagem do pós-teste com as respostas da continuação da questão 2 e 3 - A5GV.

2) Então, considerando o intervalo de tempo  $t_1$  para ambas as energias ( $E_c$  e  $E_{ps}$ ) podemos representar graficamente as duas situações, logo:

3) A conservação da quantidade de movimento é um sistema em que devemos considera-lo isolado, pois sistema isolado é aquele que a ação das forças externas são nulas. Logo, a lei da conservação da quantidade de movimento mostra que quando não há forças externas atuando sobre um sistema de corpos em movimento, a quantidade de movimento total do sistema permanece sempre a mesma, ou seja, sistema constante, tanto em intensidade, direção e sentido.

Como o sistema é isolado, utilizamos o Teorema do Impulso ( $\vec{I}_R$ ) que depende da ação de forças externas e também será nulo, logo temos que:  $\vec{I}_R = \Delta \vec{Q} \Rightarrow \vec{I}_R = \vec{Q}_{\text{dep}} - \vec{Q}_{\text{ant}}$ ; como o impulso é nulo ( $\vec{I}_R = 0$ ) a expressão ficara:  $0 = \vec{Q}_{\text{dep}} - \vec{Q}_{\text{ant}} \Rightarrow \vec{Q}_{\text{dep}} = \vec{Q}_{\text{ant}}$

3) Neste caso, dizemos que a quantidade de movimento se conserva, ou seja, a quantidade de movimento depois ( $Q_{\text{dep}}$ ) em um instante ( $t_1$ ) é igual a quantidade de movimento ANTES ( $Q_{\text{ant}}$ ) em um instante ( $t_2$ ).

Portanto, quando uma força externa resultante que atua num sistema for nula, a quantidade de movimento é constante.

Juntando os dois gráficos obtemos a energia mecânica total, logo:

temos que:

$$E_m = E_c + E_{ps}$$

Fonte: o pós-teste, autora.

O estudante A5GV apresenta suas respostas satisfatoriamente dentro dos conhecimentos da Física. Organizadas de forma que se evidenciam as suas explicações expressas em desenho, texto e fórmulas. Porém, para esse pós-teste fica claro que o estudante traz suas explicações semelhantes às do pré-teste, como também imaginando uma esfera, sendo que o problema apresenta uma bola. Outro ponto que também pode ser observado sobre esse pós-teste é que o estudante aparenta apresentar as mesmas evidências de explicações em relação ao pré-teste para a primeira questão. Principalmente nos desenhos em forma de gráfico que foram desenvolvidos para responder à questão sobre a conservação da energia mecânica.

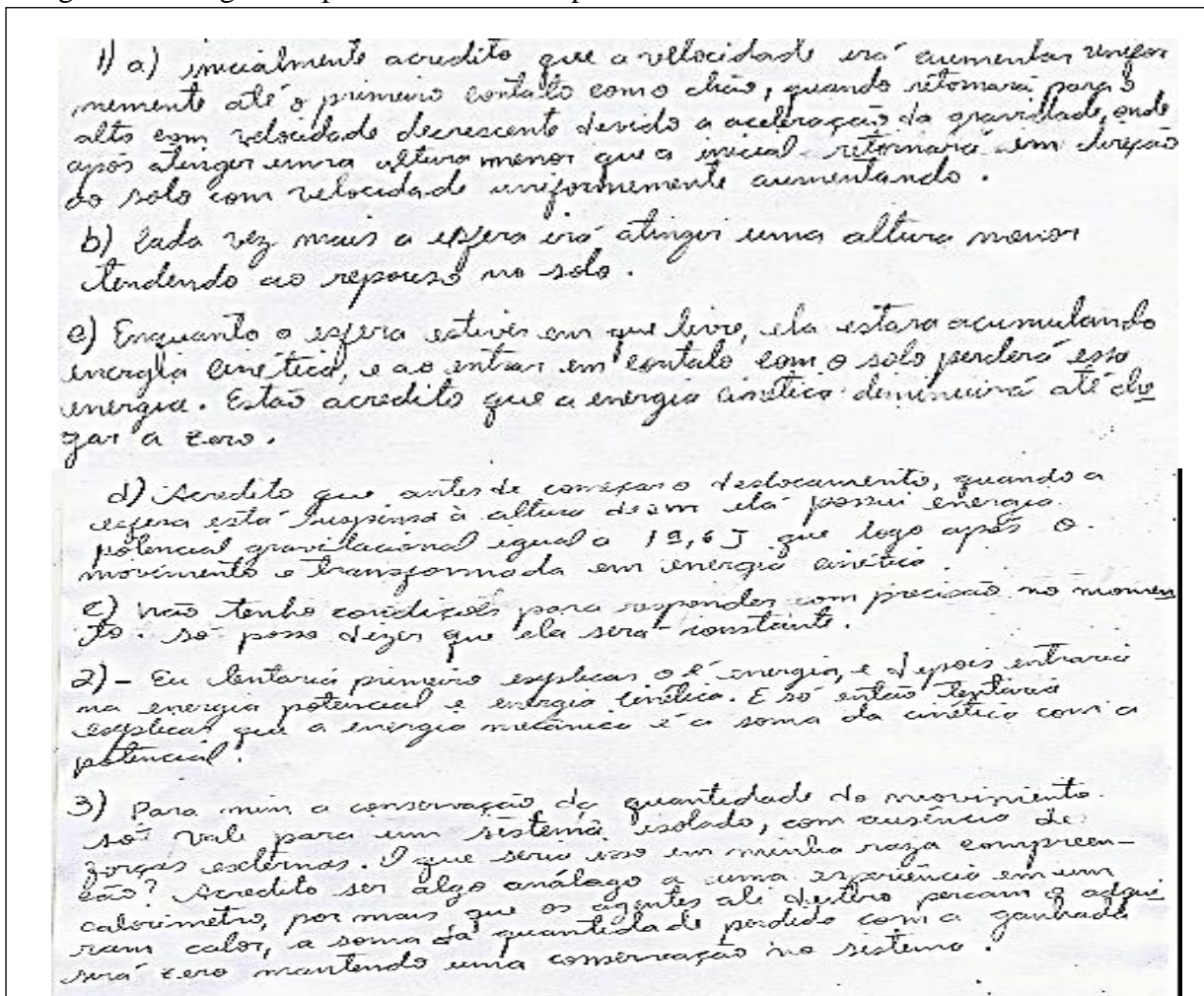
Verifica-se que o estudante apresenta características de internalização da altura indicada pelo (y) que foram visualizadas por ele na simulação, sendo que isso não foi visto no pré-teste. No pré-teste, ele demonstrou setas apontando para cima e para baixo com as indicações das energias e a altura indica pelo (h). Em termos gerais, na terceira questão chama a atenção o fato

de que o estudante apresenta os mesmos argumentos de resposta. Trazendo também a explicação da questão pelo teorema de impulso para determinar a conservação da quantidade de movimento.

Diante desses levantamentos caracterizados no pré-teste, as categorizações da atividade experimental e no pós-teste, fica claro que o estudante utiliza o drive psicofísico no pré-teste, mas a simulação não modifica o seu drive.

#### Pré-teste do Estudante - A3GR

Figura 20: Imagem do pré-teste com as respostas do estudante – A3GR



Fonte: o pré-teste, a autora.

O estudante A3GR evidencia em suas respostas indício de falta de conhecimento, apesar de apresentar, para algumas questões, explicações diretas e pontuais. Utiliza-se de texto corrido sem exposição de suas ideias em forma de desenhos ou até mesmo de fórmulas. Não considera em sua resposta que a bola quicará no solo de forma elástica, pois responde que “a bola atingirá uma altura menor”. E ficando mais evidente quando repete na letra (b) que “cada vez mais a esfera irá atingir uma altura menor tendendo ao repouso no solo”.

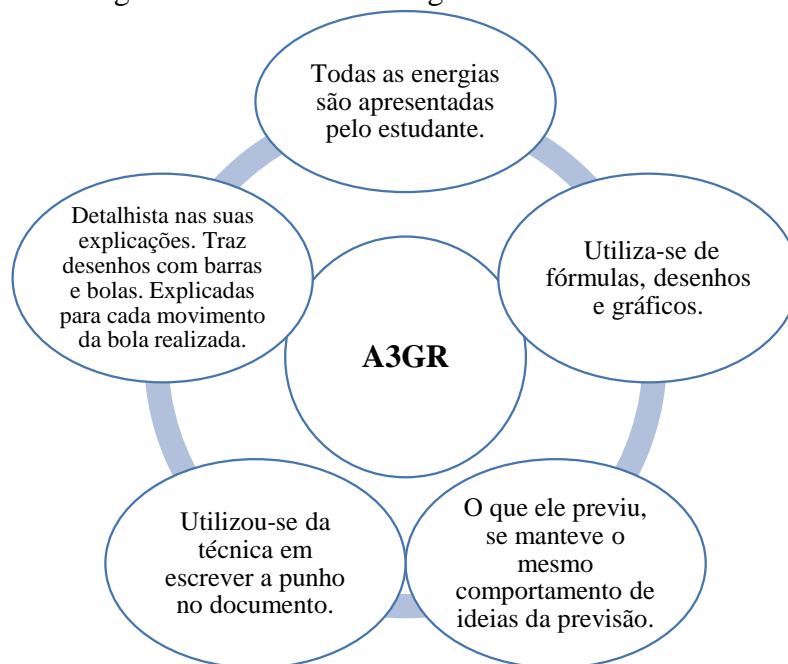


Em relação à letra (c), ainda na primeira questão, ele expressa que a energia cinética da esfera em queda livre diminuirá até chegar ao solo. Com essa resposta, expressa que o estudante confunde a energia cinética com a energia potencial. Apresenta respostas equivocadas sobre o que ocorre com a energia cinética na questão (c); e para questão (d), apresenta um valor para energia potencial, porém não apresenta o desenvolvimento de como chegou a esse valor. Para a letra (e), coloca como explicação que não tem condições de respondê-la com precisão naquele momento. Mas tenta deixar claro pelo menos que será constante a energia cinética.

Nas outras duas perguntas também se caracteriza sua insegurança nas respostas. Outro ponto que se evidencia para esta análise desse estudante é que ele, antes de iniciar o desenvolvimento das questões do pré-teste, apresenta justificativas de sua insegurança antes e depois das suas respostas.

*Evidências da Atividade Experimental após o pré-teste.*

Figura 21: Evidências categorizadas do estudante A3GR.



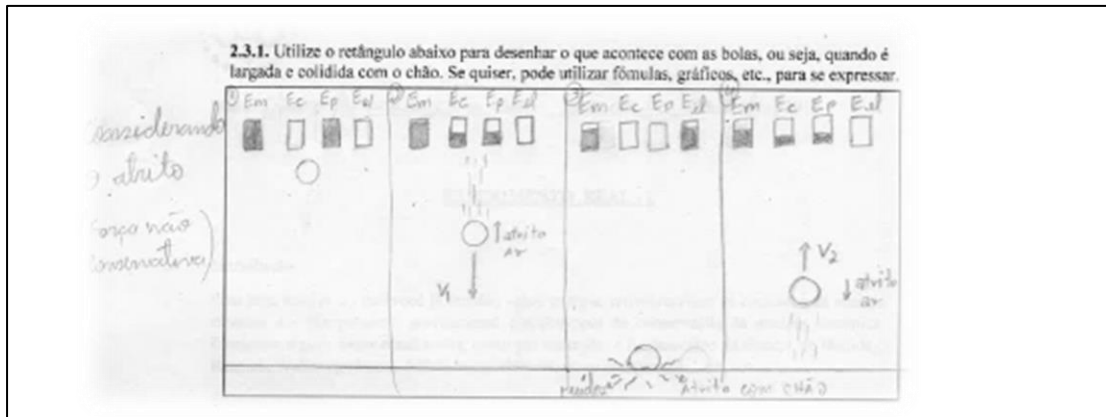
Fonte: a atividade experimental, a autora.

O estudante evidenciou na atividade experimental o desenvolvimento de suas respostas por meio de texto, fórmulas, desenhos e também tabelas com demonstração de gráficos. As fórmulas que foram utilizadas são as que estavam disponíveis no guia de atividade. O ponto em que a previsão não se alterou fica claro com a seguinte resposta apresentada: “*não diferiram, pois, a previsão foi feita considerando as forças não conservativas, que atuariam no sistema,*

como o atrito, com o ar e com o chão”. Diante desta resposta, o estudante esclarece que o que ele previu aconteceu nos resultados adquiridos com a realização da atividade com as bolas.

Ao evidenciar suas respostas com desenhos, demonstra-se por meio da figura como o estudante discriminou cada energia.

Figura 22: resposta apresentada no guia da atividade experimental.



Fonte: a atividade experimental, a autora.

O estudante evidencia o que ocorre com a bola descrevendo cuidadosamente com a numeração dos passos que ocorrem com o movimento da bola. No primeiro passo, fica detalhado que a energia mecânica e a energia potencial são máximas. No segundo passo, a bola, inicia o movimento de queda livre, com a observação das energias que estão indicadas. Observa-se que a energia mecânica prevalece constante, mas a energia potencial diminui e a energia cinética começa a aumentar, havendo uma troca de energia. Já no terceiro passo, evidencia que na energia mecânica ocorre uma alteração e a energia elástica surge com o contato da bola com o solo. Já energia cinética e energia potencial não são evidenciadas.

Nesse terceiro passo, o estudante descreve o que ocorre com o contato do solo com a bola, descrevendo que acontecerá o atrito com o solo. Com isso, ao quarto passo descreve o retorno da bola com uma velocidade diferente da que ocorreu no segundo passo. Determinando as energias, mecânica, cinética e potencial, sendo que a energia elástica em sua demonstração não ocorre.

Ao comparar com os estudantes que realizaram a mesma atividade experimental, fica destacado que esse estudante A3GR foi o único que descreveu todas as energias com o movimento da bola. Descrevendo principalmente a energia elástica em suas demonstrações, que nos outros não foi evidenciado. Ficando claro que os estudantes A2GR, A4GR, A5GR e A6GR descrevem em forma de desenhos, mas não tão evidentes como fez o estudante A3GR.

Figura 23: Imagem do pós-teste com as respostas do estudante – A3GR

1) Ao abandonarmos uma bola de massa igual a 0,5kg de um prédio de 10m, terá uma colisão elástica com o solo, o que irá ocorrer com:

a) A velocidade da esfera

$$v^2 = v_0^2 - 2gh$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$$

$$v = \sqrt{0 - 2(-9,8\text{m/s}^2)(10\text{m})}$$

$$v = 14\text{m/s}$$

Quando a bola estiver quase no chão ela estará com uma velocidade de 14m/s. No momento do salto ela retornará com velocidade inicial de 14m/s decelerando a uma taxa de -9,8m/s<sup>2</sup> até atingir a altura de 10m. Esse ciclo se repetirá, inevitavelmente se não houver a interferência de alguma força não conservativa.

b) A altura da bola

Como a colisão é elástica, então não haverá alteração na altura, quando a bola retorna ao chão sempre atingirá 10m, ao menos que atue sobre o sistema uma força não conservativa.

c) Energia cinética - Em uma colisão elástica a energia cinética se conserva, ou seja, não haverá perda de energia cinética.

d) Energia potencial gravitacional

A energia potencial gravitacional também se conserva devido a colisão ser elástica e a bola sempre atingirá a mesma altura após cada colisão.

$$E_{p1} = m \cdot g \cdot h_1 \text{ como } h_1 = h_2 = h_3 = h_4 \dots \text{ e } m \text{ e } g \text{ não variam.}$$

$$E_{p1} = E_{p2} = E_{p3} = E_{p4} \dots$$

2) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega, o que é "Conservação da Energia Mecânica". Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.

Imagine que você tenha quatro copos que cabem 500ml de água cada um. Agora, você irá chamar um copo de Energia mecânica ( $E_m$ ), outro de energia cinética ( $E_c$ ) e outro de energia potencial gravitacional ( $E_p$ ) e o outro de energia potencial elástica ( $E_{el}$ ). Agora vamos fazer uma relação com os copos:  $E_m = E_c + E_p + E_{el}$ . Em um sistema, em que não aja forças não conservativas atuando a  $E_m$  se conserva, vamos analisar uma bola ao ser levantada a uma determinada altura  $h$ , o copo denominado como  $E_p$  estará cheio e os demais vazios. Na bola lançada sob uma mola-elástica, quando ele atingir metade do percurso, o copo  $E_c$  terá 250ml e o copo  $E_{el}$  terá 250ml. Ao atingir a mola-elástica na eminência de retornar o copo  $E_{el}$  estará com 500ml ou seja, a energia e a água apenas passa de copo em copo, isso se não houver dissipação de energia, se o copo  $E_c$  estiver cheio ao passar para o copo  $E_{el}$  não o sobressa.

$E_m = 500\text{ml}$        $E_m = 500\text{ml}$        $E_m = 500\text{ml}$

O estudante apresentou suas respostas baseadas em fórmulas, texto e desenhos, dentro dos conhecimentos da Física. Fazendo uma comparação com o pré-teste, percebe-se uma modificação nas respostas. Obtendo características de mais detalhes nas respostas, como na primeira questão letra (d), verificam-se detalhes em relação à energia potencial gravitacional, quando apresenta as alturas  $h_1$ ,  $h_2$  e  $h_3$  sendo iguais para cada colisão da bola. Evidenciando-se assim seus conhecimentos em relação ao que ele sabe quando se tem uma colisão elástica, o que ocorre com a altura da bola. E também que a energia potencial sempre atingirá o mesmo valor, dessa forma, conservando-se. Isso não foi evidenciado no pré-teste.

Em relação à segunda questão, o estudante apresenta desenhos de copos, sendo energia cinética, energia potencial, energia mecânica e energia potencial elástica. E a esses desenhos ele acrescenta também uma cama elástica. Com esses detalhes nos desenhos, tenta explicar como é definida a conservação da energia mecânica.

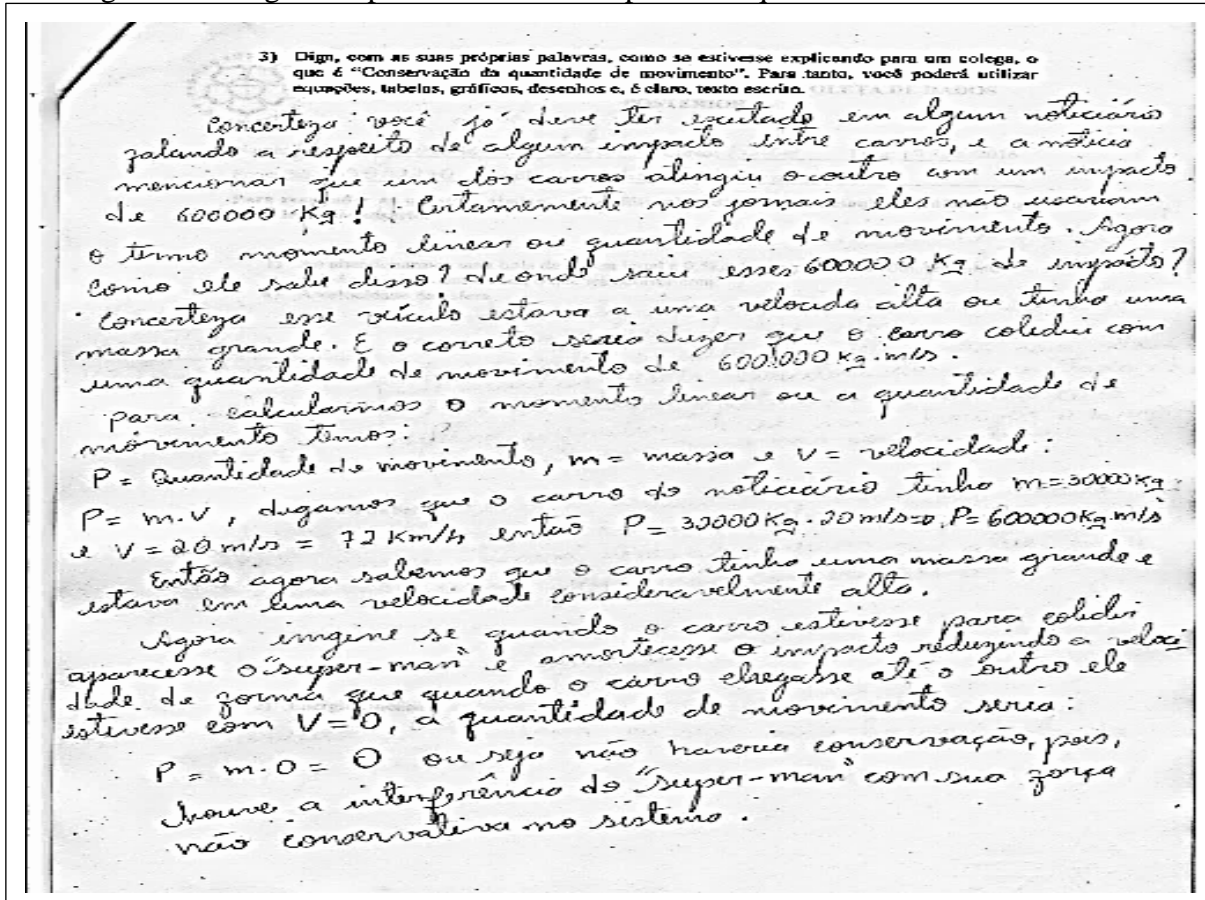
Ao analisar essa questão, percebe-se uma capacidade de trazer exemplos para auxiliar sua explicação. Sendo que esses desenhos o ajudaram na sua imaginação para desenvolver as ideias sobre o assunto abordado com essa questão. Percebe-se também uma habilidade na organização de duas ideias com uma criatividade que favoreceu cada detalhe em visualizar os desenhos.

O esboço de sua explicação, parte de um princípio que fica evidenciado que a atividade experimental o ajudou na explanação das respostas. Diante desse ponto, o estudante caracteriza uma mudança para suas respostas, como também uma segurança, que antes não estava clara, quando do pré-teste.

Alguns questionamentos são levantados, então, sobre os desenhos e a base das suas explicações que apresentou no pós-teste: a atividade experimental foi o seu único mediador para esclarecer e desenvolver a segurança que antes não fora vista? Houve outra ferramenta que o ajudasse diante das dúvidas? Por que o estudante apresenta copos e cama elástica em seus desenhos?

Na possibilidade de pontuar esses questionamentos, retomam-se os pensamentos de Lévy (1997), segundo os quais, compreender uma ideia significa estabelecer correspondências entre ela e seus possíveis modelos mentais. Nessa oportunidade, será possível responder a essas perguntas com o estudo e análise da entrevista que foi realizada com esse estudante, a qual será descrita nas próximas seções desta pesquisa.

Figura 24: Imagem do pós-teste com as respostas da questão 3 do estudante – A3GR.



Fonte: o pós-teste, a autora.

Continuando com a análise do estudante A3GR, para a terceira questão, verifica-se que são apresentados, em sua resposta sobre o impacto de carros, noticiários que expressam situações corriqueiras de carros se chocando, como também a inserção de personagens de filmes cujo herói impede o impacto dos carros, o que ilustra a imaginação associada com os conhecimentos da Física em relação à quantidade da conservação de movimento. Para essa evidência, é possível verificar uma mediação cultural, que Souza et al. (2012) destacam na TMC. Em princípio, o noticiário e os filmes colocam o estudante na posição de usar esses exemplos do seu dia a dia. Confirma-se, então, o que Fonseca et al. (2013) fizeram com atividades concretas, de forma que pudessem detalhar e definir respostas com evidências reais e imaginárias.

Sendo assim, percebe-se que mais uma vez há indícios de que o estudante traz para suas explicações conhecimentos ou até mesmo imagens de filmes e noticiários que são apresentados pela televisão. Ele tenta trazer exemplos que possam ser compreensíveis e acessíveis para melhor entendimento do assunto.

Recapitulando as respostas do estudante A3GR no pré-teste e comparando-as com as do pós-teste, percebe-se que o estudante apresenta claramente uma evolução em suas respostas. No

pré-teste, ele iniciou as suas explicações admitindo que não tinha muito conhecimento sobre o assunto. Outro ponto que se traz para essa análise é que o estudante evidenciou no primeiro momento respostas que não insatisfatórias em relação aos conceitos da Física. No pós-teste, fica claro que o estudante apresenta uma evolução de suas ideias e que as mesmas estão adequadas dentro dos conhecimentos de conceitos da Física.

Apesar de o estudante ter desenvolvido na atividade experimental situações que o levaram a ter contato com objetos reais, percebe-se que ele traz indícios de aprendizagem ao apresentar seus detalhes com exemplos associados com situações concretas que inclusive já podem ter sido vivenciadas ou assistidas por ele mesmo em algum momento de sua vida.

### Pré-teste do Estudante A5GR.

Figura 25: Imagem do pré-teste com as respostas do estudante – A5GR.

1) Uma pessoa abandona uma esfera de massa igual a 1kg de uma altura de 2m, quicando no solo de forma elástica. Descreva o que irá acontecer:

a) Com a velocidade da esfera  
A PARTIR DO MOMENTO EM QUE A ESFERA COMEÇA A SE AFASTAR DO PONTO INICIAL SUA VELOCIDADE AUMENTA DEVIDO A ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE. USAMOS A EQUAÇÃO DE TORRICELLI PARA DEFINIR O VALOR A VELOCIDADE.

b) Com a altura da esfera  
COMO ESTAMOS FALANDO QUE ESTA ESFERA QUICHA DE FORMA ELÁSTICA, AO TOCAR NO SOLO HAVERÁ DEFORMAÇÃO TEMPORÁRIA, ONDE TEREMOS A CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO, E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA CINÉTICA.

c) Com a energia cinética  
EM RELAÇÃO A ENERGIA CINÉTICA É NULA, QUANDO A ESFERA É ABANDONADA ELA PASSA A ADQUIRIR ENERGIA CINÉTICA ATÉ O MOMENTO EM QUE ATINGE O SOLO.

d) Com a energia potencial gravitacional  
ANTES DE SER ABANDONADA A ESFERA POSSUI ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL ARMazenada, QUANDO INICIADO O MOVIMENTO DE QUEDA LIVRE, O CORPO PASSA A PERDER ESTA ENERGIA. LOGO, QUANTO MAIS PRÓXIMA A ESFERA TIVER DO SOLO MENOS SUA ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL E MAIOR A ENERGIA CINÉTICA.

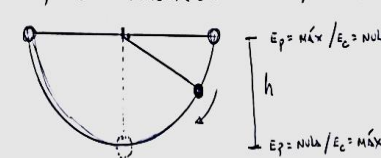
e) Energia total  
COMO A ESFERA CONTINUARÁ QUICANDO, VIMOS QUE A ENERGIA TOTAL SE CONSERVA NESTE SISTEMA.

2) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega, o que é "Conservação da Energia Mecânica". Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.

A ENERGIA MECÂNICA É A SOMA DE ENERGIA CINÉTICA E ENERGIA POTENCIAL EM ALGUNS SISTEMAS ESSA ENERGIA MECÂNICA SE CONSERVA, PARA ISSO PRECISAMOS QUE O TRABALHO REALIZADO PELAS FORÇAS NÃO CONSERVATIVAS SEJA NULO, AI A ENERGIA MECÂNICA SERÁ CONSTANTE, COMO EM UM PÊNDULO SIMPLES POR EXEMPLO, NO MOMENTO EM QUE SEGURO E ELEVO O PÊNDULO ESTOU ELEVANDO A ENERGIA POTENCIAL EM RELAÇÃO AO SEU PONTO MAIS BAIXO, OU SEJA, QUANDO ESTE PÊNDULO ESTÁ EM REPOUSO. JÁ A ENERGIA CINÉTICA É NULA PIS NÃO HÁ VELOCIDADE (MOVIMENTO). AO SOLTAR O PÊNDULO DO PONTO MAIS ELEVADO, ESTE PASSA A GANHAR ENERGIA CINÉTICA E PERDER ENERGIA POTENCIAL.

CONT.

2) CONTINUAÇÃO:  
AO CHEGAR NO PONTO MAIS BAIXO DA TRAJETÓRIA TEREMOS A ENERGIA POTENCIAL E ALTURA NULAS, PORÉM A ENERGIA CINÉTICA E A VELOCIDADE ESTÃO NO PONTO MÁXIMO, ISSO FAZ COM QUE ESTE CONTINUE SEU MOVIMENTO, AGORA DE SUBIDA, ONDE A VELOCIDADE E ENERGIA CINÉTICA IRÁ DIMINUINDO ATÉ O PONTO EM QUE FICARAM NULAS, JÁ A ENERGIA POTENCIAL E A ALTURA ~~CONSERVADA~~ AUMENTARÃO. TEM AINDA A FORÇA DE TRAPÉ QUE É APLICADA AO FIO DO PÊNDULO, ESSA É UMA QUE NÃO SE CONSERVA E NÃO REALIZA TRABALHO, LOGO NÃO AUMENTA E NÃO DIMINUI, SÓ MODIFICA A TRAJETÓRIA.



LOGO PODEMOS CONCLUIR QUE A ENERGIA MECÂNICA FINAL É IGUAL A INICIAL

$$E_{MEC}^{FINAL} = E_{MEC}^{INICIAL}$$

3) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega, o que é "Conservação da quantidade de movimento". Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.

NA CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO AS FORÇAS EXTERNAS DEVEM TER RESULTANTES NULAS NO SISTEMA, ASSIM A QUANTIDADE DE MOVIMENTO SERÁ CONSTANTE,

PODEMOS AFIRMAR QUE COM ISSO, SE UM SISTEMA ONDE NUM INSTANTE (T<sub>1</sub>) HÁ QUANTIDADE DE MOVIMENTO INICIAL (Q<sub>i</sub>), NO INSTANTE (T<sub>2</sub>) HAVERÁ UMA QUANTIDADE DE MOVIMENTO IGUAL A INICIAL

PARA UM SISTEMA CONSERVATIVO TEREMOS:

FORÇA RESULTANTE ( $\vec{F}_R$ ) = 0

IMPULSO RESULTANTE ( $\vec{I}_R$ ) = 0

QUANTIDADE DE MOVIMENTO INICIAL ( $\vec{Q}_i$ ) = QUANT. MOVIMENTO FINAL ( $\vec{Q}_f$ )

Fonte: o pré-teste, a autora.

O estudante A5GR apresenta evidências de conhecimento em Física, ao expressar as suas explicações. Para a primeira questão letra (a), esclarece que ao afastar do ponto inicial, a velocidade aumentará em virtude da aceleração da gravidade. Sendo que ainda destaca como encontrar a velocidade pela equação de Torricelli. Para a altura da esfera, coloca em destaque que a esfera quica de forma elástica e ao tocar o solo terá deformação temporária. Explica que nesse momento se tem a conservação da quantidade de movimento, como também conservação da energia cinética. Para essa questão (b), o estudante deixa claro o seu entendimento sobre tipos de colisão, diferentemente dos estudantes anteriores que não deixaram claro o seu entendimento sobre colisão no pré-teste.

Em relação à energia cinética e energia potencial gravitacional nas questões (c) e (d), destaca que a energia cinética é nula quando a esfera está em repouso, ao ser abandonada, para adquirir energia cinética até o momento que atinge ao solo. Já para a energia potencial gravitacional, explica que, antes de ser abandonada, a esfera possui energia potencial gravitacional. Ao iniciar o movimento em queda livre, a esfera passa a perder essa energia, sendo que quanto mais próxima a esfera esteja do solo a sua energia potencial será menor e a energia cinética maior. Aqui, fica claro que o estudante soube se expressar bem em suas explicações.

No caso para a questão (e), determina que a esfera continuará quicando, assim se percebe que a energia total se conserva nesse sistema. Dessa forma, o estudante considera como um sistema e também que essa energia não terá modificações no seu processo de mudanças.

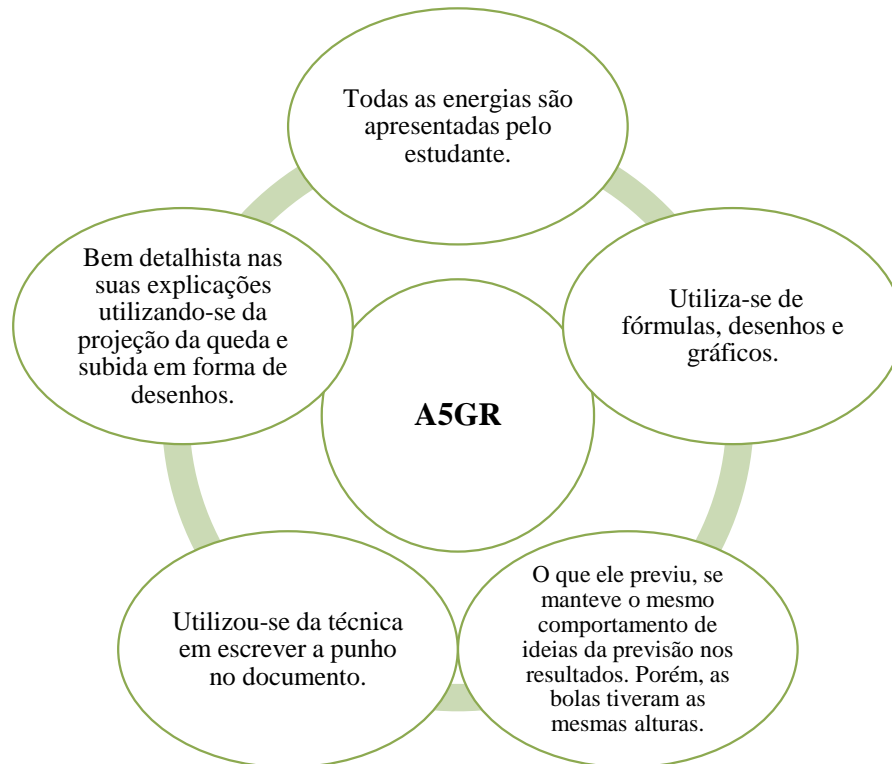
Para a segunda questão, o estudante se expressa com detalhes, trazendo o exemplo de um pêndulo e explicando o que ocorre quando eleva esse pêndulo. Destaca sobre as energias, a realização de trabalho, a força de tração que é aplicado no fio, como também o que ocorre com as energias para se ter a conservação da energia mecânica. Pode até verificar o desenho do pêndulo detalhado como demonstração para sua explicação.

Para a terceira questão, o estudante se expressa com exemplo e demonstração para explicar a conservação da quantidade de movimento. Ele utiliza a demonstração do teorema do impulso e também a demonstração para um sistema sem a presença de forças externas. Colocando a indicação do que seja cada um deles diante da sua ideia apresentada.

Ele utilizou das mesmas ideias do estudante A5GV, em relação ao teorema de impulso. Entretanto, foi além dos estudantes A1GR, A4GR e A6GR. Comparado ao estudante A2GR, este utilizou de exemplo o pêndulo, desenhando vários pêndulos e explicando como ocorre a conservação de energia, mas não pontuou sobre o teorema de impulso como o estudante A5GR realizou.

*Evidências da Atividade Experimental após o pré-teste.*

Figura 26: Evidências categorizadas do estudante A5GR.



Fonte: a atividade experimental, a autora.

Em relação a atividade experimental que o estudante realizou, fica evidente que ele expressa suas ideias conforme o enunciado determina. Ao desenhar a bola colidindo com o solo, ele coloca em seu desenho uma expressão que a bola perde energia com o contato com solo. Destaca também no desenho que ao retorno da bola a mesma retornará a uma altura menor em virtude de o problema indicar que a colisão foi de maneira inelástica. Ponto esse que não se viu nos estudantes A2GR, A6GR, A1GR e A4GR; embora um deles apresentasse alguma forma de desenho, mas não tendo detalhes como A5GR expressou em seu desenho e nas suas respostas.

Outro ponto a verificar é que aquilo que ele previu permaneceu, porém, as bolas que utilizou obtiveram as mesmas alturas de retorno, apesar de apresentarem massas diferentes, sendo de 0,62 kg de massa e a outra sendo de 0,05kg de massa. Ele destaca também na sua comparação que houve conservação de energia potencial gravitacional e energia cinética apenas nos momentos de descida e subida das bolas.



## Pós-teste do Estudante A5GR.

Figura 27: Imagem do pós-teste com as respostas do estudante – A5GR.

1) Ao abandonarmos uma bola de massa igual a 0,5kg de um prédio de 10m, terá uma colisão elástica com a superfície que irá reboar e voltar.

a) A velocidade da esfera como foi lançado aqui em queda livre sua velocidade tende a aumentar, logo

$$v = \sqrt{2g \cdot h_i} \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 10} = \sqrt{196} = 14 \text{ m/s}$$

b) A altura da bola como a colisão é elástica temos que haverá uma deformação temporária da bola que irá causar um impulso restituindo parte da energia mecânica.

c) Energia cinética ao ser abandonada a esfera adquire energia cinética onde  $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ , logo:  $\Rightarrow E_c = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 14^2 = 49 \text{ J}$

d) Energia potencial gravitacional esta na altura inicial esta em seu valor máximo após a esfera ser abandonada esta energia se transforma e energia cinética, seu valor nesta questão é:

$$E_p = m \cdot g \cdot h_i \Rightarrow E_p = 0,5 \cdot 9,8 \cdot 10 = 49 \text{ J}$$

2) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega o que é "Conservação da Energia Mecânica". Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.

A CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA OCORRE EM SISTEMAS CONSERVATIVOS OU SEJA, ONDE NÃO ATUAM FORÇAS DISSIPATIVAS COMO NA QUESTÃO ACIMA. VEMOS AQUI QUE EM DETERMINADO INSTANTE TEMOS A BOLA NUMA ALTURA COM UMA VELOCIDADE E EM OUTRO MOMENTO OUTRA ALTURA E VELOCIDADE. AQUI TEMOS QUE OBTIVER A ENERGIA CINÉTICA NA COLISÃO TEM VALOR IGUAL A  $E_{p_i}$  NA ALTURA INICIAL.

3) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega o que é "Conservação da quantidade de movimento". Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.

É QUANDO AS FORÇAS EXTERNAS TEM RESULTANTES NULAS NO SISTEMA, ASSIM A QUANTIDADE DE MOVIMENTO SERÁ CONSTANTE. LOGO, SE EM DETERMINADO INSTANTE A QUANTIDADE DE MOVIMENTO INICIAL É  $\underline{x}$ , NUM OUTRO INSTANTE A QUANTIDADE DE MOVIMENTO SERÁ  $\underline{x}$ , OU SEJA, IGUAL AO INSTANTE INICIAL.

Fonte: o pós-teste, a autora.

O estudante A5GR apresenta nas suas respostas o desenvolvimento de fórmulas, texto decorrido com conceitos satisfatórios dentro dos conhecimentos da Física. As suas ideias decorrem sem muitos detalhes nas suas explicações, mas estão com bases pontuais que se podem considerar adequadas. Uma observação que se destaca desse estudante é em relação ao objeto que imaginou. Ele descreve em suas respostas sobre uma esfera, mas na primeira questão traz sobre uma bola, sendo assim, pode-se analisar que para ele a bola é uma esfera. Para responder a algumas questões, o estudante procede com o desenvolvimento com cálculos matemáticos que expressam suas respostas. Verifica-se também, que não foi apresentado nenhum desenho durante

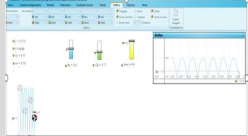

suas respostas. Ao trazer uma análise com comparações do pré-teste com pós-teste, percebe-se que o estudante, para esse pós-teste, demonstra não ter utilizado a mesma forma de explicação que utilizou no pré-teste. No pré-teste, chegou a utilizar desenhos que completaram suas explicações, sendo que para esse pós-teste, isso não ocorreu.

Para a primeira questão, o estudante calculou o valor da velocidade, como também os valores da energia cinética e da energia potencial gravitacional. Isso não ocorreu no pré-teste. Embora as questões dois e três estejam menos detalhadas em relação ao pré-teste, elas se encontram dentro dos conhecimentos da Física.

## 6.7 ANÁLISE DOS ESTUDANTES

Com o envio do pré-teste para os 12 (doze) estudantes, foi solicitado que respondessem as questões sem pesquisar em nada. Ao se receber de volta o pré-teste de cada estudante, obteve-se uma ideia de como seriam distribuídos os grupos. Na formação dos dois grupos, descritos e pontuados conforme a tabela a seguir.

Tabela 11  
A distribuição dos estudantes em dois grupos

Estudantes		As Atividades Experimentais
A1GV	A4GV	<b>Guia da atividade Virtual</b> 
<b>A2GV</b>	<b>A5GV</b>	
A3GV	A6GV	
A1GR	A4GR	<b>Guia da atividade Real</b> 
A2GR	<b>A5GR</b>	
<b>A3GR</b>	A6GR	

Fonte: a autora.

Esses estudantes que estão em destaque na tabela, são os que foram demonstradas as suas atividades, do pré-teste, experimental e pós-teste. Dessa forma, obtiveram-se como pré-requisitos os estudantes que apresentava, evidências que pudessem se tornar representativas, ou até mesmo diferentes dos outros estudantes. Não que os outros estudantes não pudessem apresentar respostas claras às questões que foram levantadas nos capítulos anteriores, pelo contrário, todos se diferenciaram em algum ponto. Por isso que se destaca essa tabela para esse ponto de análise,

pois em geral as informações já foram colocadas em evidência durante a descrição das atividades dos estudantes destacados da tabela.

A respeito dos dois estudantes que fizeram parte do grupo que realizaram a atividade virtual, destaca-se que o A2GV em seu pré-teste não apresentou muitos detalhes em sua resposta. Foi bem resumido até nos exemplos que poderiam ter sido apresentados nas questões dois e três. Porém, após a realização da atividade experimental, evidenciou no pós-teste uma evolução nas respostas, como também na apresentação dos esclarecimentos das ideias, a mesma evolução aconteceu para o estudante A3GV.

Em relação ao estudante A5GV, expressa suas ideias com detalhes, exemplos e desenvolvimento de respostas evoluídas. Entretanto, ele trata o problema sem observar o tipo de colisão, dessa forma aparentando em suas explicações como se fosse uma colisão inelástica. Com a realização da atividade experimental, o estudante deixa evidente nas suas respostas como nos desenhos que ele verificou que há momento que pode ter colisão elástica, super elástica, como também perfeitamente elástica. Mas, ao responder o pós-teste, fica evidente que pega as mesmas respostas que ele apresentou no pré-teste, diferenciando no caso de um desenho em que ele representa as energias em forma de barras.

No caso desse estudante A5GV, fica claro que suas ideias em relação ao tipo de colisão elástica não foram bem formalizadas com as ideias que já tinha formado. Desse grupo, esse estudante foi o único que apresentou as barras de energia no pós-teste. No caso dos estudantes, A1GV, A4GV e A6GV, são evidenciadas evoluções em suas respostas, porém sendo representativo pelos dois estudantes em destaque.

Os estudantes A3GR e A5GR se destacam no grupo que realizou a atividade real, em relação aos seguintes pontos. O estudante A3GR apresenta muita insegurança no pré-teste, principalmente quando ele coloca que não tem condições de responder em um dos itens da primeira questão. Após a realização da atividade experimental, ele apresenta no pós-teste uma evolução das suas ideias, assim como na expressão do desenho que realizou em suas explicações na atividade experimental e no pós-teste.

No caso do estudante A5GR, apresenta bem claramente suas ideias, principalmente quando esclarece que o problema evidencia uma colisão elástica. Após a sua participação na atividade experimental, ele continua com clareza nas suas respostas apresentadas no pós-teste, mas não tão bem detalhado como foi no pré-teste.

Fazendo uma conexão com o referencial teórico e a revisão da literatura, em relação a essas observações que estão sendo pontuadas, Dias et al. (2014) consideram que a utilização de atividades práticas se torna imprescindível, por determinar que é a partir desse tipo de experiência

que se possibilita ao estudante construir uma grande parte do conhecimento científico. Em relação aos estudantes que realizaram o pré-teste, para as ideias que os mesmos tinham como formação pré-estabelecida, fica evidente que as modificaram quando tiveram contato com a atividade experimental, como descrito nas análises das respostas dos estudantes A3GR, A2GV, A6GV, A2GR, A1GR, A3GV e A4GV. Entretanto, não foram para todos conteúdos, cada um obteve uma modificação diferenciada.

Diante das ideias de Nico et al. (2012) em relação ao uso da simulação e sua contribuição para a aprendizagem, é percebida nesses dois grupos a oportunidade de verificar os resultados adquiridos com a atividade real que os estudantes realizaram, juntamente os resultados com a realização da atividade virtual. Fica evidente que os estudantes que realizaram a atividade da simulação tiveram mais trabalho do que os estudantes que realizaram a atividade real. Pois surgiram maiores questionamentos do grupo que realizou a simulação, diante das observações que estavam visualizando, dos resultados que estavam adquirindo, até do princípio da instalação do programa no computador.

Entretanto, a esses dois grupos foram disponibilizados dois tipos de mediações: uma por meio psicofísico e o outro hipercultural, conforme detalhados na TMC. Com a realização do pré-teste, verificou-se que os estudantes não tinham muito o que explorar, até mesmo porque apresentava três questões que os colocavam somente para responder conforme sua criatividade. Podendo utilizar o texto para expressar suas opiniões, o desenho para transferir a sua imagem, e as fórmulas com cálculos para verificar as suas respostas. Foram poucos os que utilizaram essas possibilidades.

No caso para realização da atividade experimental, o grupo que realizou a atividade experimental real teve a possibilidade de utilizar ferramentas, como bolas, fita, régua, calculadora e outras formas para realização da atividade. Para esse grupo, observou-se que todos buscaram as formas necessárias que pudessem ajudá-los a realizar aquela atividade. Até balança usaram para verificar as massas das bolas. Mas também foi observado que nesse grupo tiveram que buscar a ajudar de uma segunda pessoa ou até mesmo de um aparelho que pudesse registrar o quicar das bolas e o seu retorno.

Em relação ao grupo que realizou a atividade virtual, tiveram que utilizar o computador para desenvolver a atividade. Porém, fica claro nas respostas dos estudantes, que ao realizar a atividade na simulação, obtiveram resultados diferentes do que tinham previstos antes de realizar a simulação. Sendo que isso não foi visto no grupo que realizou a atividade real. Podendo ser explicado como caso extremo, baseado nas ideias de Monaghan e Clement (1999) e Clement e Stephens (2010).

Erthal (2013) destaca que a atividade experimental pode propiciar um maior envolvimento do aprendiz. Em vista disso, o professor deve estar atento aos questionamentos e discussões que envolvem os experimentos. Em virtude do acompanhamento, o mesmo aconteceu depois que os estudantes apresentaram as atividades já realizadas. O canto é fundamental para o estudante, nesta ideia, Erthal (2013), explana que este contato, possibilita para o direcionamento na formação dos conceitos e na participação efetiva na atividade.

Darrah et al. (2014) destacam que as experiências virtuais podem fornecer uma alternativa ou complementarem os tradicionais laboratórios práticos, mas também, possibilita ter respostas que no real não se consegue obter, como no caso para os tipos de colisão elástica e superelástica.

Para essas duas comparações, fica claro que a atividade virtual pode ser o complemento para a atividade real, nesses casos que não há possibilidade de visualizar uma resposta mais conceituada. Em relação a complementar, significa que uma pode agregar à outra, até mesmo que uma não sobrepõe a outra, mas sim a completa. Lévy (1996), por sua vez, determina que o real tem limitações evidentes e é observável, enquanto a virtualização tem pensamento baseado em definições, em determinações. Por isso, justificam-se as limitações que os estudantes que realizaram a atividade real tiveram.

A TMC procura explicar o processamento da informação pelo cérebro, propiciando uma abordagem ampla para a cognição humana. Fica, então, evidenciado nas atividades do pré-teste que as explicações que apresentaram estavam dentro dos conceitos da Física, porém, alguns estudantes se sentiram no papel de expressar o que sabiam. Ao depararem com as atividades experimentais, conseguiram formar ou até mesmo reconstruir explicações que caracterizaram respostas que apresentaram exemplos do cotidiano, como no caso do estudante A3GR.

Por fim, outro ponto se destaca em relação à comparação dos dois grupos, conforme nos vieses das ideias de Lévy (1998), que a simulação permite testar hipóteses com mais facilidade do que com a simples observação de fenômenos sobre os quais o estudante não tem capacidade de operar. Quando se possibilita ao estudante ir além do acesso à experimentação com a atividade real, na simulação virtual, ele poderá ter uma visão mais acurada dos resultados empíricos.

Para complementar esta análise, na próxima seção serão apresentadas as entrevistas com os 12 (doze) estudantes que participaram das atividades. Para responder a alguns questionamentos, que foram levantados no princípio da explanação dos quatro estudantes, como também, o problema de pesquisa e as perguntas auxiliares que foram descritos nos capítulos anteriores.

## 6.8 ENTREVISTA APÓS A REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

Após quatorze metas cumpridas e apresentadas nos capítulos e seções anteriores, concluem-se as metas com esta que é a décima quinta e constitui os resultados que se obtiveram da segunda entrevista. As mesmas ocorreram, em média, após dez dias que os estudantes realizaram o pós-teste. Esclarece-se que os próprios estudantes indicaram o dia e o horário para a realização das entrevistas, em virtude de que a maioria não dispunha de um horário com muita facilidade.

Ressalta-se que as perguntas foram realizadas com base nos instrumentos aplicados, o pré-teste, experimento (guia da atividade virtual e guia da atividade real) e pós-teste. Sendo assim, apresentam-se, para este momento, trechos das entrevistas que se destacam como princípio do desenvolvimento das ideias que os estudantes apresentam nos questionários e também nos resultados dos experimentos. Para a leitura completa das entrevistas, as mesmas estão disponíveis no CD que acompanha este trabalho.

Adota-se a dinâmica de, ao iniciar cada entrevista, apresentar para os estudantes o esclarecimento que as perguntas estavam baseadas nos questionários, pré-teste, atividade experimental e pós-teste. Para identificação das falas, tem-se para (E) que indica o entrevistador, para (A) indicando o estudante.

O estudante determinava a explanação de suas respostas, pensando o que ele tinha refletido ou imaginado para responder às questões apresentadas nos instrumentos aplicados. Ao descrever suas respostas com gestos, deveria fazê-lo em frente ao computador, de uma forma que os mesmos pudessem ser registrados, conforme o que estava descrevendo. Para essas gravações, houve necessidade de serem repetidas algumas perguntas para alguns estudantes, em virtude de falhas na captura das imagens, decorrente de internet lenta, queda no sinal da internet e também devido ao programa *Free Vídeo Call Recorde for Skype* não realizar a gravação em alguns momentos. Enfim, várias situações interferiram nessa etapa das entrevistas. Entretanto todas foram realizadas com êxito pelo Skype.

Ressalta-se que todos os estudantes apresentam suas respostas acompanhadas de gestos<sup>24</sup>. Sendo assim, destacam-se 2 (dois) estudantes para cada grupo, totalizando 4 (quatro)

---

<sup>24</sup> Os gestos são evidenciados durante a explicação dos estudantes. Dessa forma, foi criado códigos para caracterizar os gestos com seus significados e tempo ocorrido. Foi colocado entre chaves nas transcrições dos discursos dos estudantes. Com a visualização das repostas, poderá ser visto nos trechos em destaque, após a descrição de cada gesto. A categorização de todos os códigos, discursos, gestos e imagens das entrevistas, estão disponibilizados no CD que acompanha este trabalho.

estudantes dos 12 (doze). Justifica-se que esses acabam sendo representativos em seu grupo, dessa forma não houve a necessidade de apresentar os resultados de todos.

Observa-se também que há muitos gestos decorrentes dos instrumentos aplicados, nesse caso, para evitar gestos repetidos entre esses estudantes que são representativos em seus grupos, optou-se por destacar e avaliar os gestos mais representativos de cada instrumento. Para esses quatro estudantes, que são A2GV, A5GV, A3GR e A3GR, a entrevista levou em média de 22 a 47 minutos, totalizando 137min49s de gravações. São feitas comparações com os demais estudantes, para explicação de algumas evidências.

As respostas estão apresentadas de forma que o estudante expressa em forma de gestos como ele imaginou a questão apresentada pelo instrumento que foi respondido. Então, para cada instrumento, apresentam-se as imagens, os códigos que o gesto apresenta e seus significados com as falas que foram expressas pelos quatro estudantes separadamente.

Em seguida, realizam-se as análises gerais das respostas dos estudantes, associadas com o que foi desenvolvido no decorrer deste trabalho. Ressalta-se que a análise desses gestos é agregada com os outros resultados anteriores, possibilitando um resgate de perguntas que foram realizadas, definindo-se assim um fechamento dos resultados.

## **6.8.1 Resultados e Análises dos Gestos**

Seguindo os instrumentos que foram aplicados na sua ordem, os quais se caracterizam por apresentarem algumas imagens dos estudantes com a explicação dos gestos que foram evidenciados durante suas explicações. Determinando com os assuntos que foram destacados da Física mecânica nos instrumentos aplicados. Considera-se dentro das ideias de Erickson (1986), que cada indivíduo deve ser analisado de forma individual, considerando as suas formas de pensar simbólicas com seus significados para cada indivíduo. Desta forma, foi considerado os gestos dos estudantes individualmente, ao ponto de vista, que pudesse caracterizar e apresentar os objetivos dos gestos de forma diferente. Com detalhes que pudessem serem considerados características importantes, sendo assim, não possibilitando a agrupá-los com os mesmos gestos.

### **6.8.1.1 Evidências de Gestos do Pré-teste**

#### ***Descrição da Altura***

As entrevistas realizadas duraram 22min18s para o estudante A2GV e 29min35s para o estudante A5GV. Eles descrevem como imaginaram a altura, as energias, a conservação da quantidade de movimento e a conservação da energia mecânica, para as questões do pré-teste.

As sequências de imagens ilustram uma discussão gestual realizada pelo estudante sobre a altura. Esse discurso está diretamente conectado a uma imagem mental estática e dinâmica.

Figura 28: Imagens em relação à altura da bola e da esfera.



Fonte: a entrevista, a autora.

Esses dois estudantes representam o grupo que realizou a atividade virtual. Eles descrevem como imaginaram a altura em relação à primeira questão do problema do pré-teste.

As primeiras imagens evidenciam que o estudante A2GV descreve a altura sendo indicada da seguinte forma:

#A – Altura. O estudante levanta o braço direito, na altura da cabeça, com a palma da mão virada para baixo e, como base, faz o mesmo movimento com o braço esquerdo, deixando um espaço entre a palma da mão direita e as costas da mão esquerda, demonstrando a altura. Imagem estática.

#BS – Bola desce até o Solo. Com braço direito levemente esticado para cima, a palma da mão virada para baixo e o braço esquerdo “deitado”, o estudante realiza um movimento em que aproxima a mão direita (inicialmente em cima) do braço esquerdo (abaixo), demonstrando a descida de uma bola até o solo. Imagem dinâmica.

#DB – Distância da bola. O estudante demonstra, com as mãos, a posição inicial de uma bola e sua distância até o solo, para isso posiciona a mão direita fechada, como se segurasse uma bola na altura de sua cabeça, e o braço esquerdo “deitado” com a palma da mão virada para baixo. Imagem estática.

Trechos de Algumas Perguntas e Respostas do Estudante A2GV:



*E: E a altura era mais ou menos assim, correto?*

*A: Sim, altura mais ou menos assim, [5:40, #A] aí ela tinha um comportamento que eu soltava e ela [5:43, #BS] ia até o solo.*

*E: Tá! Então ela era abandonada de uma certa altura?*

*A: Ela era abandonada de uma certa altura, digamos que eu estava com ela nas minhas mãos [5:53, #DB] e a minha mão esquerda é o solo, e eu solto e ela ia decair [5:58, #BS] (Estudante A2GV).*

O estudante A5GV explica que relacionou o que ele viu em sala de aula com seus alunos, foi atribuindo valores para altura e pega uma bola de gude para analisar essa altura inicial e retorno. Depois faz uma comparação do que fez na simulação que ele mesmo trabalhou. Na primeira imagem do estudante A5GV demonstra segurando a esfera na altura do umbigo. Na segunda imagem define a altura e a esfera, seguida da terceira imagem reforçando que soltava de uma altura de um metro e meio. As suas explicações são acompanhadas por gestos, conforme temos:

#ESAL – Esfera ou barras de energia em relação à altura. Aproxima os dedos polegar e indicador da mão esquerda, demonstrando algo pequeno, uma barra ou esfera. Imagem estática.

#EDS – Esfera Desce e Sobe. Aproxima os dedos da mão esquerda, demonstrando algo pequeno e realiza um movimento de descida e subida com o dedo indicador da mão direita, movimentando-o para baixo e para cima, de forma parabólica. Imagem dinâmica.

Trechos de Algumas Perguntas e Respostas do Estudante A5GV:

*E: Eu gostaria que você me respondesse na hora que você leu o problema, o que você imaginou em relação com o problema quando ele te apresentava determinada situação? Exemplo: O primeiro problema falava que uma pessoa abandonou uma esfera de massa de 1 quilograma e de uma altura de 2 metros. Eu quero que você me explique como é que você imaginou essa esfera, e de que forma você imaginou a altura de 2 metros.*

*A: Olha só, eu imaginei o seguinte, como na escola eu também dou aula para o ensino médio, eu estava com esse assunto de conservação ... Aí eu fiz uma simulação com eles colocando uma esfera mais ou menos, na altura do umbigo [2:17, #ESAL], 1 metro e meio de altura e soltava [02:22, #EDS] (Estudante A5GV).*

Verifica-se com estes dois estudantes que imaginaram bolas diferentes para o mesmo problema. Apesar de usarem a descrição para a altura que foi o objeto de sua imaginação, mas utilizam de formas diferentes de como pegaram as bolas. Com isso, obteve-se a descrição de códigos diferentes para indicar a altura para esses dois estudantes.

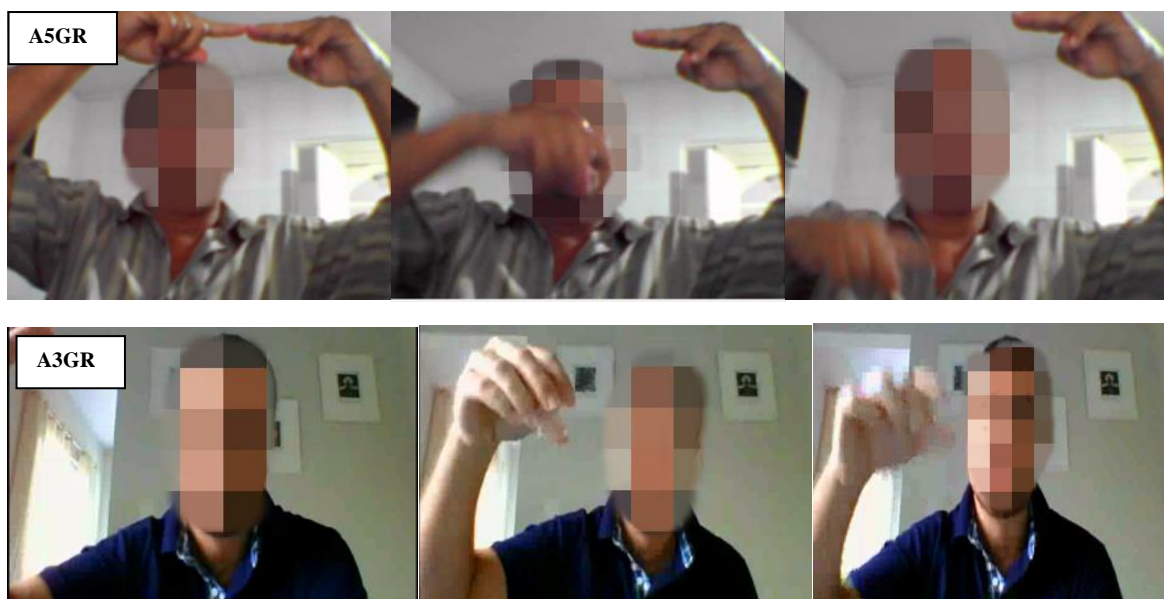
Outro ponto a ser observado em relação a esses dois estudantes é que o estudante A5GV desenvolveu a atividade conjuntamente com os seus alunos em sala de aula, obtendo assim uma

interação com outras pessoas para a evolução de suas ideias. Já o estudante A2GV desenvolveu a atividade individual, sem compartilhar com outras pessoas.

Da mesma forma que foi feita essa comparação entre os dois estudantes do grupo que realizou a atividade experimental virtual, foi desenvolvida também para os dois estudantes que representam o grupo que realizou a atividade experimental real.

As entrevistas realizadas com os estudantes A5GR e A3GR duraram em média 36min40s para o primeiro estudante e o segundo desse grupo foi uma de 39min43s e outra de 10min13s, pois para esse segundo estudante houve a necessidade de se realizarem duas entrevistas. Obtendo-se com as mesmas, as explicações dos dois estudantes anteriores, as sequências de imagens ilustram uma discussão gestual realizada por eles sobre a altura. Esses discursos estão diretamente conectados às imagens mentais estáticas e dinâmicas.

Figura 29: Descrição da altura da bola e seu movimento.



Fonte: a entrevista, a autora.

Ao se compararem essas imagens, a princípio já se verificam as diferenças que ocorrem na imaginação dos dois estudantes ao descreverem a altura da bola e o seu movimento. O estudante A5GR descreve a altura que imaginou, em seguida desce com a mão direita, demonstrando como se fosse o percurso que a bola faz, ficando com o dedo esticado da mão direita. Em seguida, explica que para cada quique, diminuirá a altura. Os gestos auxiliam em sua explicação, durante a entrevista, conforme temos:

#AI – Altura inicial – O estudante eleva as duas mãos até acima da sua cabeça, com a mão direita estica o dedo indicador, encostando a ponta do dedo indicador com a do dedo do meio da mão

esquerda esticado também, fazendo uma posição horizontal, indicando a bola e a altura inicial. Imagem mental estática.

#DB – Descida da bola – O estudante, estando com as mãos elevadas até acima da cabeça com o dedo indicador da mão direita encostando a ponta do dedo indicador com a do dedo do meio da mão esquerda esticados horizontalmente começa a movimentar verticalmente para baixo a mão direita e deixando a mão esquerda fixa, indicando a descida da bola. Imagem mental dinâmica.

#SB – Subida da bola – O estudante estando com as mãos suspensas, a esquerda elevada até acima da sua cabeça apontando para direita com os dedos do meio e o indicador, movimentando o braço direito de baixo para cima na posição vertical com o dedo da mão direita apontando horizontalmente para esquerda, indicando a subida da bola. Imagem mental dinâmica.

#### Trechos de Algumas Perguntas e Respostas do Estudante A5GR:

*E: Ah, então tem como você me demonstrar isso, mostrando qual foi a imagem que veio?*

*A: Sim, tem uma altura inicial certo, [5:38, #AI], então ela desce [5:42, #DB] e ela sobe até uma altura [5:44, #SB] e assim vai gradativamente reduzindo a altura, a cada quico uma altura menor (Estudante A5GR).*

Em relação ao estudante A3GR, a princípio pega um objeto imaginando ser uma bola e explica que de certa altura a bola é liberada em queda livre. Faz sua explicação descrevendo cada movimento da bola, como na descida e depois na subida. Realiza o percurso, descrevendo o movimento da bola que percorreu. Sendo assim, para os gestos que ajudam em sua explicação, temos:

#ALV – Altura vertical – Eleva o braço direito com a mão aberta até a proximidade da sua cabeça e movimenta-a de cima para baixo duas vezes. Imagem mental dinâmica.

#BLE – Bola levantada – O estudante pega um objeto com a mão direita e indica como se fosse uma bola, levanta esse objeto como a uma altura de dois metros. Imagem mental dinâmica.

#### Trechos de Algumas Perguntas e Respostas do Estudante A3GR:

*E: Mas você lendo a questão, o que você imaginaria, o que vem na sua mente? O que seria essa esfera, o que seria? E essa altura?....*

*A: Aí eu imaginei uma esfera, uma pessoa, e que essa pessoa erguesse [6:17, #ALV] até essa altura verticalmente, né, bem vertical sem inclinar nada, e aí ele liberasse ela.*

*A: Pega uma bolinha assim [6:39, #BLE], e levanta até a altura de dois metros [6:42, #ALV] em cima de alguma coisa, cadeira, não sei porque*

*depende da pessoa, eu conseguiria talvez ir até ali e soltar, soltava ela né, parece que no problema ela ia ficar quicando de forma elástica* (Estudante A3GR).

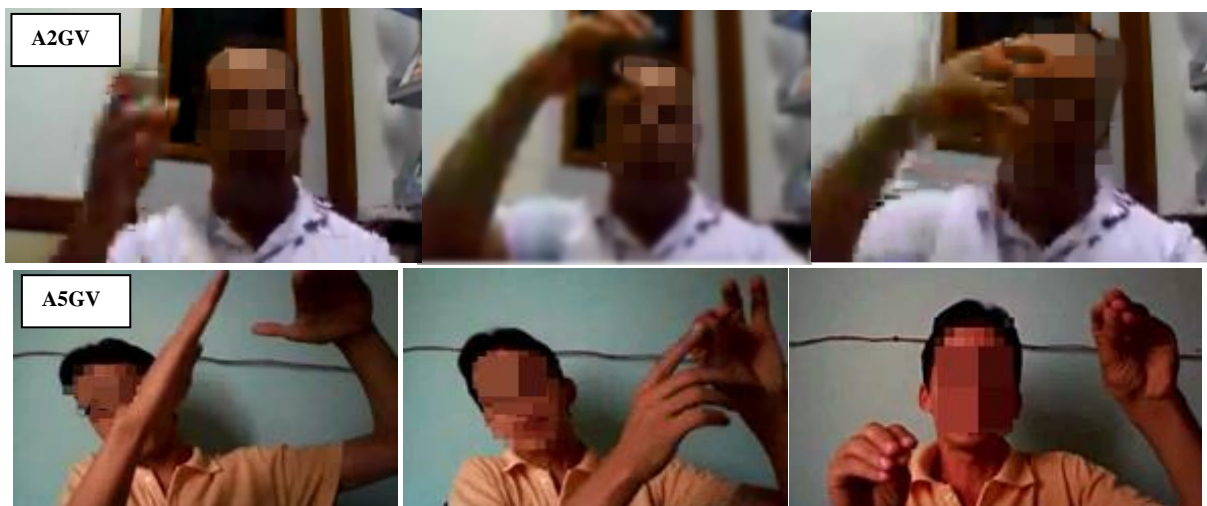
Analisando as respostas desses dois estudantes, percebe-se que imaginaram uma bola, apesar do problema enunciar uma esfera. Mais uma vez se constata a necessidade de separar os códigos para explicação da altura, pois se caracterizam diferenças para esses dois estudantes. Principalmente, quando o estudante A3GR teve a necessidade de pegar um objeto para indicar que era uma bola. O estudante A5GR se utiliza das suas duas mãos, com os dedos sempre esticados, enquanto o estudante A3GR utiliza mais a mão direita.

Agora, pontuando uma comparação para os quatro estudantes, fica claro que os quatro descrevem suas explicações com ideias diferentes. O estudante A5GV desenvolveu a atividade com seus alunos e imaginou uma esfera. O estudante A2GV desenvolveu individualmente, mas imaginou uma bola, da mesma forma que os estudantes A5GR e A3GR; porém, o estudante A3GR teve a necessidade de pegar algo para representar a bola.

A explicação do estudante A5GV mencionou sobre barras de energia e também sobre simulação, mas como o pré-teste foi antes da atividade experimental, foi falado para ele que aquela pergunta estava direcionada ao pré-teste, depois iria para a simulação. Isso justifica que a simulação estava ressaltada em suas respostas em relação ao pré-teste, o que provavelmente justifica os detalhes dos desenhos e das explicações que apresentou como resultado no pré-teste. Esse aspecto não foi visto nos outros, somente nesse estudante.

### Descrição da Conservação da Energia Mecânica

Figura 30: Descrição da conservação da energia mecânica.



Fonte: a entrevista, a autora.

O estudante A2GV explica o que seria e como ocorre a conservação da energia mecânica, realizando gestos estáticos que expressam a sua explicação. A primeira imagem representa um determinado corpo que ele disse que imaginou. A segunda imagem descreve a energia cinética nula na altura em que ele imaginou a bola. E a terceira imagem aborda sobre a energia potencial gravitacional quando ela é máxima em relação à altura que ele descreveu. Conforme os gestos descritos, temos:

#C – Corpo. O estudante levanta o braço direito até a altura dos olhos, com as mãos semiabertas como se estivesse segurando algo. Imagem estática.

#AI – Altura Inicial. O estudante levanta o braço direito, até a altura que em outros gestos demonstra como sendo a altura inicial, de onde partiria um objeto (em sua mão). Imagem estática.

#### Trechos de Algumas Perguntas e Respostas do Estudante A2GV:

*E: Em relação a segunda questão, pede para você imaginar como se estivesse explicando para um colega, ou até mesmo para uma classe, o que é uma conservação de energia mecânica...?*

*A: Primeira questão, respondendo a energia mecânica, que seria a quantidade de trabalho para ter conseguido se movimentar aquele determinado [9:14, #C] corpo, como eu imaginei. No caso a bola, soltei aí eu tinha a energia cinética [9:21, #AI] estava nula naquele exato momento, ela vem de encontro com o solo e eu tenho o valor positivo naquela posição. A partir do momento que eu tive aquele valor positivo, eu neutralizei a energia potencial gravitacional por que ela é máxima em função da altura [9:39, #AI]. Aí para explicar para a turma, ou para o colega seria assim, a quantidade de esforço para que o movimento para ter movimento, agora a quantidade de movimento que está na pergunta, acho que eu me enrolei aqui agora nessa explicação. A quantidade de movimento seria o quanto usar de energia para que ele fosse ficar em movimento, fiquei claro? (Estudante A2GV).*

O estudante A5GV demonstra de forma bem gestual que, para explicar sobre a conservação da energia mecânica, utilizou a ideia sobre a montanha russa. Relata que pegou sua turma e desenhou no quadro a montanha russa, explicou o que ocorre com as energias, cinética e potencial gravitacional, quando o carrinho está inclinado, demonstrado na primeira imagem. Na segunda imagem, define que naquela altura, determinando como ponto A e o solo como ponto B, haverá as condições do que ocorre com a energia potencial e a energia cinética nesses pontos. Caracteriza toda a sua ideia no decorrer do desenho da montanha russa que expressou no quadro para os seus alunos.

#MR – Montanha Russa. O aluno aproxima os dedos polegar e indicador da mão esquerda, para iniciar o movimento, e com dedo indicador direito, realiza uma trajetória parabólica, onde desce e sobe a mão (direita) para demonstrar o trajeto. Imagem dinâmica.

#ES – Esfera. Demonstra o movimento da esfera movimentando a sua mão esquerda com as pontas dos dedos para frente, como se estivesse segurando algo pequeno. Imagem dinâmica.

#EMEC – Energia mecânica e energia cinética. Realiza um gesto com as mãos, onde forma um C com os dedos polegar e indicador. Imagem estática.

#### Trechos de Algumas Perguntas e Respostas do Estudante A5GV:

*E: E na segunda questão, ele pede aqui para você explicar como se estivesse explicando para um colega, e com certeza você pegou a sua turma e aproveitou para estar explicando essa questão sobre a conservação da energia mecânica.*

*A: Foi assim, até brinquei com eles, coloquei na lousa tipo a montanha russa [8:17, #MR] ... e analisei, imagine uma esfera numa altura [8:26, #ES] num ponto A; essa esfera vai descer e vai fazer esse movimento parabólico, ... na medida que essa esfera passa desse ponto A; ela passa do repouso então a velocidade inicial vale zero, .... Mas como no ponto A ela tinha uma altura, ela tinha uma energia potencial gravitacional .... Aí eu comparei o ponto A com o ponto B no solo, ... aí comparamos a energia mecânica num ponto A, e a energia mecânica no ponto B [9:37, #EMEC], e comparamos que realmente ela conservava (Estudante A5GV).*

Os dois estudantes, descrevem de forma diferente as suas explicações. Desde o princípio se percebe a necessidade do estudante A5GV de ter sempre pessoas para ele explicar suas ideias, como também na busca de exemplos, como a montanha russa. No caso do estudante A2GV não se observa isso. Para a caracterização de como explicar a conservação da energia mecânica, verifica que no final o estudante A2GV se atrapalhou com suas ideias. Provavelmente porque em algum momento ele direciona para a explicação da conservação da quantidade de movimento, como verificado neste trecho:

*Aí para explicar para a turma, ou para o colega seria assim, a quantidade de esforço para que o movimento para ter movimento, agora a quantidade de movimento que está na pergunta, acho que eu me enrolei aqui agora nessa explicação. A quantidade de movimento seria o quanto usar de energia para que ele fosse ficar em movimento, fiquei claro? (Estudante A2GV).*

O estudante A5GV também destaca o movimento parabólico, querendo dizer que a esfera fará esse movimento. Fazendo uma reflexão sobre isso, percebe-se o porquê de o estudante ter associado com a ideia de trazer em sua explicação a montanha russa, em virtude dos movimentos que a montanha pode proporcionar.

Com as diferenças pontuadas desses dois estudantes, da forma que explicaram suas ideias e como utilizaram dos gestos para explanar suas respostas, oportunizam-se a seguir as evidências encontradas dos estudantes A5GR e A3GR para explicar sobre a conservação da energia mecânica.

Figura 31: Descrição da conservação da energia mecânica parte II.



Fonte: a entrevista, a autora.

O estudante A5GR considera um sistema fechado sem atuação de forças externas com dissipação de energias. Determina que são as somas dos dois instantes. Os gestos fazem parte de sua explicação. Dessa forma, temos:

#CE – Conservação de energia – O estudante estando com as mãos erguidas até a altura do queixo, fica movimentando verticalmente para cima e para baixo as duas mãos com os dedos indicadores apontados um para o outro e esticados. Imagem mental dinâmica.

#MTE – Movimento da transferência de energias – O estudante eleva a mão esquerda com os dedos polegar e indicador apontados um para o outro, semiabertos, na altura do queixo, depois une os dedos da mão esquerda e da mão direita e os aponta um para o outro fazendo movimentos intercalados horizontalmente, indicando o movimento da transferência de energia e sua conservação. Imagem mental dinâmica.

#CMD – Contato com o material duro – O estudante com as mãos elevadas coloca a mão esquerda em cima da mão direita e fica batendo com as palmas das mãos para baixo, indicando o contato de um objeto flexível com um material duro. Imagem mental dinâmica.

Trechos de Algumas Perguntas e Respostas do estudante A5GR:

*E: Defina, como se você fosse explicar para um colega, até mesmo porque você está se formando para ser um professor, a conservação da energia mecânica. Então imagine como se você estivesse explicando para um colega ou até mesmo para uma turma de alunos. E aí você colocou no questionário a sua explicação, mas quando você descreveu isso no primeiro questionário inicial, o que é uma conservação de energia mecânica, você imaginou o quê?*

*A: Primeiro a questão da conservação da energia mecânica, isso num sistema fechado sem atuação, então quando não há a questão das forças externas e há dissipação de energia, essa energia vai se conservar, então, se eu num instante tenho o movimento de um corpo de uma certa altura, de uma certa velocidade, em outro momento esse corpo vai estar em outra altura e outra velocidade, e num momento [15:47, #CE] posterior o corpo vai ter valores diferentes de energia cinética e potencial gravitacional, agora a soma dos dois instantes que terá o mesmo valor.*

*E: Está, e esse corpo quando você se refere a esse corpo, o que você imagina? Poderia ser o que esse corpo?*

*A: Esse corpo poderia ser no caso falando de bolas, né, de basquete em contato com o solo, mas tem o caso do pêndulo de Newton, né (...), mas a pressão de uma espécie que transferi [16:51, #MTE] a energia de um para o outro, então esse movimento é há uma conservação total, certo, mas a princípio neste caso bola de basquete, bola de tênis seria algo flexível que ao contato com um material duro [17:11, #CMD], ela tem uma conservação (Estudante A5GR).*

O estudante A5GR apresenta, para essa mesma questão, a imaginação de uma bola de basquete em contato com o solo. Entretanto, ele também apresenta o exemplo do caso do pêndulo de Newton. Explica, para esse caso do exemplo do pêndulo de Newton, a transferência da energia de um para o outro, tendo uma conservação total.

O estudante A3GR expressa suas respostas realizando gestos como se estivesse segurando copos. Justifica, então, o porquê de explicar se baseando em copos: para ele, alguns livros didáticos trazem gráficos que, muitas vezes, podem não estar bem claros para o entendimento do estudante. Com isso, ele se utiliza das imagens de copos com água, por ser mais acessível para o aluno compreender. Descreve as energias como se estivesse enchendo quatro copos, cada copo representando uma energia. Ao passar uma quantidade de água de um copo



para outro, ocorre o processo da transformação de energias. Suas explicações são apresentadas por gestos. Sendo assim, temos:

#IC – Indicação de copos – O estudante ergueu as duas mãos até a altura do ombro posicionadas de frente uma para outra, com a inclinação dos dedos para dentro, tendo certa distância, indicando quatro copos. Imagem mental estática.

#RCE – Relação dos copos com as energias – O estudante ergueu as duas mãos até a altura do ombro, posicionadas de frente uma para outra, com a inclinação dos dedos para dentro, bem próximas uma mão da outra e gradativamente afastando a mão direita da esquerda por duas vezes, indicando as energias. Imagem mental dinâmica.

#QAC – Quantidade de água nos copos – O estudante ergueu as duas mãos até a altura do ombro, posicionadas de frente uma para outra, com a inclinação dos dedos para dentro da mão, tendo uma distância uma da outra, movimentando para frente e para trás, indicando quantidades de águas nos copos. Imagem mental dinâmica.

#PTE – Processo de transformação da energia – O estudante fica com as mãos erguidas até a altura do ombro, com os dedos polegar e indicador inclinados para dentro de cada uma das mãos, movimentando para frente e para trás, indicando o movimento das energias com as transformações. Imagem mental dinâmica.

Trechos de Algumas Perguntas e Respostas do estudante A3GR:

*E: partindo agora para a segunda pergunta, pedia para você explicar como se fosse para um amigo, o que é conservação da energia mecânica. Então você deveria explicar com suas próprias palavras, o que é conservação da energia mecânica, como se estivesse explicando para um colega, um amigo, alguém que fosse leigo no assunto. E na hora que você respondeu e agora com o que você já tem né, de base, o que você poderia nos passar? O que passa na sua mente? Tem na sua mente do que poderia ser conservação da energia mecânica?*

*A: .... Aí a minha ideia foi o que, eu pegaria talvez, uns quatro copos, [11:41, #IC] e a aí eu colocaria nomes [11:45, #RCE] nos copos relacionaria eles, por exemplo: energia mecânica total, igual a energia potencial gravitacional, energia cinética, e energia potencial elástica, só que aí eu explicaria para a pessoa, imagina que a gente tem cada copo 500ml, [12:03, #QAC] porém, eu só tenho 500ml de água, não tenho 1,5 que dá para encher três, eu só posso encher um de cada vez. Então no processo da transformação [12:16, #PTE] da energia, da conservação vai haver água passando de um para o outro, só que nenhum pode estar furado, porque se um tiver furado vai haver uma outra coisa que vai atuar aí, uma força que não conserva, então os copos têm que estar conservados (Estudante A3GR).*

Diante da demonstração das explicações desses dois estudantes, eles expressam também de forma diferente suas ideias. Porém, caracterizando que eles formulam suas explicações com os contextos, mediação baseados em livros didáticos, como pontuado pelo estudante A3GR. Permitindo uma comparação do que foi evidenciado com as respostas desse mesmo estudante na resolução do pré-teste, não demonstrou muita segurança no princípio. Mas, na entrevista, fica evidente que a realização da atividade experimental definiu mudanças em suas explicações.

Quando o estudante A3GR define suas ideias com o exemplo dos copos, vai ao encontro do que foi visto como resposta no pós-teste. No caso do estudante A5GR, ficam evidentes alguns pontos que apresenta em suas explicações sobre o pêndulo. Esse exemplo foi colocado como resposta no seu pré-teste.

Ao se compararem os 4 (quatro) estudantes, tem-se que todos desenvolveram ideias com explicações diferentes em suas apresentações. Podem-se observar pontos cruciais para a definição sobre como ocorre a conservação da energia mecânica, o que também foi visto nos outros estudantes.

Com essas evidências, pode-se determinar que os gestos representam traços bem diferentes para cada estudante. Apesar de eles pontuarem a altura elevando a mão direita ou a esquerda, mas se observa que o ponto inicial da altura não é a mesma para todos.

Com essa análise são caracterizados vários tipos de exemplos que foram utilizados para explicar como ocorre a conservação da energia mecânica. Como exemplos a bola, a esfera, a bola de basquete, a montanha russa, o pêndulo de Newton, enfim, falas e características que colocam cada estudante com códigos e gestos diferenciados.

Resgatam-se, então, as perguntas que foram realizadas na análise dos instrumentos aplicados nas seções anteriores em relação ao estudante A3GR. Desta forma destacam-se para essa análise as perguntas: a atividade experimental foi o único mediador para esclarecer e desenvolver uma segurança que antes não se viu? Houve alguma outra ferramenta que o ajudou diante das dúvidas? Por que o estudante apresenta copos e cama elástica em seu desenho?

Com a entrevista com o estudante A3GR fica evidente que ele tomou como base os livros, como mencionado nas suas respostas. Mas ele também fala do que pode ser visto pela TV, como evidencia no trecho a seguir:

*Aí eu explicaria da, eu até pensei quando eu coloquei lá, eu estava até imaginando, estava passando as olimpíadas agora, e tinha um negócio lá que o cara tinha que ficar dando saltos na cama elástica, e eu ficava olhando assim, na hora que ele chegava na altura máxima, eu pensava, a potencial gravitacional total, aí depois ele ia, e eu pensava, metade*

*gravitacional, metade cinética, e na hora que ele chegava na cama elástica, ele ia até o fundão, e eu pensei potencial elástico total aí, depois ele voltava, eu ficava imaginando isso, foi daí que saiu a ideia. Mas daí voltando, por exemplo: como se eu passasse [13:16, #IC] de copo para copo, potencial gravitacional cheio 500ml, se não tiver furado, aí na hora que a bola [13:24, #PB], ou o homem que estava na cama elástica ali, estiver lá no alto, aí esse vai está cheio. Na hora que ele começar a descer e atingir metade, [13:38, #MP] metade do percurso até ele chegar na cama elástica, aí eu vou pegar o copo e vou enchendo devagarinho, muda a energia cinética, [13:45, #MEC] entendeu? (Estudante A3GR).*

Verifica-se uma mediação cultural, determinada pelo livro e pela televisão. Essa evidência não foi vista nos outros estudantes, nem na entrevista nem nas atividades. Sendo que esse estudante apresentou uma mudança em suas argumentações do pré-teste para o pós-teste.

Na próxima seção serão analisados os gestos que os estudantes apresentaram em relação alguns pontos que chamaram a atenção nas atividades experimentais.

#### 6.8.1.2 Evidências de Gestos da Atividade Experimental

Os estudantes realizaram a atividade experimental virtual descrita aqui com o uso da simulação. Observou-se nas falas dos estudantes, relato de algumas observações diferentes do que tinham imaginados. Destacam-se esses trechos de suas respostas, como também alguns gestos.

*Experimento (Guia da atividade Virtual)*

Figura 32: Demonstra a previsão e a simulação da bola.



Fonte: a entrevista, a autora.

O estudante explica sua previsão antes de simular. Imaginou que iria diminuir a altura, pois ao toca no solo, ele tinha a ideia que iria perder energia. Não conseguiria atingir os 100%, devido à dissipação da energia. Sairia quicando, fazendo um movimento parabólico, perdendo a altura a cada quique.

Explica que, ao imaginar, tinha uma previsão do que aconteceria durante a queda da bolinha em relação à altura, que iria diminuir. Descreve exatamente o que poderia acontecer em relação à velocidade, energia cinética, potencial gravitacional e à energia mecânica. Mas que, ao

simular, notou que ela retornava à mesma altura, tendo o mesmo trajeto. Com os seus gestos, faz um complemento de sua fala, conforme análise a seguir:

#MOV – Movimento. Aponta o dedo indicador esquerdo para frente, onde seria iniciado o movimento e encosta o dedo indicador direito sobre ele. Assim, realiza um movimento, com a mão direita, para cima e para baixo de forma parabólica, em direção ao lado direito, demonstrando o movimento. Imagem dinâmica.

#EQ – Esfera Quicando. Com os dedos polegar e indicador da mão esquerda afastados, o aluno realiza um movimento para baixo e para cima com a mão direita e palma voltada para a esquerda. Imagem dinâmica.

Trechos de Algumas Perguntas e Respostas do estudante A5GV ao responder para colisão elástica:

*E: [...] quero que você descreva, como é que foi a sua previsão? O que veio na sua mente, o que você imaginou na hora que você previu toda aquela situação que estava sendo proposta, principalmente pela primeira questão?*

*A: ... imaginei, quando ela colidir com o solo, ela vem subindo, eu já pensei o seguinte, vai diminuir a altura porque não vai atingir o 100%, devido a energia dissipada devido a colisão, e eu previ que ela saia quicando [12:43, #MOV] mas diminuindo a altura, até chegar ao ponto de ficar em repouso. Quando eu passei para segunda parte, que era para simular que eu vi que ela permanecia [12:59, #EQ], quando ela colidia com ela voltava para o mesmo ponto de origem [13:02, #EQ]. E permanecia a mesma altura, e o trajeto (Estudante A5GV).*

Esse estudante deixa claro que sua previsão não foi como ele observou na simulação, em relação à colisão elástica. Esse ponto também foi observado quando ele respondeu ao pré-teste, ele trazia a ideia de que iria diminuir a altura. Ao simular, ele verifica que isso não ocorre. Mas no pós-teste, caracteriza que essa ideia não foi modificada, pois apresentou as mesmas ideias do pré-teste.

Relacionado ao movimento se destaca o caso do estudante A2GV, que não tinha ideia que a bola teria um movimento para o eixo X. Veja os detalhes dos gestos do estudante conforme sua explicação. Determina que o movimento na sua previsão seria linear.

Figura 33: Descrição do movimento em linear e condições para as energias.



Fonte: a entrevista, a autora.

A primeira imagem é considerada estática. O estudante descreve que imaginou em sua previsão, que o movimento decorreria em uma linha reta, conforme demonstrado com a mão direita elevada. Já para a segunda e a terceira imagem dinâmica, ele descreve que as condições seriam as mesmas das energias para esse movimento até tocar o solo. Entretanto, chama a atenção que não imaginava que haveria um deslocamento na horizontal em X. Diante dos gestos e das suas explicações, apresenta-se a seguinte análise:

#ML – Movimento linear. Levemente, realiza um movimento com o braço direito e palma da mão voltada para o lado esquerdo, para cima e para baixo. Imagem dinâmica.

#AI – Altura Inicial. O estudante levanta o braço direito até a altura que, em outros gestos demonstra como sendo a altura inicial, de onde partiria um objeto (em sua mão). Imagem estática.

#ECM – Energia cinética máxima. Levanta o braço direito até a altura que, em outros gestos demonstra como sendo a altura inicial, de onde partiria um objeto (em sua mão) e desce até as costas da mão esquerda, apoiada logo abaixo. Demonstrando a Energia Cinética Máxima, ao tocar no solo. Imagem Dinâmica.

#EPI – Energia Potencial Gravitacional Inicial. Inicia com o braço direito esticado para cima, a palma da mão virada para baixo e o braço esquerdo “deitado”; o estudante realiza um movimento em que aproxima a mão direita (inicialmente em cima) do o braço esquerdo (abaixo), simulando uma descida. Imagem dinâmica.

#EMC – Energia mecânica era cinética. O estudante levanta o braço direito com a palma da mão voltada para baixo até a altura que, em outros gestos demonstra como sendo a altura inicial. Imagem estática.

#EMG – Energia mecânica era gravitacional. O estudante levanta o braço esquerdo com a palma da mão voltada para baixo. Imagem estática.

#EZ – Energia zerava. Aproxima os dedos das mãos, com os antebraços levantados, a uma altura em que demonstra ser a altura zero. Imagem estática.

#O – Oscilando. Com os dedos da mão direita apontados para frente, movimentava a mão para cima e para baixo, demonstrando uma oscilação. Imagem dinâmica.

Trechos de algumas perguntas e respostas:

*E: Sobre a simulação, pode explicar no caso da primeira que você tentou, da previsão do que você imaginou. E quando você foi testar de acordo com a proposta apresentada no guia experimental?*

*A: No primeiro momento, naquela primeira pergunta, como seria o movimento, eu previ que ela ia ser linear. Embora ele fosse um movimento de quicar, ele fosse uma linha. Ele ia decorrer [12:02, #ML] só que seria linear, isso que eu observei. Lembrando o conceito da energia cinética e da energia potencial, eu imaginei que seria naquelas mesmas condições, nula no início [12:14, #AI] a energia cinética, quando tocar o solo [12:17, ECM] ela seria máxima e a energia potencial [12:21, #EPI] gravitacional era a máxima no início do movimento só que tocava no solo ela zerava. Aí o que ocorria, nessa condição a energia mecânica ora [12:33, #EMC] ela era a energia cinética, ora era a energia gravitacional [12:37, #EMG]. Quando um tocava o outro daí zerava [12:40, #EZ], o valor de energia mecânica era um valor determinado lá, que agora eu não me recordo agora. Eu observei isso na previsão. A simulação não foi nada diferente, apenas o movimento que a medida que ele foi oscilando [12:57, #O], ele foi deslocando em X. Eu não tinha pensado nisso (Estudante A2GV).*

O estudante A2GV explanou suas ideias de que o movimento decorreria somente no eixo vertical. A simulação agregou uma visão que antes ele não tinha conseguido prever. Da mesma forma que esse estudante não conseguiu observar além do que já era determinado como ideia, destaca-se a fala de outros estudantes que também apresentam que suas previsões foram diferentes como as dos estudantes A2GV e A5GV.

O estudante A4GV teve a necessidade de conferir os cálculos e percebeu que os resultados não foram perfeitamente iguais. Trecho de sua resposta:

*A: “Bom, em relação aos cálculos do que eu fiz em relação ao cálculo do simulador, não deu perfeitamente iguais. Mas deu aproximadamente”.*

O estudante A6GV descreve que sua previsão foi diferente do que imaginou. O trecho a seguir descreve isso:

*“E: Agora fazendo uma comparação do que você previu com o que você simulou, foi igual?”*

*A: Não, eu não conseguia imaginar que essa força conservadora ela faria aquilo. Que a conservação de energia podia dar aquela reação, eu não conseguia, para mim achar nenhuma comparação. Mas tem, altera bastante.*

*E: Tá, então não foi igual?”*

*A: Não, não foi igual.*

*E: Você imaginou a sua previsão uma coisa, e na simulação ocorreu outra?*

*A: Ocorreu outra coisa”.*

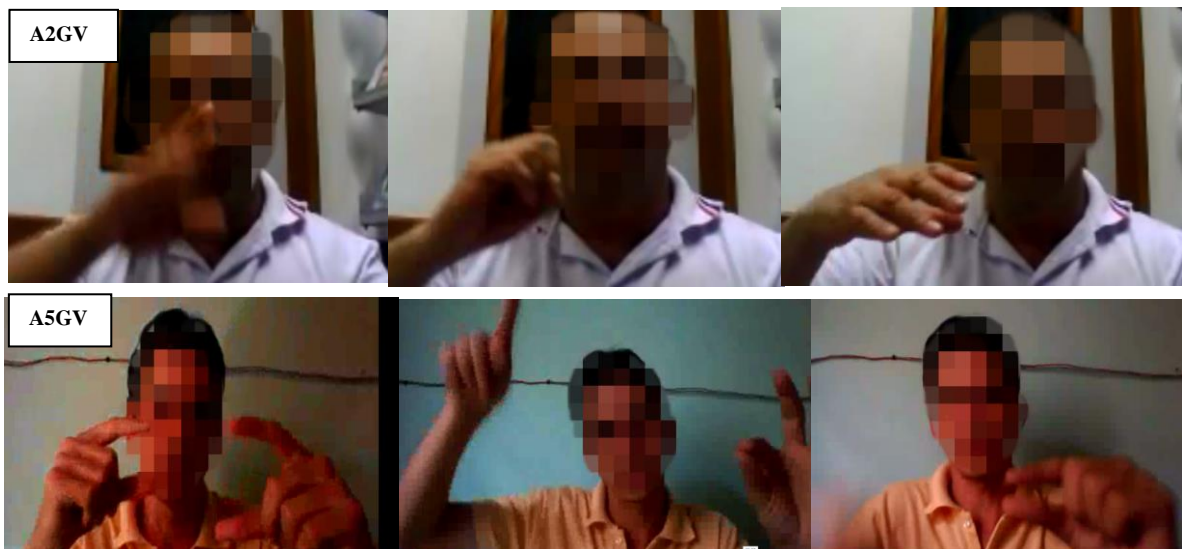
O estudante A1GV também relata a seguinte observação sobre o que ocorreu em relação à sua previsão, descrito no resumo do trecho que segue:

*“A: Como eu falei, reiterando, eu imaginei uma coisa, e aconteceu outra na simulação. A trajetória, ela se mostrou que eu deferi como uma inclinação [20:10, #IT] ela caía e ao subir, subia com uma pequena inclinação, voltava a cair ela fazia um arco, um pequeno arco [20:25, #PAR]. Depois ao subir reproduziu um pequeno arco novamente, então eram semicírculos [20:34, #SC] semicírculos senoidais, ou mais, fáceis semicírculos parabólicos”.* (Estudante A1GV).

Evidencia-se nas falas desses estudantes que ocorreram mudanças em suas previsões. A simulação trouxe para cada estudante uma agregação de conhecimento que antes eles não tinham conseguido visualizar e nem imaginar.

Continuando com os estudantes que realizaram a atividade experimental com a utilização da simulação, poderia destacar duas falas dos estudantes A2GV e A5GV em relação ao fator de conservação na simulação que mudou.

Figura 34: Observações realizadas sobre o fator de conservação na simulação.



Fonte: a entrevista, a autora.

As imagens apresentadas, do estudante A2GV, descrevem sua explicação quando se tem a condição do fator de conservação ao estar em 90%. Apresenta que à medida que a bola vai se deslocando, o que está indicado com a primeira imagem, vai desprendendo essa energia; na

segunda imagem, ele fecha a mão e depois a abre na terceira imagem. Indicando, que a energia está desprezada. De acordo com os gestos, foram feitas as seguintes análises:

#ML – Movimento deslocando. O estudante realiza levemente um movimento com o braço direito e palma da mão voltada para o lado esquerdo, para cima e para baixo. Imagem dinâmica.

#TS – Tocava no Solo. Abaixa a mão direita, com a palma da mão voltada para baixo, até a mão esquerda (solo). Imagem dinâmica.

#AME – Aumentava Energia. Com as mãos sobrepostas, o estudante vai levantando a mão direita, com a palma virada para baixo, gradativamente, demonstrando o aumento de energia. Imagem dinâmica.

Trechos de Algumas Perguntas e Respostas do estudante A2GV:

*E: E na hora que você alterou o  $F$ , que lá tinha sugestão de alterar o  $F$ . Eu gostaria que você me explicasse o que ocorreu com o movimento da bola quando você alterava o  $F$ ?*

*A2: Bom, tinha três opções de alterar o  $F$ , 90%, 100% e 110%. Interessante falar que aquilo ali foi o que mudou totalmente o que eu tinha previsto. Eu imaginei que esse fator de conservação lá, ele ia manter a energia ou não. Na condição de 90% ele desprende um pouco da energia, quer dizer ele fazendo o movimento [14:51, #ML] e à medida que ele foi deslocando, ele estava despreendendo essa energia. Agora na condição de 110% e achei bem interessante, pois na medida que ele [15:04, #TS] tocava no solo, ele aumentava a sua [15:11, #AME] energia gradativamente (Estudante A2GV).*

Mais uma vez o estudante expressa sua opinião sobre o que mudou diante do que ele tinha de base em relação ao fator de conservação. Ficando evidente que a simulação para esse estudante auxiliou e agregou novos *drives* que antes ele não tinha.

O estudante A5GV faz uma confusão quando descreve que o  $f$  é a força. As imagens, estática e dinâmica, demonstram que o estudante tenta descrever o que ocorre com a bolinha quando altera o  $f$  para 90%. Mas na sua fala fica evidenciado que ele menciona que o  $f$  é força. Demonstra uma insegurança ao falar que a bolinha atinge um ponto de pico maior. Menciona sobre as barras de energias, ao descrever que as energias eram visualizadas nas plataformas, expressando com gestos na primeira imagem as barras de energia no simulador e também na terceira imagem. A segunda imagem demonstra que a bola atinge o pico maior. Conforme com as explicações dos gestos, são feitas as seguintes análises:



#E – Energias. Realiza um gesto com a mão esquerda, onde forma um C com os dedos polegar e indicador, indicando as barras de energias vistas na simulação. Imagem estática.

#EDS – Esfera Desce e Sobe. Aproxima os dedos da mão esquerda, demonstrando algo pequeno e realiza um movimento de descida e subida com o dedo indicador da mão direita, movimentando-o para baixo e para cima, de forma parabólica. Imagem dinâmica.

#ECPB – Barras Energia Cinética, Potencial. O aluno fecha ambas as mãos e realiza um gesto, com ambas, formando um C com os dedos polegar e indicador, indicando as barras de energias, vistas na simulação, e movimenta os braços para cima e para baixo, demonstrando uma variação, quando uma está em cima outra está em baixo. Imagem dinâmica.

#### Trechos de Algumas Perguntas e Respostas do estudante A5GV:

*E: E, lá no guia experimental ele pedia para você mudar a massa, mudar o F, no momento que você colocou o F no valor de 90, o que aconteceu?*

*A: Aí quando a gente diminui ali a força [15:23, #E], ela foi para 90% se eu não me engano, eu percebi que ela ia dar um ponto de pico maior [15:34, #EDS], se eu não me engano era isso, ou seja, a energia cinética e a potencial gravitacional [15:41, #ECPB] ficava mais ou menos naquela plataforma para subir e depois e descer para cruzar o valor né, dá energia cinética e a energia potencial, tem um ponto de pico maior (Estudante A5GV).*

Realizando uma comparação destes resultados, com os dois estudantes que desenvolveram a atividade experimental real.

Figura 35: A previsão da altura de retorno da bola na atividade experimental real.



Fonte: a entrevista, a autora.

O estudante descreve que previu o que iria acontecer com a bola antes de realizar a atividade proposta. Descreve que, ao liberar a bola em queda livre, não retornaria à altura inicial, demonstrada na primeira imagem. Que a bola teria movimentos de quiques, mas não descendo e subindo perfeitamente, mas dando quiques menores para o lado demonstrado na segunda imagem.

E o seu retorno seria menor que a primeira altura, o que está descrito na terceira imagem. Acompanhado de gestos, tem-se:

#MQ – Movimentos de quiques – O estudante eleva as duas mãos com as palmas apontadas para baixo à altura de sua cabeça, com os dedos da mão esquerda apontados para os dedos da mão direita e os dedos da mão direita apontados para os da esquerda semiesticados horizontalmente, depois movimenta a mão direita para o lado direito fazendo pequenos movimentos de subir e descer, depois muda o movimento para cima e para baixo verticalmente, indicando o quicar da bola. Imagem mental dinâmica.

#### Trechos de Algumas Perguntas e Respostas para Colisão Elástica:

*E: Entendi! Lá na atividade experimental, eu pedi para você prever antes, você fez essa previsão antes?*

*A: Eu fiz uma previsão que é o seguinte, justamente que ela ia retornar, mas não a altura inicial. Ela ia retornar até uma certa altura, e fazer aquele movimento de quique [22:28, #MQ]. Não descendo e subindo perfeitamente, mas dando quiques menores para o lado. Então, essa foi a previsão (Estudante A5GR).*

Na fala desse estudante fica bem claro que ele não imaginava que a bola reagiria da forma que reagiu. Na sua ideia, a bola iria perder energia ao quicar no solo, mas ao observar o resultado da atividade, não foi o que ocorreu, pois, a bola atingia a mesma altura sempre, sem perder energia. Um ponto que pode se destacar está relacionado ao material da bola. Conforme o estudante A5GR, o material pode influenciar para que a bola possa proceder dessa forma, ele apresenta isso como conclusão para o que aconteceu. Trecho da sua resposta destacado a seguir:

*“A: Assim a bola de basquete por ser oca, e ela tem um volume maior [24:31, #IMB] em comparação a que tinha um tamanho menor, se eu não me engano a bola de basquete tinha 0,62 ou 0,65 e a outra era 0,05 se eu não me engano, e não era oca, era uma bolinha maciça de borracha, então o que eu observei foi justamente que a bola de basquete por ser maior e ela restitui até uma certa altura [25:10, #AL] e a outra por ser menor ela também chegava a certa altura, e o material ajuda muito nessa restituição”. (Estudante A5GR).*

Em relação aos outros estudantes que realizaram atividade nesse grupo, não foi evidenciada situação igual a essa descrita pelo estudante A5GR. Entretanto, o estudante A1GR teve esse raciocínio dos tipos de bolas, que também não tinha ideia que uma das bolas iria quicar

um número maior de vezes do que ele imaginou. Conforme o trecho de sua resposta, podem-se observar suas ideias:

*“A: Eu não imaginava que ela fosse quicar tanto, na verdade eu sabia que ela ia quicar um pouco, mas não imaginava que seria tanto quanto foi, eu cheguei a contar antes dela começar a rolar mesmo, eu contei doze saltos da esfera. Depois ela começava a rolar no chão. Isso no chão de pedra, que no outro ela dava só um salto muito pequeno e começava a rolar, ela não quicava de novo. Eu não imaginava que seria tantos saltos assim no chão de pedra”.* (Estudante A1GR).

Ao analisarem esses estudantes, evidenciam-se respostas que estão claras em relação à previsão que os estudantes definiram em sua imaginação. Ao realizarem a atividade experimental, para alguma situação, verificaram respostas que não condiziam com o que tinham previsto. Colocando em contexto geral, sem definir os grupos, pode se dizer que a atividade experimental virtual determinou visões que na atividade experimental real não teriam condições de visualizar, como foi o caso para a definição do valor do  $f$ , descrito pelo estudante A5GV.

Fica evidente que de alguma forma todos esses estudantes adquiriram um conhecimento. Podendo ser como uma agregação do que já tinham de ideias formadas ou podendo ser um novo conhecimento, como o caso do estudante A2GV, que não tinha ideia que a bola poderia ter um movimento para o eixo horizontal também, quando ela estava sendo analisada no eixo vertical. Enfim, cada estudante evidencia sua explanação para algum ponto que foi diferente do que imaginou.

Para a próxima explanação, apresenta-se a seção do pós-teste. Para este, destacam-se algumas falas de alguns estudantes, em relação às atividades em geral.

#### 6.8.1.3 Evidências do Pós-teste

O pós-teste foi uma atividade para verificar o que se modificou no estudante. Durante a entrevista, foram realizadas as mesmas perguntas, da mesma forma que ocorreu no pré-teste. O estudante destacava em sua fala que lembrava que já tinha respondido aquela questão. Isto acabava os colocando no ponto de avaliar o que eles tinham colocado como resposta no pré-teste.

Sendo assim, destacam-se as perguntas e as respostas de alguns estudantes:

*Estudante - A2GV*

Trechos de Algumas Perguntas e Respostas:

*E: E agora vamos passar para o questionário posterior... O que você pode me responder com relação ao questionário posterior, quando você respondeu as questões? O que você pensou, o que veio a sua mente quando você respondeu as questões do questionário posterior?*

*A2: O que eu pensei foi o seguinte, tudo aquilo que eu simulei depois de colocar no papel, obtive um valor muito frio, eu só via o resultado da equação, e aí o que acontece, eu achei um valor lá de 2 e alguma coisa. O que eu comparo dessa resposta com o simulador, que o simulador eu consegui vivenciar melhor isso. Nesse questionário, eu apenas respondi à pergunta. Eu tinha conhecimento para responder essa pergunta, era fácil. Eu sabia manusear a equação matemática, mas aí o simulador comparado ficou mais fácil, pois eu consegui enxergar (Estudante A2GV).*

O estudante deixa bem claro que com a simulação ficou mais acessível vivenciar o que ele estava respondendo nos questionários. Pois o que ele fez no papel obteve um valor muito frio, sem muitos significados para ele. Até mesmo por ter já conhecimentos básicos para responder, com o simulador ele conseguiu enxergar mais evidências, o que com a equação não conseguia.

*Estudante - A5GV*

O estudante responde que, ao resolver o questionário posterior, teve como imaginação uma bola de tênis. Ele faz uma análise em relação à massa da bola, que poderia ser outra bola, em virtude do valor da massa que o problema apresentava.

Em relação à altura, ele projeta o problema comparando com o poste de iluminação pública que há em frente à sua casa, o qual tem em média sete metros de altura. Imagina liberando uma bola de tênis de uma altura de um poste de luz. Após concluir o questionário posterior, foi feita uma pergunta resumindo tudo que tinha sido trabalhado com ele. As suas complementações evidenciam que antes, nas primeiras atividades, ele sempre colocava e descrevia em sua imaginação uma esfera. Mas, para esse, surge a imagem de uma bola de tênis.

Trechos de Algumas Perguntas e Respostas do Estudante A5GV:

*E: [...] explique, qual foi o tipo de bola que você imaginou quando você tentou responder essa questão?*

*A: A bola de ping pong, [19:29, #BPP] que é aquelas que jogam com duas raquetes, ou melhor dizendo, uma bola de tênis.*

*E: Você imaginou uma bola de tênis?*

*A: Sim, agora a quantidade da massa, a bola de tênis tem uma massa de meio quilo, uma massa inferior. Aí eu disse, não pode usar uma bola de futebol normalmente, ou uma de futsal. Mas para mim na medida que ela*

*varia, aquela massa, vai ter alguma mudança tanto na trajetória [20:20, #MOV] quanto na energia cinética e na energia potencial. Mas, mesmo assim, na hora eu imaginei uma bola de tênis.*

*E: E, na hora que você imaginou liberando essa bola de tênis, de uma altura de 10 metros, de onde projetou essa altura? Onde que você colocou mais ou menos como trajetória dessa altura?*

*A: Ah, eu imaginei aqui assim, coloquei aqui perto de casa que tem um poste, esse poste tem uns 7 metros.*

*E: Você imaginou da altura de um poste de luz?*

*A: É, um poste de luz!*

*E: Resumindo tudo, antes e depois com o uso do computador, o que surgiu? Antes e depois?*

*A: No antes o que surgiu foi o seguinte, o que eu previ teve muita mudança, no aplicativo né. De todos eu previ o movimento da bola diminuindo a sua altura até chegar no ponto de permanecer ali constante. Aí quando eu vi ali que ela aumentou a força para conservação para 110, eu entendi que a medida que ela colidia aumentava [25:38, #BCSV] mais ainda, tanto a cinética, potencial e a mecânica iam sempre aumentando. Não se conservava, e eu pensei o contrário.*

*E: Você pensou o contrário, então com a simulação modificou toda a sua ideia?*

*A: Ficou totalmente diferente (Estudante A5GV).*

O estudante apresenta que antes ele tinha uma ideia, mas após ter trabalhado com a simulação, suas ideias relacionadas ao movimento da bola e suas colisões mudaram. Principalmente quando ele trabalhou o  $f$  no valor de 110%. Ele tinha a opinião de que as energias se conservariam para algumas situações, mas isso não ocorreu.

Em contexto geral, o estudante faz relações newtonianas, mas também fazendo relações com a energia quando menciona o  $f$  na simulação como se fosse força. Ele menciona também sobre a dissipação da energia, quando a esfera colide com o solo, mas fica claro também, que ele não tinha ideia que ao simular a bola iria reagir da forma que reagiu, retornando à mesma altura.

Ao verificar, observa-se que o estudante apresenta modificações das ideias que antes tinha formado e, ao trabalhar com a simulação, essas ideias foram alteradas. Outro ponto que também se considera ao observar esse estudante é que ele traz as mesmas explicações do pré-teste para o pós-teste, sendo que as questões iniciais têm dados diferentes, entretanto, iguais ao solicitar explicação para as duas últimas perguntas.

*Estudante - A5GR*

O estudante aborda que ao responder o questionário posterior, imaginou a restituição associando o que ele fez na atividade experimental. Explica que no fato de ser uma colisão

elástica, teria uma restituição média nesse caso. Descreve-se que a potencial é alta em virtude da altura, vai ganhar velocidade diante da colisão. Apesar de ele descrever e falar que imaginou, mas não evidencia com muita clareza essa sua resposta no pós-teste, pois permaneceu com as mesmas evidências que apresentou no pré-teste.

Trechos de Algumas Perguntas e Respostas:

*E: Então para a gente fechar aqui a conclusão, você recebeu agora no decorrer de algumas semanas o questionário posterior. [...] quando você respondeu esse questionário o que você imaginou na hora que você descreveu aqui as respostas?*

*A: Bem, no caso como era uma colisão elástica certo, então nesse caso ele ia ter um valor de restituição médio mais ou menos aquele que foi feito na experiência. Nós tínhamos o valor de velocidade, mais eu tenho uma energia potencial gravitacional [29:28, #VV] alta diante da altura e vai ganhar uma velocidade que eu cheguei a fazer um cálculo e deu 14 metros por segundo, como foi uma colisão elástica nem que não fosse uma bola de borracha o solo devia ser uma borracha para poder restituir a energia cinética [29:58, #MTE] e daí poder ganhar a energia potencial gravitacional, então foi isso que eu imaginei (Estudante A5GR).*

O estudante relata que a forma como foi trabalhada a atividade experimental agregou uma visão maior de possibilidades que somente estavam em teoria. Agora ele sabe um pouco mais do assunto, principalmente sobre o que ocorre com a colisão elástica e também os procedimentos que foram tomados para trabalhar as atividades experimentais.

*Estudante - A3GR*

O estudante explica o que ocorre na sua imaginação ao resolver o questionário posterior como pós-teste. Coloca a sua visão de ideias em relação à colisão elástica, como o que ocorre com as energias quando se tem uma colisão elástica. Determina também a velocidade da bola durante a queda e a subida.

Trechos de Algumas Perguntas e Respostas:

*E: Partindo agora para o ultimo questionário. O você observou na colisão elástica?*

*A: Exato, numa colisão elástica? Isso! Então na colisão elástica, ela seria soltada no nível que é o mesmo do prédio né, ela iria ter um acréscimo [32:49, #AV] da velocidade, aumentando, considerando a*

*aceleração da gravidade, metros por segundo, ela ia ter esse acréscimo por segundo, ia aumentando até chegar no solo, onde ela ia ter um pequeno repouso, [33:07, #ECH], e aí ela iria retornar a partir da colisão elástica, ela ia com o mesmo modulo de velocidade [33:15, #TVV], mas aí essa taxa que ia crescendo, ela ia se perdendo até atingir a altura inicial novamente.*

*E: Já resumindo agora tudo, o que ficou antes e depois do uso dessa atividade experimental que você realizou...?*

*A: Eu acho que para mim, foi muito bom eu ter feito de novo, eu acho que se eu tivesse que escolher, o que ficou mais marcado para mim foi esse segundo, por ter feito de forma mais assim, comigo já sabendo o que estava fazendo, sabe! E a questão de você observar também, fazer o experimento e na prática é muito bacana, e realmente assim, eu até se a senhora não tivesse perguntado, talvez eu até iria falar para a senhora fazer de novo, porque eu fiquei um pouco incomodado porque quando eu fiz o primeiro eu vi que logo depois no final, eu vi que eu devia ter feito muita besteira, aí eu estava até querendo ver com a senhora para fazer de novo. Mas daí a senhora me procurou, e foi legal. O que mais marcou foi, sei lá, ter consertado algum erro.*

*E: E o experimento te auxiliou, te ajudou nessa parte?*

*A: Ajudou, porque na verdade esses experimentos que a gente fez, na faculdade a gente tem muito exercício dessa forma, mas não experimento. Os experimentos que a gente fez só com colisão inelástica, e colisão totalmente horizontalmente, com bolinhas a gente não fez não. Eu achei bacana (Estudante A3GR).*

O estudante relata que o fato de ter respondido o pré-teste não tão bem, deixou-o um pouco preocupado. Mas ao verificar que ele pôde responder às questões do pós-teste, ficou mais interessante para ele, pois teve a oportunidade de consertar algum erro que cometeu no primeiro. Em relação ao experimento, para ele foi muito interessante trabalhar na prática esse assunto. E ao mesmo tempo, relata a forma metodológica que são trabalhados o experimento. Deixa bem claro nas suas falas finais, foi o fato de ter conseguido corrigir algum erro cometido no pré-teste.

## 6.9 ANÁLISES GERAIS

As abrangências descritas com as entrevistas dos estudantes possibilitaram para determinar a análise em geral. Os apontamentos de indicadores foram utilizados para averiguar o acompanhamento de cada estudante, na realização das atividades apresentadas em cada grupo de que estavam participando.

Para esta análise em geral será feito um resgate do primeiro instrumento que foi aplicado para os estudantes até com o fechamento da segunda entrevista. Com a ideia de fazer uma conexão dos pensamentos e dos resultados que foram adquiridos, no decorrer do processo da evolução desta pesquisa. Isto justifica o porquê da teia do conhecimento que foi apresentada na abertura de cada capítulo.

Iniciando com o primeiro instrumento, que foi sobre o índice de hipercultura, pode ser verificado que esses estudantes que participaram dos dois grupos apresentaram um índice de hipercultura maior do que o comparado com outras pesquisas que foram utilizadas como parâmetro, notadamente o caso do trabalho de Asfora (2015), que teve a oportunidade de verificar o índice dos estudantes de um curso a distância. Tomando como referência aquele trabalho, os estudantes que participaram desta pesquisa obtiveram índice de hipercultura acima de 0,41, que foi o valor adotado por aquela autora como ponto de verificação para ser hipercultural. Agora oportunizando uma comparação com as atividades que esses estudantes realizaram, apresenta-se a seguir a tabela com os indicadores que serviram para verificar a evolução dos estudantes.

Tabela 12  
Análises e observações dos estudantes que realizaram a atividade do guia virtual.

Estudantes →		A1GV	A2GV	A3GV	A4GV	A5GV	A6GV
Indicadores	Valor do índice de hipercultura.	0,70	0,59	0,51	0,61	0,51	0,77
	Apresentou gestos na primeira entrevista.	Não participou	Não	Não	Não participou	Não	Não
	Apresentação de fórmulas e ou desenhos no pré-teste.	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não
	Apresentação de fórmulas e ou desenhos no pós-teste.	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
	Demonstrou dificuldades no guia de atividade experimental.	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
	Demonstrou dificuldade no experimento.	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Necessitou de auxílio para realizar o experimento.	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Apresentou gestos na segunda entrevista.	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Apresentou exemplos abstratos em suas respostas.	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Apresentou evolução ou aprendizagem após a realização do experimento.	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	O experimento incentivou para realizar outras atividades e pesquisas.	Não	Sim	Sim	Não apresentou	Sim	Sim
	Caracteriza como ocorre o processo de (re) construção dos conceitos de Física em atividade experimental.	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: a autora.



Com esses indicadores, se percebe uma comparação do que foi observado para cada estudante que participou desde a avaliação do índice de hipercultura até a segunda entrevista. É possível observar a evolução de alguns estudantes, como também se a atividade experimental demonstrou como os estudantes (re) constroem os conceitos de Física a partir da atividade experimental. Com a segunda entrevista, apresentam-se as respostas que estavam faltando para o fechamento com uma visão geral para as duas tabelas.

Tabela 13  
Análises e observações dos estudantes que realizaram a atividade do guia real.

Estudantes →		A1GR	A2GR	A3GR	A4GR	A5GR	A6GR
Indicadores	Valor do índice de hipercultura.	0,55	0,68	0,71	0,84	0,68	0,53
	Apresentou gestos na primeira entrevista.	Não	Não	Não	Não participou	Não participou	Não participou
	Apresentação de fórmulas e ou desenhos no pré-teste.	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não
	Apresentação de fórmulas e ou desenhos no pós-teste.	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não
	Demonstrou dificuldades no guia de atividade experimental.	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Demonstrou dificuldade no experimento.	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Necessitou de auxílio para realizar o experimento.	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não
	Apresentou gestos na segunda entrevista.	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Apresentou exemplos abstratos em suas respostas.	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Apresentou evolução ou aprendizagem após a realização do experimento.	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não
	O experimento incentivou para realizar outras atividades e pesquisas.	Não apresentou	Sim	Sim	Não	Sim	Não
	Caracteriza como ocorre o processo de (re) construção dos conceitos de Física em atividade experimental.	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não

Fonte: a autora.

Como mencionado anteriormente, essas duas tabelas determinam uma visão geral de todos os estudantes que participaram dos dois grupos. Com a caracterização dos indicadores, se percebe uma semelhança na maioria dos estudantes em relação aos resultados. Entretanto, foi considerada para cada estudante a forma que eles buscam suas explicações, isso foi verificado, demonstrado e analisado, conforme evidenciado nas seções anteriores.

*Pontuações da Tabela 12:*

- A maioria dos estudantes apresentou fórmulas e ou desenhos como resposta no guia virtual;
- A maioria não demonstrou dificuldade no guia da atividade virtual;
- A maioria desse grupo evidenciou que teve dificuldade na instalação do *software Modellus*, o simulador;
- A maioria necessitou de auxílio para manusear o simulador e/ou para realizar as atividades, solicitando, portanto, um tutorial;
- Todos demonstraram gestos na entrevista, uns mais outros menos, mas demonstraram.
- Todos utilizaram exemplos abstratos para explicar o que conseguiram associar com o uso da simulação ou que compreenderam do assunto;
- Somente um participante não apresentou evolução com o uso da simulação e aplicação do guia virtual;
- A maioria dos participantes foi incentivada a testar o que estava vendo na simulação do computador em atividade real para realizar comparações entre o virtual e o real;
- A maioria dos participantes demonstrou como ocorre a (re) construção dos conceitos de Física na atividade experimental.

*Pontuações da Tabela 13:*

- A maioria dos estudantes apresentou fórmulas e ou desenhos como resposta no guia da atividade real;
- Alguns dos estudantes demonstraram dificuldade em calcular algumas energias e a porcentagem;
- Alguns estudantes demonstraram dificuldade em executar o experimento, relacionada à observação do retorno da queda ao soltar a bola da altura proposta no guia real;
- Todos demonstraram gestos na entrevista, uns mais outros menos, mas demonstraram.

- Todos utilizaram exemplos abstratos para explicar o que conseguiram associar com o uso da simulação ou o que compreenderam do assunto.
- A maioria dos estudantes demonstrou evolução após realizar o experimento, evidenciado na entrevista, sendo que em alguns isso foi evidenciado também no pós-teste.
- Três estudantes foram incentivados a testarem ou realizarem outras pesquisas sobre o assunto, com a realização da atividade experimental.

### 6.9.1 Pontuações dos estudantes em relação como ocorre a (re) construção dos conceitos de Física em Atividades experimentais, dentro dos princípios da TMC.

Permitindo uma relação nos princípios da Teoria da Mediação Cognitiva – TMC, destacam-se separadamente dos 12 (doze) estudantes, as mediações que usaram para desenvolver as atividades experimentais, conforme foi evidenciado na entrevista. Considerando uma apreciação que abrange desde o índice de hipercultura, pré-teste, a atividade experimental, o pós-teste e a entrevista, tem-se as análises a seguir.

Tabela 14  
Relação das mediações dos estudantes dentro dos princípios da TMC.

TMC				
ESTUDANTES	MEDIAÇÃO PSICOFÍSICO	MEDIAÇÃO SOCIAL	MEDIAÇÃO CULTURAL	MEDIAÇÃO HIPERCULTURAL/ DIGITAL
A1GV	Bola de basquete, de futebol e de boliche. E a Torre de Pisa.	Não evidenciado	Não evidenciado	A simulação, a forma de visualizar e manipular o fenômeno para compreender o que era solicitado.
A 2 GV	Bola de futebol projetada na parede.	Não evidenciado	Não evidenciado	Computador. A própria simulação. Pesquisa pela internet.
A3GV	Bola de futebol. Jogo de sinuca.	Não evidenciado	Livros	A própria simulação. As barras de energia.
A4GV	Bola de futebol. A mesa e o edifício.	Não evidenciado	Não evidenciado	Toda a simulação, as barras de energias e os movimentos da bola.
A5GV	Quadro (lousa). Bola de tênis. Bolinhas de gude. Sala de aula. Poste de luz.	Estudantes	Livros	A própria simulação. As barras de energia na simulação.

<b>A6GV</b>	Esfera, bola de futebol, bola de basquete. Prédio, avião, relógio de parede. Jogo de sinuca.	Não evidenciado	Não evidenciado	A própria simulação. As barras de energia na simulação.
<b>A1GR</b>	Balança. Bola de borracha.	Não evidenciado	Não evidenciado	Não evidenciado
<b>A2GR</b>	Telhado da casa. Torre de Pisa. Bola de boliche. Bola de futebol. Bola de bilhar. Bola de Beisebol. O ângulo da mesa de sinuca. Coluna da varanda.	O pai. O professor.	Livros	Câmera. Tracker.
<b>A3 GR</b>	Copos Água Cama elástica Bola Carro Paraquedas	Irmão Colega	Livros Televisão	Não evidenciado
<b>A4GR</b>	Bola de futebol. Geladeira da sua casa.	Não evidenciado	Frase citada de um livro.	Não evidenciado
<b>A 5 GR</b>	Bola de basquete Bola de futebol Bola de borracha (utilizada) Fita e régua (marcação)	Estudantes (explicando)	Não evidenciado	Utilizou o celular para registrar a atividade.
<b>A6GR</b>	Bola de futebol	Não evidenciado	Não evidenciado	Não evidenciado

Fonte: a autora.

Dentro dos princípios das ideias de Souza et al. (2012), percebe-se que esses estudantes usaram de mediações que são caracterizadas como meios para explicar suas ideias e conceitos em relação ao assunto estudado. Tendo a ideia que a mediação deve ser considerada mais do que um filtro, um componente ativo que realiza diversas relações lógicas sobre as informações de uma determinada situação (SOUZA, 2004). Destacam-se alguns pontos resumidos de cada estudante, que foram observados durante a entrevista, como também, associados a essa tabela.

*Estudante A1GV*

- Imaginou uma bola de boliche, pela facilidade de soltar, como também uma bola de futebol pela elasticidade.

- Antes de realizar a simulação, o aluno imaginava que a bola bateria no chão e quicaria verticalmente até parar. Já na simulação percebeu que a bola cai na posição vertical, só que ela tem uma tendência a deslocar a frente, formando uma trajetória oblíqua.

- Antes da simulação, previa que a energia cinética seria conservada, após o experimento percebeu que não, que ela variava de forma inversamente proporcional à energia potencial.

- Conseguia, então, visualizar as energias na simulação, algo que não imaginava antes.

- Para a altura de 10 metros o aluno imagina a torre de Pisa, de onde ele soltaria uma bola de basquete.

-Após a utilização do *software*, diz que ficou muito mais fácil. Realmente conseguiu visualizar o fenômeno.

- A intermediação do *software* permitiu que, embora ele não tenha conseguido apreender todos os conceitos, conseguiu visualizar melhor o fenômeno. Conseguiu ver os números, as quantidades que na imaginação fica difícil.

*Estudante A2GV*

- O estudante destaca que imaginava, na sua previsão, que a bola na simulação teria um movimento linear; ao simular percebeu que a bola tinha também um deslocamento em  $x$ .

- O estudante destaca que, ao alterar o  $f$  na simulação, mudou totalmente o que ele havia previsto. Ele imaginou que o fator de conservação iria manter a energia ou não.

- Ele evidencia no questionário posterior que o questionário só proporciona valor muito “frio”, mostrando apenas o resultado da equação. Na comparação com o simulador, entretanto, consegue vivenciar melhor a resposta.

- Antes, ele só tinha o conhecimento empírico; após utilizar o simulador, oportunizou a utilizar também numa feira de Ciências como proposta para ser aplicada numa disciplina na faculdade. Na apresentação da feira, colocou um dinossauro andando de um lado para o outro no simulador.

*Estudante A3GV*

- Diferencia a altura das parábolas formadas pela bola após a colisão com o solo.

- Testou em casa com uma bola de futebol, obtendo parábolas pequenas.

- Na realização com a simulação, obteve parábolas que até atingiam a altura inicial.

- Observava as barras de energia com a trajetória da bola.
- Quando falado dos 10 metros de altura, o aluno diz ter imaginado um edifício, do qual ele soltaria a bola.
- Para quantidade de movimento, o estudante usa o jogo de sinuca como exemplo, quando duas esferas (popularmente chamadas de bolas de sinuca) se chocam.
- Exemplos que são gerados das pesquisas dos livros.

*Estudante A4GV*

- Exemplo e imagem de uma bola de borracha do tamanho de uma bola de tênis.
- O estudante relata que foi induzido a fazer outros experimentos com a simulação.
- Relaciona a altura inicial de 1 metro à altura de uma mesa.
- Antes de realizar a simulação, o aluno imaginava que a bola bateria no chão e quicaria verticalmente até parar.
- Na simulação o estudante percebeu que a bola caía na posição vertical, mas tinha uma tendência a se deslocar para a frente, formando uma trajetória oblíqua. Lembrou-se do movimento de inércia visto no ensino técnico.
- Consegue associar o movimento da bola com as barras de energia.
- A sua previsão foi diferente do que observou na simulação.
- O estudante se imaginou largando a bola de tênis de uma janela de um edifício, para realizar o questionário onde colocava uma altura de 10 metros.

*Estudante A5GV*

- O estudante apresenta no princípio vestígios que trabalhou com os seus próprios alunos o experimento proposto nesta pesquisa.
- O estudante destaca que não esperava que a bola da simulação retornasse à mesma altura ao colidir com o solo.
- Ao alterar o  $f$  para 110, não esperava um impulso na bola a cada vez que ocorria colisão.
- A simulação modificou alguns conceitos que ele tinha sobre os tipos de colisão que observou.

*Estudante A6GV*

- Imaginou uma esfera caindo de uma altura de mais de dois metros.
- Associou a bola vista no computador para realizar o pós-teste.
- O estudante, ao resolver uma questão referente à conservação da quantidade de movimento, imaginou dois patins.

- Realizou um experimento real, onde soltava a bola de uma altura de aproximadamente 2 metros.

- Com a simulação, pode perceber que a trajetória da bola, após colidir com o solo, é uma parábola.

- Imaginou uma coisa e na simulação aconteceu outra diferente do que imaginou.

- Vê-se soltando uma bola de basquete de uma altura de 10 metros, a qual associou a um prédio.

- No pós-teste, quando perguntado sobre a conservação de energia o estudante imaginou um relógio de parede, com engrenagens, no qual se dá corda e ele funciona durante meses. Afirma já havia possuído um relógio desses em casa, quando criança.

- Imaginou o jogo de sinuca, associando a conservação de energia em movimento, e também, ao “quicar” de um avião quando pousa.

- Com a simulação o estudante teve uma visualização melhor do fenômeno, assim conseguiu observar os valores numéricos e ter uma noção de cálculo através das barras de energia.

#### *Estudante A1GR*

- Colocou uma fita na porta, marcando as alturas que foram indicadas no experimento.

- Ao realizar o experimento, percebeu que de acordo com o tipo de solo aconteciam coisas diferentes com a bolinha. Para isso, fez um teste no solo de pedra e no de madeira, percebendo a diferença.

- Imaginou uma bola de borracha.

- O estudante imaginou um prédio quando falava da altura de 10 metros.

- Antes do experimento, o estudante imaginava que a massa influenciaria, mas no final percebeu que a massa não influenciou, pois, as duas bolas de massas diferentes e materiais iguais voltaram à mesma altura, porém a constituição do solo influenciou.

- Não imaginava que a bola quicaria tanto no solo.

#### *Estudante A2GR*

- O estudante imaginou uma pessoa no telhado soltando uma bola de boliche.

- Fez referências à torre de Pisa, retirada de livros didáticos.

- Utilizou a varanda de sua casa para realizar o experimento com uma bola de futebol.

- Relatou que não conseguia visualizar muito bem apenas observando, que se tivesse um *software* como o *Tracker*<sup>25</sup>, ou uma câmera conseguiria visualizar melhor.
- Explica a quantidade de movimento baseando-se em um jogo de bilhar (sinuca), visto em livros didáticos.
- Na previsão, imaginava uma bola de beisebol, com movimentos, após cair no chão, retilíneos e verticais. Mas com a experiência percebe que a bola realiza uma trajetória em forma de parábolas.
- Para a questão dos 10 metros de altura, o estudante se imagina na torre de Pisa, soltando uma esfera de aço.
- Durante o experimento, relatou que contou com a ajuda do pai, o qual é leigo e fala “*é desse jeito mesmo, uma coisa tão simples*”, ao soltar a bola, então o aluno diz que “*isso explica outras coisas*”, e que essa conversa agrega muito ao seu conhecimento de Física.
- O estudante, que realizou um experimento real, diz que o uso de simulações agregaria no conhecimento. Tornaria mais fácil a visualização da trajetória, e nas contas, como também poderia ter sido utilizado para esse experimento.

#### *Estudante A3GR*

- Apresentou uma grande criatividade ao explicar a conservação da energia mecânica.
- Apresentou mudanças nos conceitos depois da atividade experimental realizada.
- Usa muitas imagens mentais associadas ao seu dia a dia para explicar suas ideias.
- Relata que gostou muito de ter tido oportunidade de ter respondido ao pós-teste, pois teve condições de corrigir seus erros cometidos no pré-teste.

#### *Estudante A4GR*

- Durante a realização do pré-teste e pós-teste a estudante imagina uma bola de plástico, quicando no solo.
- Utilizou a geladeira como base para os dois metros de altura.
- Ao responder à pergunta referente à energia mecânica, a estudante relata se lembrar da frase “*nada se cria tudo se transforma*”.
- Antes de realizar o experimento, achava que a bola iria quicar mais vezes do que de fato aconteceu durante a realização do experimento.

#### *Estudante A5GR*

---

<sup>25</sup> O *Tracker* é um pacote para análise de vídeos desenvolvido pelo *Open Source Physics (OSP) Java framework*. Alguns dos atributos inclusos são posição, velocidade, aceleração sobrepostas e gráficos, filtros de efeito especial, referência a múltiplos quadros, calibração de pontos, perfil de linhas para análises e modelos de partículas dinâmicas. Foi desenvolvido para ser usado como introdução para classes e laboratórios do curso superior de Física. Fonte: <file:///C:/Users/maria/Downloads/ManualTrackerdetalhado.pdf>.



- Apresentou que foi necessário realizar várias vezes o experimento para ter uma média em seus resultados adquiridos.
- A atividade experimental agregou uma visão maior de possibilidades práticas para serem trabalhadas.
- Adquiriu mais conhecimentos em relação às colisões, principalmente relacionada à colisão elástica.
- Os procedimentos que foram tomados para trabalhar com a atividade experimental ajudaram na sua aprendizagem.

*Estudante A6GR*

- Utilizou no experimento duas bolas, uma de vidro (gude) e outra de plástico.
- Percebeu que a de vidro era melhor para entender as três energias.
- Para a altura de 10 metros imaginou uma bola de futebol.
- Achava que com as duas simples bolas que utilizou não teria como comprovar tais fenômenos.
- Mas sim, conseguiu entender após realizar os experimentos.

Os estudantes A5GV e A2GR demonstram que utilizaram mais mediações em relação aos demais. Todos utilizaram de mediações psicofísicas, porém para as demais mediações evidenciam uma variação.

Em relação ao estudante A2GV, apesar de ter apresentado um menor número de mediações, apresentou um bom aproveitamento do simulador. Após a realização desta pesquisa, ele se aprofundou no campo de simulações para se apropriar de mais experimentos para aplicação em suas próprias aulas como professor de Física. Também contatou esta pesquisadora em outros momentos para solicitar mais atividades experimentais que envolvessem simulações. O estudante A5GR também contatou esta doutoranda em outros momentos afim de buscar sugestões de criação de guias experimentais para utilização de materiais reciclados, como o objetivo de utilizar no seu trabalho de conclusão de curso

Ainda com esse estudante, verificou-se que no princípio ele demonstrou uma evolução significativa, a qual, com o passar do tempo, estagnou-se por se resumir a realizar sucessivas tentativas de registrar os seus dados com a utilização do celular para calcular e analisar a média que adquiriu com a atividade realizada naquele momento. Assim, obtendo o uso da mediação hipercultural, como também das mediações psicofísicas, social e cultural.

O estudante A3GR caracterizou um grande avanço em seus conhecimentos, a ponto de trazer mais subsídios de explicações baseadas no auxílio de mediações psicofísicas, exemplos

que terminassem suas ideias diante do que ele conseguiu em pouco tempo adquirir. Apesar de não ter sido evidenciada mediação hipercultural, as suas explicações como reposta demonstraram que conseguiu ter uma base do que estava sendo estudado para aquele momento.

O estudante A5GV, desde o princípio, já vinha apresentando uma característica diferenciada dos demais, porém, ao se verificar, percebeu-se que ele já utilizava da metodologia de experimentos visuais com seus alunos. Ao utilizar a simulação, agregou mais possibilidades que direcionaram para um avanço de suas ideias práticas. Esse foi o que mais demonstrou ter utilizado todas as mediações que Souza et al. (2012) determinam em seus estudos. Entretanto, fazendo-se uma análise de todos os procedimentos que o estudante executou, o que mais fica claro é que, não apenas no pré-teste, no pós-teste como também após a aplicação da simulação, a sua mediação foi maior pelo uso dos livros, considerado mediação cultural.

Em relação ao uso dos livros, além dos que já foram mencionados, ocorreu que dois estudantes apresentaram ideias e frases que constavam em livros. Esses estudantes foram A4GR e A2GR. O estudante A4GR evidenciou ter um índice hipercultural maior que os demais estudantes, como verificado nas seções anteriores. Entretanto, não apresentou vestígios de evolução e nem de um desempenho satisfatório em relação ao desenvolvimento da atividade experimental.

É possível que esse fato esteja relacionado ao que a atividade proporcionou ao estudante. Assim como o que Asfora (2015) considera sobre o curso que tem uma hiperculturalidade alta favorece para que o estudante apresente desempenho melhor e de forma mais satisfatória. Diante dessa análise, é provável que a atividade realizada por esse estudante não a fez ter um bom desempenho. Enfim, pontos que poderão abrir oportunidades para verificar com mais precisão.

Já o estudante A2GR obteve um índice menor que aquela estudante, mas consideravelmente alta diante da pesquisa de Asfora (2015), que já apresentou pontos bem mais satisfatórios em seus resultados. Sendo que o mesmo evidenciou todas as mediações, entretanto, para a mediação hipercultural, ele menciona na possibilidade do uso *tracker*. Com esse comentário do estudante, foi verificado de onde o estudante tirava essa sugestão. Sendo assim, ele menciona que o seu professor de atividade experimental já tinha sugerido e utilizado para demonstrar algumas aulas experimentais. Com esse estudante, é possível verificar as ideias que constam na TMC. Quando o estudante perpassa as quatro mediações há possibilidade de aquisição de *drivers*.

Na verificação de alguns aspectos de alguns estudantes que esta análise geral possibilitou, percebe-se na tabela que os estudantes que podem ter adquirido *drivers* são os estudantes A2GR

e o estudante A5GV. Para os demais, possivelmente tenham ocorrido modificação dos *drivers* que já possuíam.

### 6.9.2 Os Guias das Atividades Experimentais

Fazendo uma comparação dos dois guias, nota-se claramente que a maior parte dos estudantes que realizou a atividade virtual com o uso da simulação foi incentivada a verificar o que estava obtendo de resultado na atividade, e testando com a atividade real, para este, considerando caso extremo. Percebeu-se também que os estudantes que foram submetidos a realizar a atividade virtual necessitaram de auxílio para a compreensão do simulador, como também na realização de aplicar as atividades como estavam propostas no guia virtual.

Nos dois grupos, percebe-se que a linguagem que estava apresentada nos guias era clara para os estudantes. Porém, os que foram submetidos à realização cálculos no guia real tiveram um pouco de dificuldade.

Todos os estudantes apresentaram exemplos que possibilitaram a compreensão do assunto, associadas a uma interpretação imaginária em suas mentes. Envolvendo situações já vivenciadas, ou até mesmo de fontes de leituras, pesquisas na internet, interação com outras pessoas, ou de bases que tiveram no ensino médio ou em curso técnico. Isso demonstra processamentos internos que ocorreram, fazendo-os lembrarem de conhecimento e até mesmo de aprendizagem que obtiveram em outros momentos. Conforme a TMC, obtendo desenvolvimento cognitivo por meios das interações que ocorreram.

Os guias proporcionaram que os estudantes agissem inseridos em um ambiente de laboratório didático. Nessa visão, Darrah et al. (2014) esclarecem que esse espaço é propício para os estudantes testarem suas hipóteses, indagações, curiosidades e fazerem uso de sua criatividade. Com a realização das atividades, os estudantes obtiveram conhecimentos que determinaram (re) construção como também despertaram a curiosidades. Diante dessa visão, Lindsay et al. (2007) consideram que o conhecimento deve ser construído pelo aprendiz, por meio da interação com o objeto e não somente transmitido pelo professor.

Ao trazer pontos das ideias de Lévy e Souza, que foram discutidos no referencial teórico, se destaca que estes resultados caracterizam que não há diferença de aquisição da aprendizagem. Esses estudantes evidenciam subsídios que determinam que não há diferença entre uma atividade virtual ou uma atividade real. Apenas a forma como ela é conduzida é que irá caracterizar a diferença. Os estudantes usaram várias mediações para realizar a atividade, como também para obter conhecimento e ou que fizesse sentido em todo o momento, não somente no virtual, mas no real também. Diante disso, esta pesquisa se apropria das visões de Lévy (1997), segundo as

quais o mundo virtual, no sentido das possibilidades, pode ser um universo de possíveis calculáveis a partir de um modelo digital e de entradas fornecidas por um usuário.

Com o auxílio dessas mediações, fica evidenciado que as bases de conhecimento destes estudantes foram complementadas com as atividades realizadas, tanto com a atividade experimental real, como também com a atividade experimental virtual. Sendo assim, apresentam-se também alguns olhares especiais, além dessas análises, em relação aos gestos.

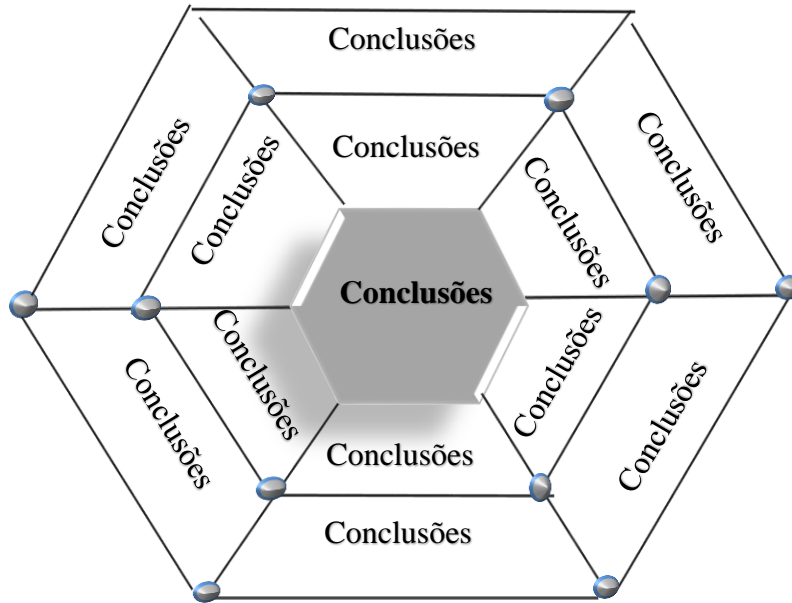
Na primeira entrevista, observou-se que não ocorreram gestos por parte dos estudantes que estavam sendo entrevistados. Já na segunda entrevista, realizada após as atividades, percebeu-se que todos os estudantes realizaram gestos, associados às explicações do que estavam imaginando. Clement (2008) define que são expressões simultâneas de significados essenciais ou estratégias de raciocínio e não apenas traduções atrasadas da fala. Até mesmo justificando o seu papel em fornecer evidências para o uso de imagens mentais animadas ou executáveis, que o estudante obtém de gestos que parecem representar um movimento ou força imaginária.

Um ponto central que pode ser expressado por essa análise são os casos extremos de experimentos mentais que são evidenciados com este resultado. Como foi trabalhado com um simulador para uma das atividades, isso possibilitou fazer uma comparação com as pesquisas oferecidas de Monaghan e Clement (1999) e Clement e Stephens (2010). Os estudantes que utilizaram a simulação careceram no princípio de vivenciar o que estava sendo apreciado no simulador, ou seja, ser desenvolvido por uma situação real.

Verifica-se também que esse grupo que realizou as atividades em momentos virtuais solicitou auxílio para a instalação do *software Modellus*, necessitando de uma atenção maior que os estudantes do grupo que realizou a atividade real. Nessa visão, nota-se uma maior comunicação por parte dos estudantes do grupo virtual do que do grupo real.

Para o próximo capítulo, expressam-se as conclusões em relação ao que foi extraído com as análises dos resultados que foram adquiridos da evolução que se obteve nesta pesquisa.

## 7 CONCLUSÕES



Fonte: a autora

A evolução desta tese trouxe olhares que permearam de forma gradativa o desenvolvimento de um estudo que pudesse ter uma interação maior com os estudantes. É importante ressaltar que cada vez mais o estudante, para atingir de forma evolutiva o seu desenvolvimento cognitivo, não deve se restringir para obter conhecimento de forma puramente individual, mas sobretudo ser um sujeito atuante para o conhecimento coletivo.

Observa-se com a literatura que a evolução da humanidade propicia ao estudante estar atento às mudanças naturais, engajando-se em ser um desafiador na busca de novas possibilidades de ensino e aprendizagem. Conforme tratado nesta tese, o surgimento de novos espaços de aprendizagem por meio da EaD é marcado pela didática do aprender a aprender, do saber, do saber pensar, do construir novos conhecimentos, da (re)construção de forma crítica e criativa, enfim, por meio de mediações que promovam desenvolvimento das ideias básicas. Pondera-se nesta investigação que esses espaços podem ser constituídos por representações simbólicas, algoritmos e conceitos chaves, com um conjunto de representações que façam sentido nos procedimentos e conceitos a serem aplicados a um sistema físico, biológico ou social.

Para se efetivar esta tese, primeiramente foram caracterizados os tipos de laboratório didático, bem como foi também realizado um estudo dos PPC de um número de cursos de licenciatura em Física e analisados os ambientes virtuais (salas virtuais) utilizados nesses cursos. Além disso, foi investigada a metodologia aplicada nessas disciplinas experimentais. Para atingir o objetivo mencionado anteriormente, elegeu-se como pergunta central: “como ocorre o processo de (re)construção de conceitos de Física em atividades experimentais em curso de Física a distância? ” Dessa pergunta principal, três auxiliares emergiram: de que forma o ambiente virtual auxilia na aquisição dos conteúdos das disciplinas experimentais?

Quais as estratégias trabalhadas no curso de Física a distância que estabelecem nos estudantes casos extremos quando realizam atividade experimental?

Quais são os *drivers* aprimorados ou adquiridos quando os estudantes do curso de Física a distância realizam atividades experimentais virtuais e reais?

Os resultados obtidos culminaram em conclusões que apresento a seguir; ciente, contudo, de que o tema não se esgota aqui. Desse modo, esta tese apresenta resultados que respondem não somente aos pontos que foram investigados, mas também apontam oportunidades de aprofundamento em outros aspectos que não foram o foco desta pesquisa. Posso destacar, para subsídios gerais, que esta tese demonstra a realização de atividades experimentais virtuais permitindo que os estudantes de Física a distância sejam estimulados a usarem as atividades experimentais reais que, portanto, auxiliam no processo da reconstrução dos conceitos da conservação de energia mecânica, principalmente em situações envolvendo colisões elásticas e

superelásticas. Isso se confirma diante das respostas que foram adquiridas nas entrevistas com os seis estudantes que realizaram a atividade experimental virtual. Tal percepção ocorreu quando os estudantes expressavam que, ao analisarem a simulação, observavam que “*algo estava errado com o retorno da bola, que ao quicar no solo, retornava para mesma altura*”, que “*não perdia nada*”. Ou quando a bola ultrapassava a altura inicial, o que ocorre em colisões superelásticas. Para esses dois casos, os estudantes espontaneamente tiveram a necessidade de testar com uma bola real e verificar se realmente isso acontecia. Esse depoimento é tipicamente encontrado entre os estudantes do grupo que estava realizando atividades experimentais virtuais. O mesmo não ocorreu com os estudantes do grupo que utilizava atividades experimentais reais.

De acordo com a TMC, a manipulação de recursos hiperculturais, como no caso das simulações computacionais utilizadas, pode propiciar ao estudante uma visão mais dinâmica dos processos, conforme já apontado por outros estudos. Podendo expressar, além disso, para que haja uma relação entre a dimensão intracerebral com a extracerebral, deve existir uma mediação, compreendida como tipo dinâmico de filtro cognitivo, que ocorre devido a fatores contextuais e situacionais, associados ao espaço-tempo, ambiente físico, social e cultural, relacionados às interações com o ambiente.

Sendo assim, a necessidade que esses estudantes encontraram evidencia que eles já tinham uma ideia formada do que poderia ocorrer com a bola, conforme admitido nas suas falas e confirmado nos resultados. Mas, ao verificarem que não foram capazes de prever o que observavam no simular, buscaram outra possibilidade para reconstruir esquemas de assimilação do conteúdo que estava sendo apresentado pela atividade experimental. Outro ponto a considerar para o grupo que realizou a atividade experimental virtual é que aquilo estava sendo trabalhado na interação do mundo virtual fez parte para o mundo real.

O ambiente virtual que é o ambiente de aprendizagem formal do aluno pode ter um papel importante nas situações idealizadas. Conforme já discutido, pode propiciar ao estudante uma visão mais dinâmica, apresentando várias possibilidades para que interaja com ferramentas como as simulações para desenvolver atividades experimentais, que não são possíveis no ambiente real. Portanto, desenvolvendo habilidades para que o estudante consiga resgatar situações idealizadas. Logo, pode-se considerar também que esse ambiente virtual pode ser como espaço real na EaD, pois é onde o estudante passa a buscar seus conhecimentos, orientações e até mesmo realizações de atividades que são explicadas por esse ambiente virtual e desenvolvida no ambiente real. Dentro das diretrizes e ideias que sustentam as conclusões desta tese, há momentos que esse ambiente virtual passa a ser o ambiente real, pois não necessariamente precisa estar ligado a uma tecnologia, mas sim potencializado por ela.

Verifiquei nos resultados que os estudantes que fizeram parte das atividades realizadas por meio da simulação tiveram interesse de desenvolver outras pesquisas relacionadas à simulação. Já os estudantes que realizaram as atividades experimentais reais buscaram um maior número de mediações por meio de livros e interação com pessoas.

Ao verificar sobre as mediações que foram utilizadas pelos estudantes, eu pude observar nos resultados que o ambiente (sala virtual) se torna um meio para a busca da mediação hipercultural (vídeos no Youtube, por exemplo) de professores distintos, e de simulações (na internet), para auxiliarem os estudantes na (re)construção de conceitos de Física, pois o que tem apresentado usualmente no ambiente virtual (por meio de materiais disponibilizados pelo professor e curso) não propõe ao estudante experimentar situações de casos extremos.

Com essa evidência, chamou-me a atenção o fato de que essa busca não é planejada como atividade didática, mas ocorre por uma necessidade que o estudante tem de complementar o que está estudando. Nesse ponto, fica clara a necessidade do discente de buscar outras mediações para construção e (re)construção do seu próprio conhecimento. Considero, portanto, para efeito de reflexão, que esses são os caminhos para se consolidar a prática da aprendizagem colaborativa, na qual novas capacidades surgem para orientar o estudante na construção e (re)construção do seu próprio conhecimento. Fica claro quando os estudantes respondem que buscam vídeos nos canais de diferentes professores no Youtube e que ao assistir a esses vídeos os ajuda na compreensão do que está sendo estudado no curso.

Em relação ao índice hipercultural, diante dos resultados adquiridos, eu posso considerar que, se o estudante é hipercultural, e interagindo com atividades hiperculturais, ele vai buscar mais vídeos, vai navegar na internet, vai buscar interações que auxiliem seu entendimento do conhecimento que está adquirindo. Isso ficou claro quando estudei e analisei os perfis dos estudantes. Um dos estudantes entrevistados e apresentados nos resultados, deixou indícios em sua fala quando afirma que navega pela internet, vai à procura de vídeos, vai à procura de laboratórios virtuais, enfim, na busca de mediações que o façam ter uma melhor compreensão do conteúdo estudado. Entretanto, já para o estudante que obteve um resultado do índice hipercultural maior em relação aos outros e realizou a atividade experimental real não apresentou interesse de pesquisar informações para complementar sua atividade. Portanto, o estudante sendo hipercultural e interagindo com a atividade não hipercultural, poderá influenciar em sua atitude.

Verifiquei ainda nos resultados, como também confirmei na literatura, que o ambiente virtual pode ser considerado como um conjunto de possibilidades que permite ao estudante conectado conhecer, construir, aprender e partilhar seu conhecimento e aprendizagem, ou seja, estando na internet, pode ser um agente humanizador, porque compartilha a informação sendo



humanitário, permitindo a valorização das competências individuais. Sendo esse estudante um agente humanizador, possibilitará a troca de conhecimento com outros estudantes, beneficiando assim a aquisição do conteúdo de Física. Dentro dessa ideia de interação e mediação em que o ambiente virtual, podendo ser um incentivo e um potencializador para o estudante, considero que o mesmo também oportuniza ao estudante possibilidades para utilizar as mediações psicofísica, social, cultural e hipercultural.

Com a visão do referencial, quando o estudante tem oportunidade de interagir com o material didático, como apostilas, roteiros, explicações por meio das interfaces do ambiente, acontecem mediações culturais. Já o psicofísico ocorre quando há indicações dos instrumentos que são usados na atividade experimental, desde uma esfera, bola até uma balança para verificação da massa do objeto. Para a mediação social, o fórum se torna esse meio, pois há interação de uma coletividade de pessoas, desde o tutor, estudantes, coordenador do curso e professor da disciplina. Para a mediação hipercultural, pode ser considerado desde o próprio ambiente e suas possibilidades para interagir com outros meios da tecnologia. Chama a atenção o fato de que, para ocorrer satisfação, o estudante deve utilizar todas as mediações, pois somente uma, não dará a esse estudante a ampla satisfação do conhecimento, até mesmo porque utilizando apenas o fórum esse estudante necessitará da hipercultural para pesquisar, da cultural para pontuar, e da psicofísica para comprovar.

Para verificar as estratégias que são trabalhadas no curso de Física a distância, de modo a estabelecer nos estudantes casos extremos quando realizam atividade experimental, foi necessário estudar e analisar o PPC das instituições. Para o primeiro momento, não foi possível pontuar essas estratégias do PPC, pois a forma da metodologia didática que foi apresentada nos ambientes virtuais indicou que não estabelece nos estudantes casos extremos em atividades experimentais. Em relação à participação dos coordenadores, ao explicarem a metodologia didática dessas disciplinas experimentais, suas falas indicam que há uma independência por parte dos professores, os quais utilizam sua metodologia didática conforme seu próprio planejamento, não havendo um modelo único. Apesar de ter sido disponibilizado no ambiente desde meras indicações de leituras, resolução de atividades experimentais no polo, até simulações, não são suficientes para os estudantes terem visões de casos extremos. Entretanto, percebe-se também que as simulações não exigem dos estudantes interações com as atividades propostas, uma vez que são fornecidas como reproduções de imagens de atividades experimentais, ou então, indicação de *links* do PhET, para que possam acessar, estudar e realizar o relatório de atividade. Esses *links* do PhET são simulações da Universidade de Colorado Boulder. Apesar de essa

simulação ter a proposta de promover interatividade, não se consegue fazer uma conexão com o roteiro de atividade que é disponibilizado para o estudante.

No caso da simulação do *Modellus*, que foi disponibilizado nesta pesquisa para os estudantes, teve-se o cuidado para que aquilo que estava escrito no roteiro o estudante conseguisse realizar na simulação, como também, conseguisse formar ideias antes de simular e depois comparar a ideia formada com o resultado adquirido da simulação. Essa era uma das etapas em que os estudantes conseguiam formar opiniões.

Sabendo que a própria Física, ao trabalhar com experimentos, possibilita ao estudante situações que possa idealizar como um simples estudo sobre movimento retilíneo, pede-se uma situação idealizada. Da mesma forma que foi proposto para os estudantes nos grupos analisarem sobre o estudo da energia da bola que estava colidindo com o solo, também ocorreu possibilidade de situação de casos extremos. Como foi visto, ao verificarem e analisarem sobre a colisão elástica ou até mesmo sobre a superelástica, eles notaram que ocorre idealização. Enfim, apesar de não estar claro no PPC, e dos coordenadores não deixarem claro, ficou evidente que as disciplinas que envolvem atividades experimentais possibilitam ao estudante obterem casos extremos, confirmados nos resultados adquiridos.

Em relação ao currículo, no enfoque experimental, evidencia-se no referencial teórico que há uma preocupação por diversos investigadores e educadores do ensino de Ciências, a partir de uma perspectiva de ensino cognitivista, apesar de esta tese ter oportunizado um estudo dos conteúdos que são trabalhados nas atividades experimentais, eu pude perceber que se abrem oportunidades para realizar um estudo aprofundado em relação ao currículo do curso de Física a distância em relação ao conteúdo que é trabalhado no laboratório didático.

Sobre os *drivers* que são aprimorados ou adquiridos quando os estudantes do curso de Física a distância realizam atividades experimentais virtuais e reais, ficam evidentes resultados que apontam para a seguinte conclusão: quando os estudantes realizam atividades experimentais reais e virtuais da Física básica, conseguem aprimorar *drivers* sobre os assuntos que envolvem queda livre; e somente os estudantes das atividades virtuais apresentam indícios de que adquiriram *drivers* quando idealizam situações envolvendo conservação de energia e estudo de colisões. Os dois grupos demonstraram isso em suas explicações, gestos e imagens, utilizando as mediações, social, cultural, psicofísica e hipercultural.

Diante das explicações discutidas e apresentadas no referencial teórico, que os *drivers* são dispositivos que trabalham como “máquinas virtuais” internas no cérebro, que possuem um papel importante na definição do pensamento humano no contexto da mediação e vão para além da “conexão” com o mecanismo externo, a análise dos estudantes que utilizaram as simulações

evidencia que conseguiram (re)construir, mas também construir conceitos, diante do que foi proposto na atividade experimental. Nessa perspectiva, esses estudantes (re)construíram conhecimentos acerca de objetos por intermédio da interação com eles e também por meio da ajuda de estruturas no ambiente que forneceram capacidade de processamento adicional aos seus cérebros.

Em relação aos estudantes que utilizaram os instrumentos reais, as evidências indicam que conseguiram realizar a (re)construção dos conceitos do que estava sendo proposto, com aprimoramento dos conceitos que já tinham adquirido em momentos anteriores. Entretanto, eu pude notar que dois estudantes indicaram a necessidade de simular a situação no momento da realização da atividade, podendo até ser um ponto importante, mas não foi visto na maioria dos que realizaram essa atividade experimental real. A esse respeito, esta tese aponta um aspecto a ser aprofundado em novas investigações.

Diante dos estudos que afirmam que a mediação digital remodela certas atividades cognitivas fundamentais que envolvem a linguagem, a sensibilidade, o conhecimento e a imaginação inventiva, verifiquei que todos os estudantes evidenciaram em suas explicações imagens e pensamentos que os colocavam em situações que pudessem sentir soltando a bola de uma altura. Conseguiram descrever em detalhes o tamanho e o tipo da bola, assim como tinham capacidade de gerir situações com medidas e precisão de lugares, representando isso por gestos. Nessas explicações, posso predizer que a escrita, a leitura, a escuta, o jogo, a visão e a elaboração das imagens, a concepção, a perícia, o conhecimento, o ensino e o aprendizado, reestruturados por dispositivos técnicos inéditos, estão ingressando em novas configurações sociais, oportunizando habilidades que favorece ao estudante caminhos para novos conhecimentos ou aprimoramentos dos conhecimentos já adquiridos em outros momentos.

Os caminhos que proporcionaram a evolução dos resultados também identificaram as limitações que surgiram durante a pesquisa, limitações essas relacionadas ao tempo disponível dos estudantes que participaram da investigação, uma vez que a maioria não dispunha de muitos horários, pois se tratava de estudantes já atuantes no mercado de trabalho. Durante a noite, tinham que estudar e entrar no ambiente virtual para realizar as tarefas do curso. Dessa forma, a maioria das entrevistas foi realizada nas madrugadas ou nos finais de semana.

Destaco alguns pontos que favoreceram e contribuíram para que eu pudesse ter uma participação favorável dos estudantes nesta pesquisa de tese. Primeiramente a participação e interação dos coordenadores de curso. Por meio deles, consegui ter contato com os estudantes, ter acesso ao ambiente virtual e ao PPC do curso. A segunda foi a comunicação via aplicativo de mensagens instantâneas *Whatsapp* com os estudantes, essa comunicação rápida possibilitou

esclarecer, quase que em tempo real, as dúvidas que surgiam durante as atividades do pré-teste, atividade experimental e do pós-teste.

Com visões qualitativas, considero que o estudante hipercultural se torna um fator importante no aprendizado para cursos na modalidade de EaD. Ao considerar que se trata de um curso de licenciatura em Física, esse estudante está sendo preparado para ser um professor, estará futuramente lidando com discentes da educação básica; portanto, ao estimular sua independência para ser hipercultural, poderá multiplicar isso com seus próprios alunos.

Contemplando os aspectos já destacados, ressalto ainda a necessidade de se pensar em um ambiente virtual, para possibilitar ao estudante incentivos que determinem a ele meios de obter conhecimento na busca de pesquisas no ciberespaço. Sabendo que o ciberespaço é o suporte da inteligência coletiva, tanto em sua faceta coletiva, como em seu aspecto social.

Para se transmitir conhecimento é preciso que cada um refaça a experiência, recriando o mundo a partir de seus próprios olhares, pois ao se constituir um novo espaço de sociabilidade acaba gerando novas formas de relação social com códigos e estruturas próprias. Com isso, determinando conhecimentos que poderão ser multiplicados quando esses estudantes se tornarem professores de Física, conseguindo ir para além do conhecimento adquirido.

Esta tese abre caminhos para outros olhares que possam ainda experienciar e aprofundar os processos de (re)construção dos conceitos de Física dos alunos em atividades experimentais e suas formas de mediar esse conhecimento (re)construído com a associação da hipercultura e a evolução da tecnologia nas etapas futuras que teremos de novas gerações.

Com esses olhares finalizo esta tese propiciando reflexões sobre os resultados encontrados que serão disponibilizados de forma acessível aos cursos de Física e aos estudantes, para que se possa dar continuidade a questionamentos que surgiram durante as análises. Acredito que a geração dos jovens de hoje, por ser mais hipercultural, demanda mais estudos sobre o uso de atividades experimentais virtuais e reais em laboratório didático, associado com o estudo do currículo dos cursos de Física.

Dessa forma, este estudo traz discussões que evoluem na seguinte ideia: a forma que a atividade experimental é guiada influenciará o estudante a almejar uma comprovação de outra forma? Por exemplo: os estudantes que realizaram a atividade experimental virtual com o uso do simulador realizaram também a atividade experimental real.

Em relação ao estudo do currículo do curso de Física a distância, esta tese apresenta caminhos para desenvolver pesquisas sobre a influência do currículo na formação do professor de Física a distância. Será que, tendo conteúdos aprofundados para atividades experimentais reais e virtuais, desenvolverá estudantes com posturas hiperculturais?

Com a formação das categorias que foram criadas ao estudar os PPC, verifiquei que há instituições trabalhando somente conteúdos de Física básica até a Física II, sendo que outras instituições trabalham as Físicas até a IV nas atividades experimentais. Se houvesse uma proposta de currículo que possibilitasse a realização de atividades que envolvessem as Físicas básicas e as aprofundadas, com metodologia de atividades experimentais reais e virtuais, conseguiria ser desenvolvida na modalidade da educação a distância?

Por fim, acredito que os resultados e reflexões destacados poderão apontar caminhos a serem explorados. Concluo que essas questões são de interesse para futuros trabalhos, ou seja, que possam surgir e evoluir novas inquietações e novas respostas a partir desta tese.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE NETO, A. S.; ENGEL, V. Uso de Simuladores no Ensino de Física: Um estudo da produção Gestual de Estudantes Universitários. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 10, p. 1001, 2012.
- ANDRADE NETO, A. S.; WOLFF, J. F. S. A Influência das Simulações no Aprendizado de Colisões Mecânicas em Física. **Revista Acta Scientiae**. Canoas, v. 16, n. 4. 2014.
- ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 3, 2004.
- ARRUDA, S. M.; SILVA, M. R.; LABURÚ, C. E. Laboratório didático de Física a partir de uma perspectiva kuhniana. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 6, n.1, 2001.
- ASFORA, S. C. **Fatores condicionantes da relação entre indivíduos e a IEAD: hipercultura, atitudes, desempenho e satisfação**. 2015. 181f. Tese, Doutorado em Administração, Programa de Pós-Graduação em Administração – PROPAD, Centro de Ciências Sociais Aplicadas. Universidade Federal de Pernambuco. Recife – PE, 2015.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 70.ed. Lisboa: Ltda., 2006.
- BARRETO, N.V. P. Os desafios da educação: a cibercultura na educação e à docência online. **Revista VÉRTICES**, Campos dos Goytacazes-RJ, v. 12, n. 3, p. 149-164, 2010.
- BEUTLER, D. L. TEIXEIRA, A. C. As complexidades da cibercultura em Lévy e seus desdobramentos sobre a educação. In: XXI Workshop de Informática na Escola WIE, Recife. 2015. **Anais**. Ed. WIE, 2015.

BRASIL, Ministério da Educação. **Referenciais de Qualidade para Educação a Distância**, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/legislacao/refead1.pdf>. Acesso em agosto de 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **E-MEC**, 2014. Disponível em: <http://emec.mec.gov.br/>. Acesso em agosto de 2014.

BRASIL. Parecer CNE/CES nº 1304, de 6 de novembro de 2001. Diretrizes Nacionais para os cursos de Física. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1304.pdf>. Acessado em outubro de 2015.

CARRILHO, S. L. S. **O iEAD e os processos de aprendizagem no Ensino superior: a importância dos fatores individuais**. 2014. 149 f. Dissertação, Mestrado em Psicologia Cognitiva, Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal de Pernambuco. Recife - PE, 2014.

CUNHA, Maria Isabel da. **Ensino como mediação da formação do professor universitário**, In: MOROSINI, Marília (Org.). *Professor do Ensino superior: identidade, docência e formação*. Brasília: INEP, abril, 2000. Disponível em: [http://bibliotecadigital.puc-campinas.edu.br/services/e-books/D\\_professor\\_ensino\\_superior.pdf](http://bibliotecadigital.puc-campinas.edu.br/services/e-books/D_professor_ensino_superior.pdf). Acesso em: 14 de julho de 2014.

CLEMENT, J. J. **Creative model construction in scientists and students: The role of analogy, imagery, and mental simulation**. 1st ed. 2008. 2nd printing Springer Publishing Company, Incorporated, 2009.

CLEMENT, J. J.; STEPHENS, A. L. Documenting the use of expert scientific reasoning process by high school physics students. **Physics Education Research**, v. 6, n. 2, p. 20122–1 – 20122–15, 2010.

DARRAH, M.; HUMBERT, R.; FINSTEIN, J.; SIMON, M.; HOPKINS, J. Are Virtual Labs as Effective as Hands-on Labs for Undergraduate Physics? A Comparative Study at Two Major Universities. **Journal of Science Education and Technology**, v. 23, 803–814, DOI 10.1007/s10956-014-9513-9. 2014.

DIAS, G. A. O.; DIAS, E. M.C.; LIBARDI, H.; COUTO, H. **Práticas Experimentais em um Curso de Física EaD**. XI Congresso de Ensino Superior a Distância - ESUD 2014.

DOTTA, S.; JORGE, É. **Simulação e Incidência como Estratégias Didáticas na Formação de Tutores para o uso de webconferência em EaD**. 22º SBIE–Simpósio Brasileiro de Informática da Educação, p. 2091-2100, 2011.

ERICKSON, F. **Qualitative Methods in Research on Teaching**. In: WITTROCK, Merlin C. Handbook of Research on Teaching. Ed. New York: MacMillan, p. 119-161, 1986.

ERTHAL, J. P. C.; LINHARES, M. P. Discutindo a Queda dos Corpos com Estudantes do Proeja a partir de Atividades Experimentais. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v.4, n.1, 2013.

FONSECA, M.; MAIDANA, N. L.; SEVERINO, E.; BARROS, S.; SENHORA, G.; VANIN, V. R. O laboratório virtual: Uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 4, 2013.

FORTE, C.; SANTIN, R.; OLIVEIRA, F. C.; KIRNER, C. Colaboração em Ambientes Educacionais com Realidade Aumentada. **RENTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v.6, n.1, p.10-20, 2008.

GALIAZZI, M. C.; MORAES, R. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Editora Unijui, 2011.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas,1991.

GODOY, A. S. Introdução a pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GUILLERMO, O. E. P.; ENDRES, L. A. M.; LIMA, J. V. **Laboratório Virtual de Aprendizagem Hidrolândia**. IX Teaching Hall. In: José V. de L. Porto Alegre-RS. UFRGS, p. 04-100, 2013.



GUAITA, R. I.; GONÇALVES F. P. A Experimentação na Educação a Distância: Reflexões para a Formação de Professores de Ciências da Natureza. In: XI Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância. **Anais**. Florianópolis – SC, 2014.

GRANDINI, N. A.; GRANDINI, C. R. **Laboratório Didático: Importância e Utilização no Processo Ensino-Aprendizagem**. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Curitiba. 2008.

HAKE, R. **Distance and Classroom Learning: Is There Any?** ref 53 at. Disponível em: <http://www.physics.indiana.edu/~hake>. 2007. Acesso: em 20 de outubro de 2014.

HALLIDAY, D., RESNICK R., WALKER, J. **Fundamentos de Física - Mecânica**. Vol 1. 7ª edição. São Paulo: Ed. LTC, 2009.

HECKLER, V.; SARAIVA, M. F. O.; FILHO, K. S. O. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss de Língua Portuguesa**. Elaborado pelo Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia e Banco de Dados da Língua Portuguesa S/C Ltda. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

HOHENFELD, D. P.; PENIDO, M. C. **Laboratórios Convencionais e Virtuais no Ensino de Física**. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências-Enpec, 2009.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Ensenanza de las Ciencias**, v.12, n.3, p. 299-313, 1994.

HOLUBOVA, R. How to Motivate our Students to Study Physics? **Revista Universal Journal of Educational Research**, v.3, n.10. p. 727-734, 2015.

LÉVY, P. **O Que é o Virtual**. Tradução de Paulo Neves. São Paulo: Ed. 34,1996.

\_\_\_\_\_. **Ideografia dinâmica: para uma imaginação artificial?** Trad. Manuela Guimarães. Lisboa, Instituto Piaget, 1997.

\_\_\_\_\_. **A inteligência Coletiva.** Tradução Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Ed. Loyola, 1998a.

\_\_\_\_\_. **A Máquina Universo: criação, cognição e cultura informática.** Tradução de Bruno Charles Magne. Porto Alegre: ArtMed, 1998b.

\_\_\_\_\_. **As tecnologias da Inteligências: o futuro do pensamento da era da informática.** Tradução de Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 2º edição 2010.

\_\_\_\_\_. **Cibercultura.** Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Ed.34, 2000.

LINDSAY, G.; DOCKRELL, J.; STRAND, S. Longitudinal patterns of behaviour problems in children with specific speech and language difficulties: child and contextual factors British. **Journal of Educational Psychology**, v.77, p.811 – 828, 2007.

LLERENA, D. R.; GONZÁLEZ, J. L. Estudio comparativo de las potencialidades didácticas de las simulaciones virtuales y de los experimentos reales en la enseñanza de la Física General para estudiantes universitarios de ciencias técnicas; **Lat. Am. J. Phys. Educ.**, v. 4(1), p.181-187, 2010.

MARQUES, T. C. de F.; FILHO, A. L.; BARBOSA, C. D. Mídias para EaD: Simuladores e suas Contribuições para o Ensino de Física em Tópicos de Cinemática. In: Simpósio Internacional de Educação a Distância – SIED, Encontro de Pesquisadores de Educação a Distância – EnPED. São Carlos – SP. **Anais**. 2016.

MACÊDO, R. S. de. **O Laboratório Didático de Ensino de Física Investigativo e a Formação de Professores no IF-UFBA**, 2010. 143 f. Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências Instituição de Ensino, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

MORAN, J. M. **Novos desafios na educação- a Internet na educação presencial e virtual.** Editora da UFPel, Pelotas, p. 19-44, 2005.

MARTINEZ, M. Q. **La World Wide Web como poderosa herramienta didáctica em la education a distância.** In: 3º CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE INFORMÁTICA. Barranquilla. **Anais.** Actas. Barranquilla, 2000.

MEISNER, G. W.; HOFFMAN, H.; TURNER, M. Learning Physics in a Virtual Environment: Is There Any? **Revista Latinoamericana de Física Educativa**, v.2, n.2, p. 87-102, 2008.

MONAGHAN, J. M.; CLEMENT, J. J. Use of a computer simulation to develop mental simulations for understanding relative motion concepts. **International Journal of Science Education**, v. 21, n. 9, p. 921 – 944, 1999.

MUNHOZ, A. S. **O estudo em ambiente virtual de aprendizagem: um guia prático.** São Paulo: Ed. IBPEX, 2011.

MUÑOZ, F. I.; GARCÍA, P. S.; VALENZUELA, C. G. Competencias en los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje Virtual y Semipresencial. **Revista Científica de Educomunicación**; ISSN: 1134-3478, n. 36, v. XVIII, p. 107-114, 2011.

NETTO, C.; GIRAFFA, L. M. M. Licenciaturas na Modalidade a Distância e o Desafio da Qualidade: uma proposta de indicadores para aferir qualidade nos cursos de Física, Química, Biologia e Matemática. **RENTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v.7 n.3, 2009.

NICO, R.; JOOLINGEN, V.; WOUTER, R.; VEEN, V. D.; JAN, T. The Learning Effects of Computer Simulations in Science Education. **Computers & Education**, v 58 n1 p136-153 Jan 2012.

OROFINO, P. S.; GARCIA, D. S.; BARBOSA, E. R. R.; VALÉRIO, T. V.; CORRÊA, H. P. S. **Experimentação Problematizadora para o Ensino de Conceitos Físicos.** Atas do IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologias, 2014.

PINHO ALVES, J. Regras da transposição didática aplicada ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física.** Florianópolis, v. 17, n. 2, 2000.

RAMOS, A. F. **Estudo da Influência da Utilização de Software de Modelagem Molecular no Processo de Aprendizagem de Conceitos Químicos por Estudantes do Ensino Médio e Superior**. 2015. 207 f. Tese, Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil – ULBRA, Canoas – RS, 2015.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; WALKER, K. S. **Física 1**. v.1. 368p. 5ª edição. Trad. Pedro Manuel Calas Lopes Pacheco; Marcelo Amorim Savi; Leydervan de Souza Xavier; Fernando Ribeiro da Silva. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2003.

REIS, M. A. F.; ANDRADE NETO, A. S. Aprendizagem das leis de conservação com apoio de simulações computacionais. In: ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciência. 2003, Bauru. **Anais**. Bauru – SP, 2003.

\_\_\_\_\_. Simulação de colisões dirigidas ao ensino de Física. **Acta Scientiae**. v.4, n.2, p.07-20, 2012.

ROCHA, J. R.; ANDRADE NETO, A. S. Um Estudo de Caso Exploratório sobre a Internalização de Conceitos sobre Eletrostática: A influência da Hiper cultura e Mediação Digital. **RENTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v.11 n. 3, 2013.

ROMERO, T. **Educação sem distância**: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem. São Paulo: Senac, 2010.

SANTOS, M. E. B. C. A relação entre ato e potência na metaFísica de Aristóteles. **Revista Húmus**, n. 7. 2013.

SANTOS, E. O. Ambientes virtuais de aprendizagem: por autorias livre, plurais e gratuitas. **Revista FAEBA**. Bahia, v.12, n.18.2003.

SILVA, M. **Sala de aula interativa**. Rio de Janeiro: Quartet, 2000.

SILVA, X. R. S. **Desenvolvimento de um Laboratório Virtual para Ensino de Física em Cursos de Engenharia através de Physlets**. Universidade Federal da Bahia. Trabalho apresentado ao XXXIX Congresso Brasileiro em Educação em Engenharia – Cobenge, 2011.

SILVA, A. C. **Aprendizagem em Ambientes Virtuais e Educação a Distância**. Editora Mediação, Porto Alegre, 2009.

SILVA, M. **Educação Online**. Edições Loyola Jesuítas. São Paulo. 2012.

SOUZA, B. C. **A Teoria da Mediação Cognitiva: Os impactos cognitivos da Hiper cultura e da Mediação Digital**. 2004. 282 f. Doutorado em Psicologia Cognitiva, Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2004.

SOUZA, B. C.; SILVA, A. S.; SILVA, A. M.; ROAZZI, A.; CARRILHO, S. L. S. Putting the Cognitive Mediation Networks Theory to the test: Evaluation of a framework for understanding the digital age. **Computers in Human Behavior**, v. 007, p. 10-1016, 2012.

SOUZA, B. C; RANGEL JUNIOR, J. F. L. B. Speed of Processing and Creativity in the Digital Age. *Business Creativity And The Creative Economy*, 1(1), 13-21, 2015 Issue Copyright 2015 **International Center for Studies in Creativity Article Copyright 2015**.

TAO, P. K.; GUNSTONE, R. F. A process of conceptual change in force and motion during computer-supported Physics instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, v.37, n.2, 859-882, 1999.

TEODORO, V. D. **Modellus: Learning Physics With Mathematical Modelling**. PhD thesis. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2002.

\_\_\_\_\_. **Manual do Modellus 4.01**. 2009. Disponível em [http://modellus.fct.unl.pt/file.php/1/2008\\_Modellus\\_4.01\\_Flyer\\_PT.pdf](http://modellus.fct.unl.pt/file.php/1/2008_Modellus_4.01_Flyer_PT.pdf). Acesso: em 29 de maio de 2015.

TIPLER, P. A. **Física 1**. 4º ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

TRENTIN, S. A. M.; TAROUÇO, R. M. L. Proposta de Utilização de um Laboratório Virtual de Física na Melhoria do Processo de Ensino e Aprendizagem. **Revista de Informática na Educação: teoria & prática**, v.5, n.2, 2002.

TREVISAN, R.; ANDRADE NETO, A. S. A Utilização de Ferramentas Hiperulturais no Ensino de Mecânica Quântica: Investigação do Aprendizado de Representações, Drivers e Conceitos Quânticos. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 12, p. 1. 2014.

UCEDA, J. SENÉN, B. **UniversiTIC**: Evolución de las TIC en el sistema universitario español 2006-10. Madrid: CRUE. 2010.

VAN-SOMEREN, M. W.; BARNARD, Y. F.; SANDBERG, J. A. C. **The Think Aloud Method**: a practical guide to modeling cognitive processes. London: Academic Press 1994.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Ilustrando a segunda lei de Newton no século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 176-184, jun. 2002a.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Modelagem no ensino: aprendizagem de Física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 87-96, jun. 2002b.

VELOSO, M. S. S. O.; ANDRADE NETO, A. S. Panorama do uso de laboratório didático em cursos de ensino de Física, modalidade a distância, no país. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v.12 n. 2, 2014.

---

. **Structural Diagnostic of Didactic Laboratories Used in Bachelor in Physics Education Courses in the Modality of Distance Education in Brazil**. Congresso Internacional ESERA 2015 is the 11th biannual Conference of the European Science Education Research Association (ESERA). Finlândia / Helsinque, 2015.

VILLATORRE, M. A.; HIGA, I.; TYCHANOWICZ, D. S. **Metodologia do Ensino de Física**. Curitiba: Editora Ibepex, 2008.

WOLFF, J. F. S. **Qual a mudança na estrutura cognitiva de estudantes após o uso de simulações computacionais?** Uma investigação da relação entre representações computacionais internalizadas e aprendizagem significativa de conceitos no campo das

colisões mecânicas em Física. 2015. 332 f. Tese, Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil – ULBRA, Canoas – RS, 2015.

YIN, ROBERT K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos, 2º edição. Porto Alegre. Bookman, 2001.

YAMAMOTO, Issao; BARBETA, Vagner Bernal. Simulations of experiments as a virtual demonstration tool in physics lectures. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 215-225, 2001.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física Mecânica I**. Tradução: YAMOTO, S. M. 12ª edição. 5ª reimpressão. São Paulo: Editora Pearson, 2008.

## APÊNDICES



## APÊNDICE (A)

Tabela 15  
Descrição das metas cumpridas.

<b>Característica do público alvo</b>	<b>Ação cumprida</b>	<b>Característica da ação e Objetivos</b>	<b>Meta da ação</b>
As Instituições Brasileiras que ofertam curso de Física na modalidade a distância.	Foi pesquisada no Sistema do e-MEC.	Verificado as instituições que estavam ofertando Física na modalidade a distância e realizado contato com as mesmas. Com o objetivo de conhecer as instituições.	1º meta cumprida.
As Instituições Brasileiras que ofertam curso de Física na modalidade a distância.	Foi feito convite via e-mail para instituições a participarem da pesquisa.	Verificado o retorno dos aceites dos convites pelas instituições e solicitado os PPC do curso de Física. Com o objetivo de aprofundar o conhecimento de cada curso.	2º meta cumprida.
As Instituições Brasileiras que ofertam curso de Física na modalidade a distância.	Foi feito um estudo de cada PPC recebido e pontuado as disciplinas experimentais. E feito solicitação da participação nas salas virtuais.	Analizado os PPC das instituições que enviaram e solicitado a inclusão da minha participação nas disciplinas experimentais. Com o objetivo de começar a interagir com os estudantes.	3º meta cumprida.
As Instituições Brasileiras que ofertam curso de Física na modalidade a distância.	Foi feito um levantamento de tipos de laboratórios experimentais das instituições que deram retorno. Como também o estudo das disciplinas experimentais.	Realizado apontamentos com características dos laboratórios didáticos das instituições. Com o objetivo de conhecer os tipos de laboratórios didáticos das instituições para auxiliar na verificação de como é feito a reconstrução dos conteúdos que são	4º meta cumprida.

		estudados pelos estudantes.	
Os estudantes inseridos nas disciplinas de Física experimental no período de 2015.	Foi aplicado o questionário de hipercultura de Souza (2012) pelo googlequest para os estudantes e enviado o link para as salas virtuais e para os e-mails dos estudantes e coordenadores do curso de Física. E em outro momento, foi aplicado novamente, para os doze estudantes que participaram dos grupos.	Enviado por e-mail e pela sala virtual o questionário hipercultural para os estudantes que estavam inseridos nas disciplinas experimentais de Física. E também enviado para os coordenadores do curso para acompanhamento. Com o objetivo de conhecer o índice da hipercultura de cada estudante e cada instituição.	5º meta cumprida.
Os estudantes inseridos nas disciplinas de Física experimental no período de 2015.	Após ter realizado a coleta dos dados do questionário aplicado pelo googlequest e analisado, foi enviado o convite pelo e-mail e pela sala virtual para todos os estudantes que tivessem o interesse de participar de uma entrevista gravada pelo Skype.	Foi enviado o convite para os estudantes que tivessem o interesse de participar de uma entrevista gravada pelo Skype. Tendo o objetivo de conhecer um pouco mais o perfil dos estudantes.	6º meta cumprida.
Os estudantes que aceitaram o convite em participar da entrevista gravada pelo Skype.	Realização da entrevista gravada pelo Skype com perguntas aleatória, para os estudantes que aceitaram a participar.	A realização desta entrevista, ocorreu de forma que os estudantes apresentassem suas características. Tendo assim, o objetivo de conhecer quem são os estudantes que cursam Física a distância.	7º meta cumprida.
Os estudantes que aceitaram o convite em participar da entrevista gravada pelo Skype.	Após ter realizado as entrevistas com os estudantes, foi feita a transcrição das entrevistas e pontuados algumas características dos mesmos.	As transcrições das entrevistas foram as primeiras características que foram obtidos após a aplicação dos dois questionários aplicados. Tendo com o objetivo de trabalhar nestas características para o desenvolvimento das atividades experimentais.	8º meta cumprida.

Os estudantes inseridos nas disciplinas experimentais no período de 2016.	Foi aplicado o questionário pré-teste com algumas modificações nos valores que realizamos do questionário do Wolff (2015). O mesmo foi enviado por e-mail para os estudantes que concordaram em participar desta fase da pesquisa.	A aplicação deste questionário com três perguntas sobre o estudo da energia mecânica e conservação, foi considerado um pré-teste. O objetivo da aplicação deste pré-teste foi verificar o entendimento sobre o assunto abordado nas questões apresentadas.	9º meta cumprida
Os estudantes que aceitaram a participar do pré-teste.	Análise do pré-teste aplicado para os estudantes que concordaram em participar da meta do pré-teste.	A análise foi feita de forma que pontuasse as respostas dos estudantes apresentadas nos questionários. O objetivo da análise foi de conhecer as respostas e de organizar os estudantes para a divisão dos grupos.	10º meta cumprida
Os estudantes que aceitaram a participar do pré-teste.	Organização dos grupos para a aplicação da atividade experimental.	A organização dos grupos, ocorreu, conforme análise realizada do pré-teste. O objetivo da organização dos grupos foi para a aplicação da atividade experimental.	11º meta cumprida
Os estudantes dos grupos	Após ter organizado as atividades experimentais e ter testado com os coordenadores dos cursos de Física, foi aprimorado diante das sugestões apontadas pelos coordenadores. Foi aplicado as atividades experimentais para dois grupos distintos. Com orientações pontuadas e enviadas aos estudantes.	São dois tipos de atividades que foram aplicadas para os grupos distintos. A primeira atividade obteve o nome de guia real, com o objetivo de ser realizada em um ambiente presencial com alguns tipos de bolas. A segunda atividade obteve o nome de guia virtual, com o objetivo de ser realizada no computador com a ajuda do software modellus 4.01. O objetivo da aplicação das atividades experimentais foi de verificar se os	12º meta cumprida

		estudantes conseguiriam adquirir alguma aprendizagem ( <i>drivers</i> ) ou não. E observar como eles reconstruem os conceitos de Física em atividades experimentais.	
Os estudantes dos grupos	Foi aplicado o questionário pós-teste com algumas modificações nos valores do questionário do Wolff (2015). O mesmo foi enviado por e-mail para os estudantes que concordaram em participar desta fase após terem participado das atividades experimentais.	Esta ação foi desenvolvida após ter aplicado a atividade experimental nos dois grupos que estão divididos, em guia real e guia virtual. O questionário pós-teste, obteve três questões bem semelhantes ao pré-teste. O objetivo foi de observar as respostas apresentadas pelos estudantes. E observar como eles reconstruem os conceitos de Física em atividades experimentais.	13° meta cumprida
Os estudantes do pré-teste	Análise do pós-teste aplicado para os estudantes que participaram das atividades experimentais.	A análise foi feita de forma que pontuasse as respostas dos estudantes apresentadas nas perguntas. O objetivo da análise foi de verificar se ocorreu mudanças nas respostas comparadas com o pré-teste que eles participaram e se a atividade experimental com o desenvolvimento de metodologias diferenciadas teria alguma contestação.	14° meta cumprida

Os estudantes que realizaram o pré-teste, as atividades experimentais e o pós-teste.	Realização da segunda entrevista por meio do Skype com os estudantes que participaram do pré-teste, das atividades experimentais e do pós-teste.	As entrevistas pelo Skype ocorreram com base das perguntas e atividades realizadas no pré-teste, nas atividades experimentais e no pós-teste. Tendo o objetivo de observar se ocorreu alguma mudança nos estudantes em relação as coletas.	15° meta cumprida
Os estudantes que realizaram o pré-teste, as atividades experimentais e o pós-teste.	Após ter realizada as entrevistas com os estudantes, foi transcrito as gravações das entrevistas e pontuou-se algumas observações parciais com identificação dos gestos	As transcrições ocorreram de forma que fosse capitado todas as informações possíveis, realizando codificações para os gestos identificados dos estudantes. Com o objetivo de verificar possíveis acessão de <i>drives</i> adquiridos ou não. E observar como eles reconstroem os conceitos de Física em atividades experimentais.	16° meta cumprida

Fonte: a autora.

## APÊNDICE (B)

### QUESTIONÁRIO SOBRE HIPERCULTURA

#### Pesquisa – Hiper cultura<sup>26</sup>

Convido você a participar desta pesquisa que envolverá algumas interações de perguntas sobre Hiper cultura. Este questionário integra a primeira parte da pesquisa da tese do curso de doutorado, inserido no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (ULBRA – Canoas/RS).

Importante: - A sua participação, como voluntário, não auferirá nenhum privilégio, seja ele de caráter financeiro ou de qualquer natureza, podendo se retirar da pesquisa em qualquer momento sem prejuízo a Vossa Senhoria.

- A sua participação não envolverá nenhum risco.

- Serão garantidos o sigilo e a privacidade, sendo reservado ao participante o direito de omissão de sua identificação ou de dados que possam comprometê-lo.

- Na apresentação dos resultados não serão citados os nomes dos participantes.

Desde já agradecemos pela sua participação na realização desta pesquisa.

Qualquer informação adicional pode ser obtida pelo e-mail: [soniaufr@gmail.com](mailto:soniaufr@gmail.com).

Qual sua instituição?

01) Sexo:

Masculino       Feminino

2) Data de Nascimento:

03) Qual a modalidade do seu curso?

Curso de graduação presencial       Curso de graduação a distância

04) Há quanto tempo você usa computadores e Internet de modo regular?

(a) Não uso.    (b) Até 06 meses.    (c) De 06 a 12 meses.    (d) De 12 a 18 meses.

(e) De 18 a 24 meses.    (f) De 02 a 03 anos.    (g) De 03 a 04 anos.    (h) De 04 a 05 anos.

(i) De 05 a 06 anos.    (j) De 06 a 07 anos.    (l) De 07 a 08 anos.    (m) De 08 a 09 anos.

(n) De 09 a 10 anos.    (o) De 10 a 11 anos.    (p) De 11 a 12 anos.    (q) De 12 a 13 anos.

---

<sup>13</sup>Este questionário está disponibilizado no Google Docs.

(r) De 13 a 14 anos. (s) De 14 a 15 anos. (t) De 15 a 16 anos. (u) Mais de 16 anos.

Responda as perguntas de 05 a 10, conforme a escala a seguir: (0) Não (1) Sim, que compartilho com outros. (2) Sim, para uso próprio.

05) Você tem acesso a um computador de mesa (desktop)?

	(0)	(1)	(2)
a) Em casa			
b) No trabalho			
c) Em outro lugar			

06) Você tem acesso a um notebook/laptop?

	(0)	(1)	(2)
a) Em casa			
b) No trabalho			
c) Em outro lugar			

07) Você tem acesso a um computador tipo tablet?

	(0)	(1)	(2)
a) Em casa			
b) No trabalho			
c) Em outro lugar			

08) Você tem um celular do tipo comum?

(0)    (1)    (2)

09) Você tem um celular tipo smartphone, com recursos avançados?

(0)    (1)    (2)

10) Você tem acesso à Internet?

	(0)	(1)	(2)
a) Em casa			
b) No trabalho			
c) Em outro lugar			
d) Via celular			

11) Indique se você realiza ou não as seguintes atividades ao computador regularmente:

	Sim (1)	Não (0)
a) Preparar documentos no editor de textos (ex: Word).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b) Fazer contas com planilha eletrônica (ex: Excel).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c) Preparar apresentações (ex: Powerpoint).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d) Fotografia digital, tratamento de imagens e/ou desenho.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e) Uso de sistemas corporativos (ex: SAP, ERP, etc.).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
f) Jogos simples (ex: Tetris, Paciência).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
g) Jogos complexos sem ser pela Internet. (ex: Oblivion)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
h) Outros tipos de software.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12) Indique se você realiza ou não as seguintes atividades na Internet regularmente:



	Sim (1)	Não (0)
a) Uso do e-mail.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b) Pesquisas e buscas (ex: usando o Google).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c) Criação e/ou manutenção de Websites.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d) Escrever/atualizar Blogs.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e) Bate-papo online.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
f) Jogos online do tipo "tiroteio" (ex: Counterstrike)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
g) Jogos online tipo "RPG" (ex: Warcraft)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
h) Sites de relacionamento (Ex.: Orkut, Facebook)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
i) Twitter	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
j) Assistir ou baixar vídeos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
k) Ouvir ou baixar música	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
l) Baixar software	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13) Com que frequência você: (1) Nunca (2) Raramente (3) Ocasionalmente (4) Frequentemente (5) Sempre.

A) Percebe semelhanças entre o modo como funcionam as coisas do dia a dia e o modo funcionam certas tecnologias digitais (computador, Internet, etc.).

(1)  (2)  (3)  (4)  (5)

B) Usa, nas atividades do dia-a-dia palavras, expressões e como modos de dizer oriundos da Informática (ex: deletar, linkar, clicar, conectar, processar, interativo).

(1)  (2)  (3)  (4)  (5)

Enviar

## APÊNDICE (C)

### CÁLCULO DO ÍNDICE DE HIPERCULTURA<sup>27</sup>

**Questões relacionado ao uso do Computador** =  $((\text{Questão}5a + \text{Questão}5b + \text{Questão}5c) / 3) / 2$

**Questões relacionado ao uso do Notebook** =  $((\text{Questão}6a + \text{Questão}6b + \text{Questão}6c) / 3) / 2$

**Questões relacionado ao uso do Tablet** =  $((\text{Questão}7a + \text{Questão}7b + \text{Questão}7c) / 3) / 2$

---

**Hardware** =  $(\text{Computador} + \text{Notebook} + \text{Tablet}) / 3$

**Software** =

$(\text{Questão}11a + \text{Questão}11b + \text{Questão}11c + \text{Questão}11d + \text{Questão}11e + \text{Questão}11f + \text{Questão}11g + \text{Questão}11h) / 8$

**Acesso** =  $((\text{Questão}10a + \text{Questão}10b + \text{Questão}10c + \text{Questão}10d) / 4) / 2$

**Internet**=

$(\text{Questão}12a + \text{Questão}12b + \text{Questão}12c + \text{Questão}12d + \text{Questão}12e + \text{Questão}12f + \text{Questão}12g + \text{Questão}12h + \text{Questão}12i + \text{Questão}12j + \text{Questão}12k + \text{Questão}12l) / 12$

**Analogias** =  $((\text{Questão}13a + \text{Questão}13b) / 2) / 5$

**Smartphone** =  $(\text{Questão}9) / 2$

---

### **HIPERCULTURA**

Para calcular o índice de Hiperultura, soma-se os resultados adquiridos de (Hardware + Software + Acesso + Internet + Smartphone + Analogias) / 6

#### **Observação:**

- O índice de hiperultura é um número racional entre 0 e 1, podendo ser tratado como uma escala de razão.
- Os indicadores de Hardware, Software, Acesso, Internet e Analogias podem, em princípio, ser trabalhados em separado, mas os resultados de pesquisa mais relevantes, robustos e consistentes advém do indicador geral, não havendo ainda teorização clara dos efeitos diferenciais de cada uma dessas subescalas.

---

<sup>27</sup> Fonte: (SOUZA, et al. 2012).

## APÊNDICE (D)

**QUESTIONÁRIO INICIAL DO PRÉ-TESTE  
INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS – COLETA DE DADOS  
INICIAL**

Curso: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/2016

Fone: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_ Código Privado: (\_\_\_\_\_)

Observação: O nome será substituído pelo código privado.

Para responder as questões abaixo, utilize fórmulas, diagramas, desenhos, gráficos, o que considerar necessário.

1) Uma pessoa abandona uma esfera de massa igual a 1kg de uma altura de 2m, quicando no solo de forma elástica. Descreva o que irá acontecer:

- a) Com a velocidade da esfera
- b) Com a altura da esfera
- c) Com a energia cinética
- d) Com a energia potencial gravitacional
- e) Energia total

2) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega, o que é “Conservação da Energia Mecânica”. Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.

3) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega, o que é “Conservação da quantidade de movimento”. Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.

## APÊNDICE (E)

### EXPERIMENTO

#### ORIENTAÇÃO PARA REALIZAR A ATIVIDADE EXPERIMENTAL

#### (EXPERIMENTO REAL)

Caro (a) aluno (a),

Te convido para realizar a atividade experimental, que será de forma real, assim, te apresento alguns passos que deverão ser aplicados antes de realizar a atividade. Juntamente a essa carta de orientação, você receberá o guia de atividade experimental.

Para o procedimento da realização da atividade proposta no guia, lhe apresento os passos que deverão ser seguidos:

**Passo 1** – Você fará o download do guia de atividade experimental que foi compartilhado no seu e-mail e salvará na área de trabalho do seu computador.

**Passo 2** – Após ter salvo o guia de atividade na área de trabalho, deverá imprimir e ler atentamente para a realização da atividade experimental.

**Passo 3** – Com essa atividade, deverá proceder de preferência, da mesma forma que é desenvolvida as atividades experimentais do curso de licenciatura em Física a distância, que você está vinculado. Presencialmente em um local, se possível no polo ou na sua residência.

**Passo 4** – Se houver ocorrido algum problema com a realização dos passos 1 a 3, por favor, entrar em contato o mais breve possível, para que eu possa lhe orientar.

**Passo 5** – Após ter realizado as ações apresentadas anteriormente, você deverá imprimir o guia de atividade e depois ler atentamente para a realização da atividade experimental.

**Passo 6** – Realizar todas as ações propostas no guia, sem pular nenhuma ação pois é o que estaria sendo feito em sala de aula presencial. A organização didática da atividade é bem precisa e necessita que o estudante realize todos os passos de forma sequenciada para que o aprendizado seja o melhor possível.

**Passo 7** – Após ter realizado as ações e ter respondido as perguntas que se apresentam no guia, deverá escanear cada folha e enviar-me por e-mail.

**Observação:** Você terá um prazo de 10 dias para entregar o seu resultado. Por favor, não deixe para última hora, após a entrega dessa atividade, receberá um questionário com três perguntas para serem respondidas e dessas, marcaremos a entrevista para ser feita pelo Skype.

## APÊNDICE (F)



### GUIA PARA UTILIZAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL REAL NO LABORATÓRIO DIDÁTICO PRESENCIAL

Curso: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/2016

Código Privado: (\_\_\_\_\_)

#### EXPERIMENTO REAL - 1

##### **Introdução**

Para uma revisão do que você já estudou sobre energia, relembremos os conceitos de energia cinética, energia potencial gravitacional e o princípio da conservação da energia mecânica. Conforme alguns livros acadêmicos, como por exemplo, o fundamento da Física 1 de Halliday, Resnick, Walker, podemos definir resumidamente essas energias.

##### **Energia cinética**

A energia cinética está associada ao movimento. Todo o corpo, que possui uma massa  $m$ , que está se movimentando com uma velocidade  $v$  em relação a um certo referencial, dizemos que possui energia cinética.

##### **Energia potencial gravitacional**

Esta energia está associada à atração gravitacional da Terra. Sabemos que se pegarmos um objeto, elevarmos ele a uma certa altura e daí largarmos, ele irá cair. Isto se deve ao fato de que quando o corpo ganha altitude, ele adquire energia (potencial gravitacional). Desta forma, dizemos que um corpo com uma massa  $m$ , que se encontra a uma altura  $h$  em relação a um certo referencial, terá energia potencial gravitacional

##### **Energia mecânica**

A energia mecânica é a soma de outras três formas de energia: cinética, potencial gravitacional e potencial elástica.

##### **Princípio da conservação da energia**

Em sistemas conservativos, ou seja, onde não há a atuação de forças dissipativas, a energia mecânica sempre se conserva. Se considerarmos dois instantes, onde em um momento um corpo estava a uma certa altura com uma certa velocidade, e em outro momento ele está em uma outra altura e velocidade. Em cada um desses instantes, o corpo tem valores diferentes de energias cinética e potencial gravitacional. Porém, a soma das energias nos dois instantes terá o mesmo valor, ou seja, a energia mecânica se conservou durante todo o percurso.

Com essas definições, verificaremos em relação a proposta pontuada a partir das instruções a seguir.

#### **1 Instruções**

Caro (a) aluno (a), esta é uma proposta de atividade experimental que deve ser desenvolvida no laboratório didático presencial. Leia atentamente as orientações e anote todas informações solicitadas. Tente lembrar do que você já estudou e pesquisou no curso de Física, coloque em prática com essa atividade.

A proposta de atividade experimental está relacionada às situações que envolvam a queda de uma bola, analisando as variações das energias potencial gravitacional, cinética e mecânica. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I.

Siga os passos abaixo e boa atividade.

## 2 Atividade

Procure providenciar o material detalhado a seguir, para o procedimento da atividade, considerando que:

$g$  = aceleração gravitacional ( $m/s^2$ );

$f$  = considerado como fator de conservação de energia;

$v_x$  = velocidade da bola na horizontal ( $m/s$ );

$m$  = massa da bola ( $kg$ );

$y_0$  = altura inicial ( $m$ ).

$v_y$  = velocidade inicial ( $m/s$ ) (positivo para cima; negativo para baixo);

$y$  = altura inicial ( $m$ );

$x$  = posição inicial na horizontal ( $m$ ).

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$E_m = E_c + E_p$$

$$V^2 = V_0^2 - 2 \cdot g \cdot \Delta h$$

$$E_{pf} = f \cdot E_{pi}$$

$$f = \frac{hf}{hi} \cdot 100\%$$

### 2.1 Material

- Use pelo menos dois tipos de bolas de diferentes tamanhos. Em anexo alguns modelos como sugestão com suas respectivas massas.
- Uma vara de pelo menos de dois metros de comprimento ou uma fita métrica fixa.
- Papel milimetrado para construir o gráfico.
- Uma fita gomada para marcar a altura de salto.

### 2.2 Procedimentos

Nesta atividade iremos utilizar a técnica descrita como P.O.E. (Predizer-Observar-Explicar). Esta técnica consiste em fazer com que você, tente predizer o que irá ocorrer antes da atividade experimental e registre-a. Em seguida, você desenvolva a atividade, observando o que acontece e também registrando. Finalmente, compare o que você esperava que fosse acontecer com o que foi desenvolvido, tentando explicar diferenças entre o observado e o previsto, caso exista diferenças. Siga esta técnica, para aproveitar melhor o resultado do seu trabalho.

*Para responder os itens abaixo, utilize quaisquer fórmulas ou conceitos relacionados ao que você já estudou e se desejar, desenhe nos retângulos a representação.*



*I - Utilize o retângulo abaixo para descrever a sua previsão*

## **PREVISÃO**

**2.2.1** Considerando uma bola com massa de 0,63 kg, sendo abandonada horizontalmente de uma altura de 2m. Fica colidindo com o chão, de maneira inelástica.

**2.2.2) Previsão:** Antes de realizar o experimento, você consegue imaginar o que irá acontecer durante a queda e a subida, com relação?

- a) A trajetória da bolinha: \_\_\_\_\_
- b) A energia cinética: \_\_\_\_\_
- c) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_
- d) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

**2.2.3) Prediga o que irá acontecer durante a colisão com:**

- a) A energia cinética: \_\_\_\_\_
- b) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_
- c) A energia mecânica: \_\_\_\_\_
- d) Alguma delas se conserva? \_\_\_\_\_

## **EXPERIMENTAL**

### **2.2.4 Proposta:**

Baseado na proposta de previsão para o problema no item 2.2.1, agora testaremos, considerando o material determinado no item 2.1. Já tendo os materiais, teremos os seguintes procedimentos:

- a) Conforme o modelo da bola, verificar a sua massa disponível no anexo desse guia.
- b) Criar uma tabela de dados de três colunas em um pedaço de papel separado.
- c) Em seguida, rotular a primeira coluna "altura de queda", a segunda coluna "altura do salto(subida)" e a terceira coluna "relação de salto / queda".
- d) Soltar (não jogar) a bola a partir de uma altura de dois metros.
- e) Medir com uma vara métrica ou uma fita métrica fixa e visível na proximidade da bola quando for liberada em queda livre.
- f) Tentar medir a altura do salto, após dela ter sido liberada da altura de dois metros e ter quicado no solo. Poderá utilizar a fita gomada para marcar a altura do salto.

- g) Depois medir a altura de queda novamente.  
 h) Depois dividir a altura de salto pela altura de queda para obter a relação de salto / queda.  
 i) Calcular o  $f$  (fator de conservação de energia ).  
 j) Anote todos os dados.  
 k) Repetir o procedimento através da diminuição da altura de queda por 25 cm de cada vez.  
 l) Realizá-lo em média para três procedimentos.  
 m) Representar graficamente os resultados, colocando a altura de queda no eixo horizontal e a altura do salto no eixo vertical.  
 n) Repetir todo o procedimento para um outro tipo de bola diferente do primeiro.

Bola de \_\_\_\_\_

Altura Inicial ( $h_i$ )	Altura Final ( $h_f$ )	Energia Cinética ( $E_{ci}$ )	Energia Cinética ( $E_{cf}$ )	$\frac{E_{cf}}{E_{ci}} \cdot (100\%)$

Bola de \_\_\_\_\_

Altura Inicial ( $h_i$ )	Altura Final ( $h_f$ )	Energia Cinética ( $E_{ci}$ )	Energia Cinética ( $E_{cf}$ )	$\frac{E_{cf}}{E_{ci}} \cdot (100\%)$

**2.2.5 Responda: O que aconteceu durante a queda e a subida, com relação:**

- a) A trajetória da bolinha: \_\_\_\_\_  
 b) A energia cinética: \_\_\_\_\_  
 c) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_  
 d) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

**2.2.6 O que aconteceu durante a colisão com:**

- a) A energia cinética: \_\_\_\_\_  
 b) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_  
 c) A energia mecânica: \_\_\_\_\_  
 d) Alguma delas se conserva? \_\_\_\_\_

**2.2.7 Suponha que uma bola, jogada ao solo, apresente uma colisão perfeitamente elástica.**

- a) Qual seria o valor do “ $f$ ” desta bola? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**2.2.8 O que aconteceria, para esta bola em uma colisão perfeitamente elástica, durante a queda e a subida, com relação:**

- a) A trajetória da bola: \_\_\_\_\_  
 b) A energia cinética: \_\_\_\_\_  
 c) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_



d) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

### 2.2.9 Comparação

O que você previu e o que aconteceu na atividade experimental, diferiram em alguma coisa? Por quê?

---



---



---



---



---

### 2.3 Avaliação em relação as duas bolas

2.3.1. Utilize o retângulo abaixo para desenhar o que acontece com as bolas, ou seja, quando é largada e colidida com o chão. Se quiser, pode utilizar fórmulas, gráficos, etc., para se expressar.

2.3.2. As razões de colisão / altura são iguais ou diferentes para ambas as bolas?

---



---



---

2.3.2. Quais das bolas manteve a maior porcentagem de sua energia cinética ao atingir a altura máxima após cada salto?

---



---



---

2.3.3. Explique porque as bolas não saltaram tão alto como a altura do salto inicial.

---



---



---

ANEXO  
SUGESTÕES DE BOLAS

<b>Tipos de Bolas</b>	<b>Massa em Quilograma</b>
Bola de basquete oficial para homens - Pró 7. 5	0,63 kg
Bola de basquete oficial para mulheres - Pró 6.5	0,56 kg
Bola de basquete oficial para mirim - Pró 5.7	0,50 kg
Bola de futebol	0,45 kg
Bola de ping pong	0,04 kg
Bola de tênis	0,058 kg
Bola de handebol oficial para homens – H3L	0,47 kg
Bola de handebol oficial para mulheres – H2L	0,40 kg
Bola de hadebol oficial infantil – H1L	0,27 kg
Bola de plástico	0,10 kg

**APÊNDICE (G)**  
**EXPERIMENTO VIRTUAL**  
**ORIENTAÇÃO PARA REALIZAR A ATIVIDADE EXPERIMENTAL VIRTUAL**  
**(EXPERIMENTAL SIMULAÇÃO)**

Caro (a) aluno (a),

Te convido para realizar a atividade experimental, que será realizado de forma virtual, por meio de uma simulação proposta no guia. Assim, te apresento alguns passos que deverão ser aplicados antes de realizar a atividade. Juntamente com este roteiro de orientação, você receberá um software para ser instalado em seu computador, como também, uma pasta zipada, que conterà o guia de atividade e o simulador.

Para o procedimento da instalação do software e da realização da atividade proposta no guia, lhe apresento os passos que deverão serem seguidos:

**Passo 1** - Você baixará o software modellus 4.01, cujo link foi compartilhado no seu e-mail.

**Passo 2** - Seguir os procedimentos de instalação.

**Passo 3** – Então você fará o download e salvará na área de trabalho do seu computador.

**Passo 4** – Conferir se nos anexos do e-mail há, o guia de atividade experimental virtual e o simulador com o seguinte nome, “bola\_chão\_experimento1.modellus”.

**Passo 5** – Se houver ocorrido algum problema com a realização dos passos 1 a 4, por favor, entrar em contato o mais breve possível, para que eu possa lhe orientar.

**Passo 6** – Após ter realizado as ações apresentadas anteriormente, você deverá imprimir o guia de atividade e depois ler atentamente para a realização da atividade experimental.

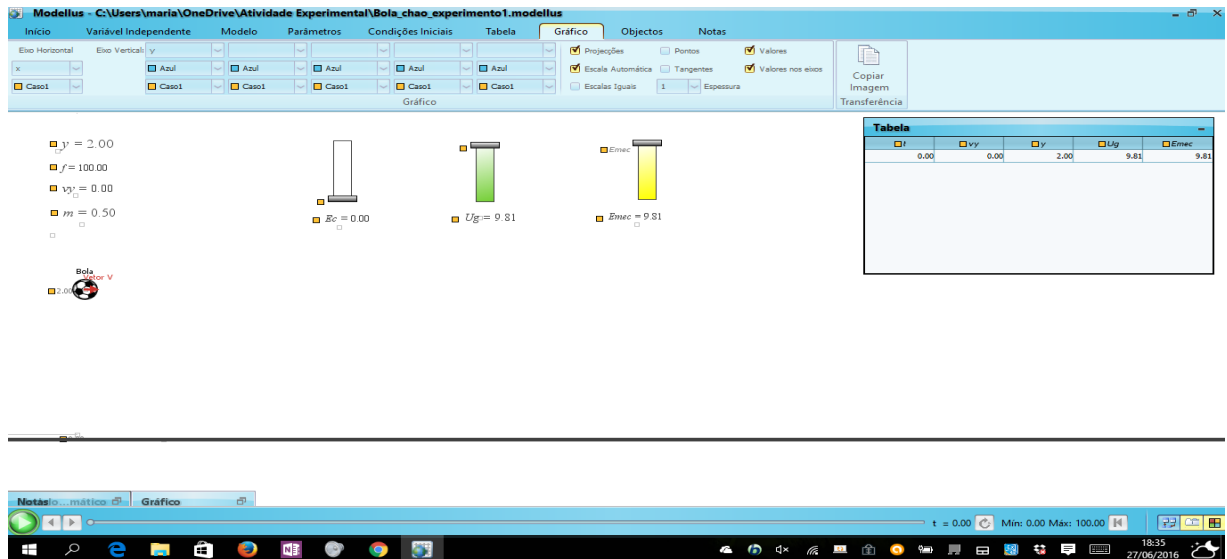
**Passo 7** – Realizar todas as ações propostas no guia, sem pular nenhuma ação pois é o que estaria sendo feito em sala de aula presencial. A organização didática da atividade é bem precisa e necessita que o estudante realize todos os passos de forma sequenciada para que o aprendizado seja o melhor possível.

**Passo 8** – Após ter realizado as ações e ter respondido as perguntas que se apresentam no guia, deverá escanear cada folha e enviar-me por e-mail.

**Observação:** Você terá um prazo de 10 dias para entregar o seu resultado. Por favor, não deixe para última hora, após a entrega dessa atividade, receberá um questionário com três perguntas para serem respondidas e dessas, marcaremos a entrevista para ser feita pelo Skype.

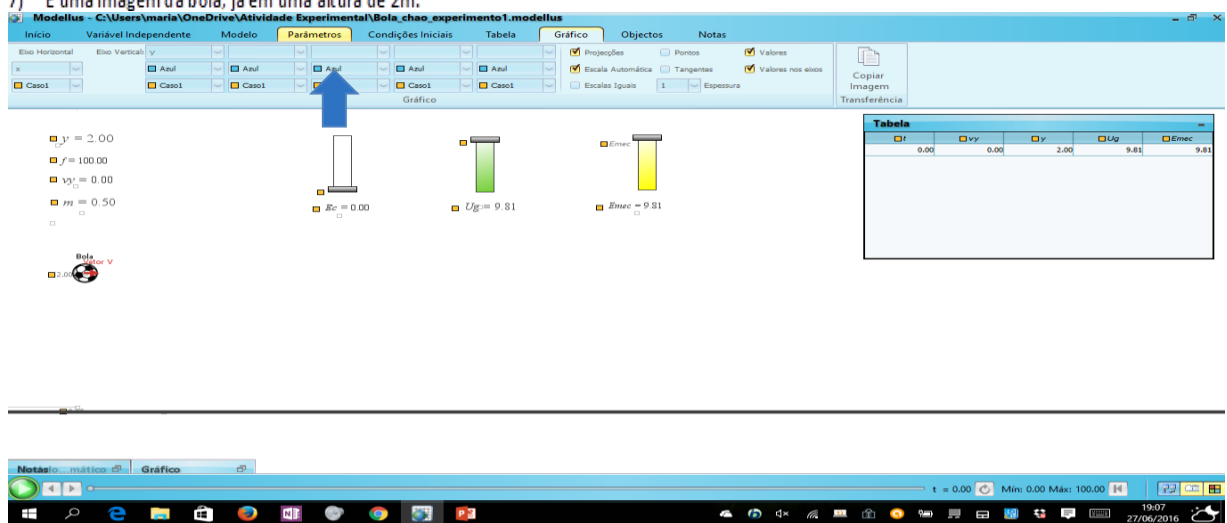
## APÊNDICE (H)

# TUTORIAL RESUMIDO PARA UTILIZAR A SIMULAÇÃO BOLA- CHÃO-EXPERIMENTO 1- MODELLUS 4.01

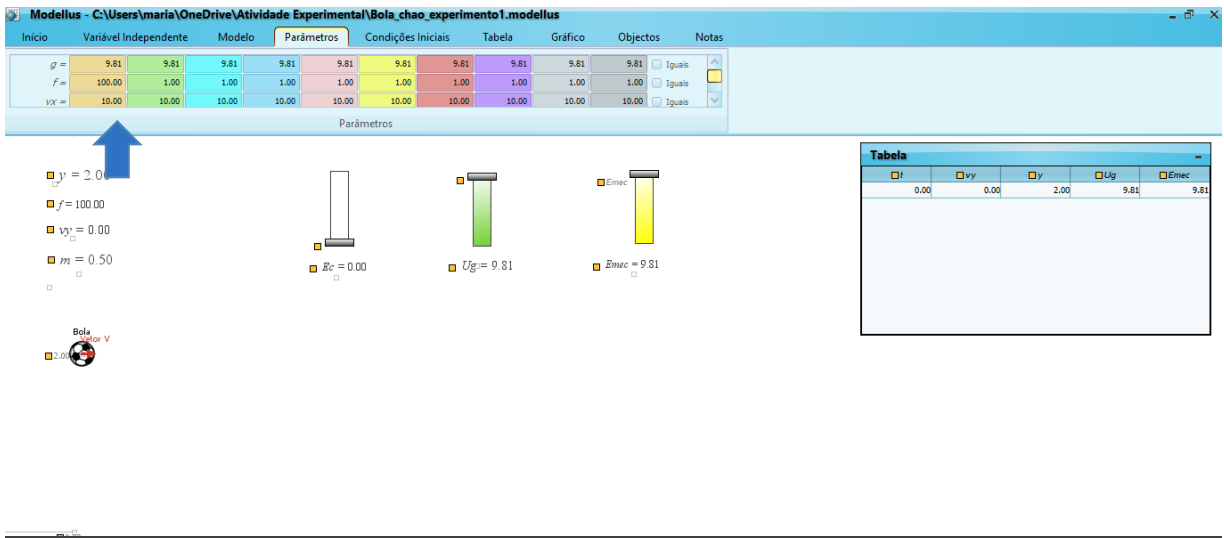


Essa é a página da simulação, com algumas apresentações. Sendo elas:

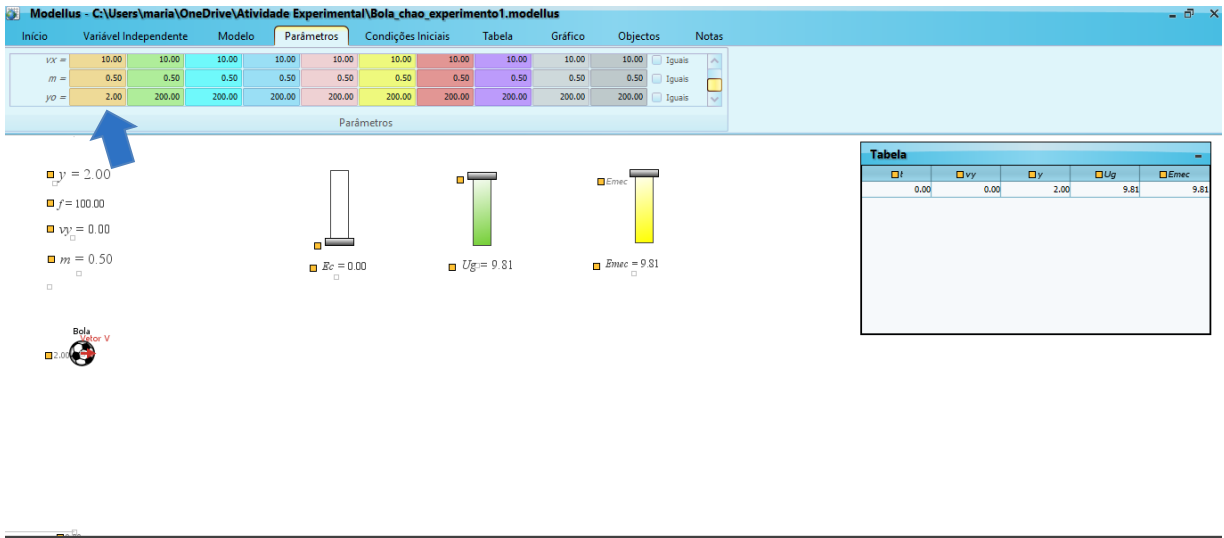
- 1) Uma tabela que apresentará alguns valores.
- 2) Três barras de energia, com seus respectivos valores.
- 3) Ao lado das barras, tem também, algumas informações, como: massa da bola, velocidade de y, conservação de energia e altura.
- 4) Na barra de cima, tem os links, início, variável independente, modelo, parâmetros, condições iniciais, tabela, objetos, notas. Sendo que esses, você poderá clicar neles para alterar a sua simulação, conforme o que se pede para a simulação.
- 5) Na barra de baixo, tem notas, que poderá clicar em cima para aparecer, gráfico, podendo clicar em cima também para aparecer e a tabela de matemático que é o cálculo para realizar a simulação, porém esse não fará nada.
- 6) O botão verde é para iniciar a simulação, como também para pausar. Ao lado direito do botão verde, tem um botão para reiniciar a simulação, que está localizado ao lado do t (tempo) e tem o botão para voltar.
- 7) E uma imagem da bola, já em uma altura de 2m.



Onde está escrito (Parâmetros) em amarelo, clicar em cima. Aparecerá uma janela com uma tabela.



- 1) Com a janela já aberta de parâmetros, poderá fazer a alteração dos valores da coluna de cor alaranjado.
- 2) Clicando na seta para baixo, observará outros parâmetros que estão ocultos.
- 3) Leia o guia de atividade e verifique os valores apresentados nas propostas e faça a alteração, conforme o que se pede.



- 1) Clicando na seta para baixo, aparecerá outros parâmetros que estavam ocultos.
- 2) Considere somente a coluna alaranjado dos parâmetros.

Modellus - C:\Users\maria\OneDrive\Atividade Experimental\Bola\_chao\_experimento1.modellus

Variação	Variação	Variação	Variação	Variação	Variação	Variação	Variação	Variação	Variação	Variação	Variação
$v_y =$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Iguais
$y =$	2.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	Iguais
$x =$	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Iguais

Condições Iniciais

$y = 2.00$   
 $f = 100.00$   
 $v_y = 0.00$   
 $m = 0.50$

$E_c = 0.00$   
 $U_g = 9.81$   
 $E_{mec} = 9.81$

t	$v_y$	$y$	$U_g$	$E_{mec}$
0.00	0.00	2.00	9.81	9.81

Modelo...mático Gráfico

t = 0.00 Min: 0.00 Máx: 100.00

19:24 27/06/2016

- 1) Clique no link onde tem (Condições iniciais).
- 2) Aparecerá, uma tabela com colunas, considere a coluna alaranjado para ser alterado.
- 3) Leia o guia de atividade e verifique os valores apresentados nas propostas e faça a alteração, conforme o que se pede.

Modellus - C:\Users\maria\OneDrive\Atividade Experimental\Bola\_chao\_experimento1.modellus

Energia Cinética Variável:  $E_c$   
 Máximo: 10.00 Passo: 0.1  
 Mínimo: 0.00

Variável Cor (Cheio): Azul  
 Valor Cor (Vazio): Branco  
 Limites

$y = 2.00$   
 $f = 100.00$   
 $v_y = 0.00$   
 $m = 0.50$

$E_c = 0.00$   
 $U_g = 9.81$   
 $E_{mec} = 9.81$

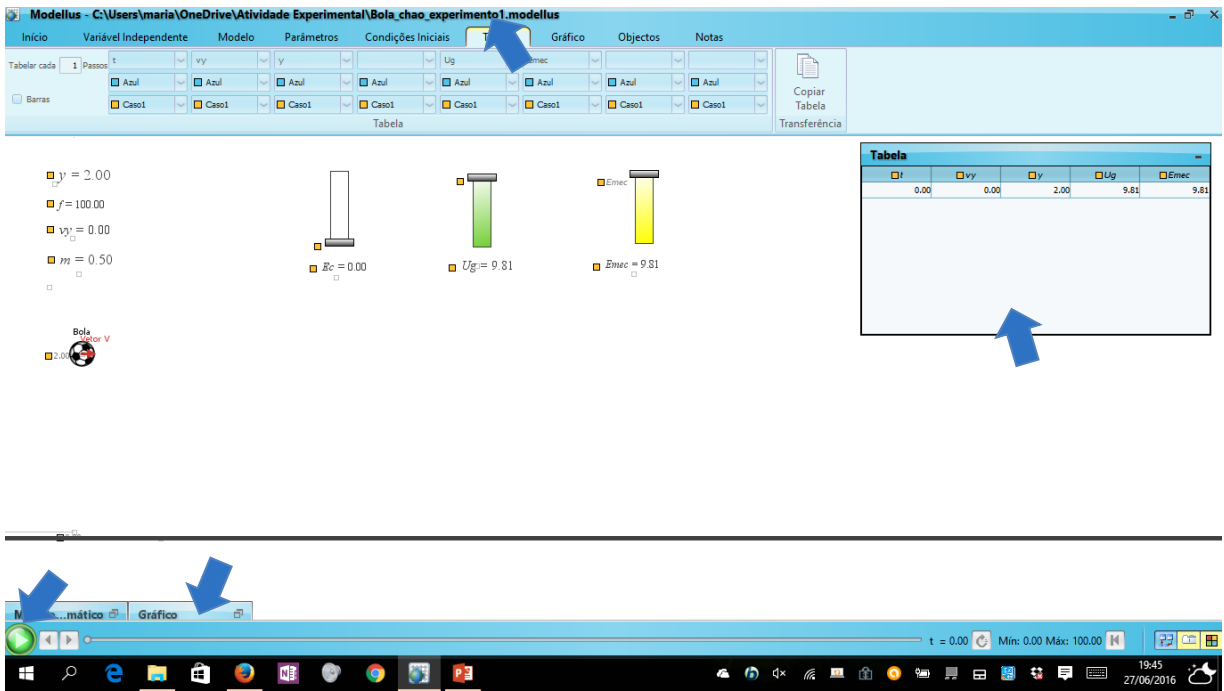
t	$v_y$	$y$	$U_g$	$E_{mec}$
0.00	0.00	2.00	9.81	9.81

Modelo...mático Gráfico

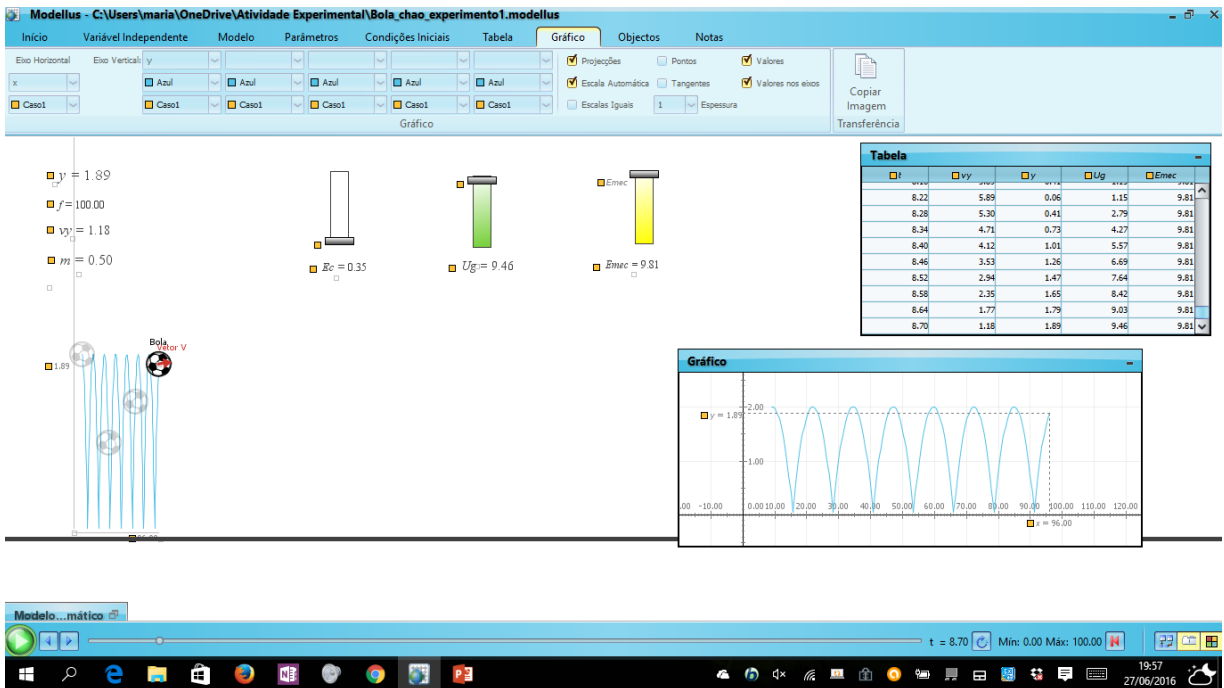
t = 0.00 Min: 0.00 Máx: 100.00

19:31 27/06/2016

- 1) Para verificar as barras de energias, pode clicar em cima da barra.
- 2) Aparecerá uma janela, da barra da energia  $E_c$ , verificará o mínimo sendo zero e o máximo, pode colocar 10 ou podendo variar, no que achar apropriado para verificar.
- 3) Em seguida, poderá fazer a mesma coisa para a barra da energia  $U_g$ , como também, para  $E_{mec}$ .
- 4) Tenta observar o que ocorre com as barras e com a tabela ao lado, quando tiver rodando a simulação.
- 5) Quando necessário, sempre observe o valor do mínimo e do máximo das barras de energias, clicando em cima delas e fazendo a alteração, se necessário.



- 1) Clicando em tabela, poderá observar que o caso 1 refere as informações que estão em laranja nos parâmetros e nas condições já visto e alterado anteriormente.
- 2) Clicando no botão verde localizado na barra de baixo, a simulação iniciará e a tabela apresentada ao lado das barras de energia, será preenchida com as informações adquiridas com o quicar da bola.
- 3) Clicando em gráfico, poderá visualizar o movimento da bola demonstrada no gráfico.



- 1) Tente observar todos os detalhes da simulação.
- 2) Observe a tabela, verificando os valores, veja se confere.
- 3) Para retornar e repetir a simulação, clique no botão vermelho.

The screenshot shows the Modelus software interface. The top menu bar includes 'Início', 'Variável Independente', 'Modelo', 'Parâmetros', 'Condições Iniciais', 'Tabela', 'Gráfico', 'Objectos', and 'Notas'. The 'Ficheiro' menu is open, showing options like 'Novo', 'Guardar', and 'Guardar como'. The 'Parâmetros' tab is active, displaying various simulation parameters. A table of data is visible on the right, and a simulation window at the bottom shows a ball on a spring.

t	y	vy	y	Ug	Emec
43.44	-5.89	0.41	1.15	9.81	
43.50	5.89	0.06	1.15	9.81	
43.56	5.30	0.41	2.79	9.81	
43.62	4.71	0.73	4.27	9.81	
43.68	4.12	1.01	5.57	9.81	
43.74	3.53	1.26	6.69	9.81	
43.80	2.94	1.47	7.64	9.81	
43.86	2.35	1.65	8.42	9.81	
43.92	1.77	1.79	9.03	9.81	

- 1) Para dar uma pausa na simulação, clique no botão verde.
- 2) Para salvar a simulação, para mais tarde continuar onde parou, clicar no link (Início) e depois no link (guardar como).
- 3) Salve com um nome adequado.

## CONSIDERAÇÕES

- Esse tutorial, não tem todas as informações completas para explorar a simulação.
- Mas, terá condições iniciais para começar a explorar a simulação com este resumo.
- O objetivo maior, que você consiga utilizar gradativamente a simulação e observar o que está ocorrendo.
- Extrair informações e transcrever para o guia, respondendo as perguntas apresentadas no guia.
- Para cada tentativa, explorar um pouco mais.
- Desejo sucesso!



## APÊNDICE (I)



### GUIA PARA UTILIZAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL NO LABORATÓRIO DIDÁTICO VIRTUAL (SIMULAÇÃO)

Curso: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/2016

Código Privado: (\_\_\_\_\_)

Observação: O nome será substituído pelo código privado.

#### EXPERIMENTO VIRTUAL - 1

### 1. Instruções

Caro (a) aluno (a), este é uma proposta de atividade experimental por meio de um simulador que deve ser desenvolvida no seu computador. Leia atentamente as orientações e anote todas informações solicitadas. A proposta de atividade experimental está relacionada às situações que envolvam a queda de uma bola, analisando as variações das energias potencial gravitacional, cinética e mecânica. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. Siga os passos abaixo e boa atividade.

### 2 – Atividade

2.1 Para o desenvolvimento da atividade, você utilizará o software Modellus 4.01, disponibilizado pelo google drive, baixe e instale em seu computador. Após instalado, verifique se o simulador esteja funcionando adequadamente. Procure em seu computador, onde foi instalado o simulador, em seguida, com o botão esquerdo do mouse dê duplo clique abrindo o programa, obtendo uma tela inicial.

Tente explorar as ferramentas do simulador, observando os detalhes e suas indicações. Onde há a indicação com o nome de “Parâmetros”, você observará as variáveis e os valores que permanecem constantes durante toda a simulação, mas que você pode alterar antes de iniciarmos a simulação. Para isso, basta você clicar sobre a aba “Parâmetros” e modificar o parâmetro desejado. Os parâmetros para esta simulação são:

g = aceleração gravitacional ( $m/s^2$ );  
f = considerado como fator de conservação de energia;  
vx = velocidade da bola na horizontal (m/s);  
m = massa da bola (g);  
y0 = altura inicial (m).

2.2 Na aba “Condições iniciais”, temos três grandezas que podemos modificar o valor inicial.

São elas:

vy = velocidade inicial (m/s) (positivo para cima; negativo para baixo);  
y = altura inicial (m);  
x = posição inicial na horizontal (m).

### 3 - Procedimentos

Nesta atividade iremos utilizar a técnica descrita como P.O.E. (Predizer-Observar-Explicar). Esta técnica consiste em fazer com que você, tente predizer o que irá ocorrer antes da atividade experimental simulada e registre. Em seguida, você desenvolva a atividade simulada, observando o que acontece e também registrando. Finalmente, compara o que você esperava que fosse acontecer com o que foi desenvolvido, tentando explicar diferenças entre o observado e o previsto, caso exista diferenças. Siga esta técnica, para aproveitar melhor o resultado do seu trabalho.

*Para responder os itens abaixo, utilize quaisquer fórmulas ou conceitos relacionados ao que você já estudou e se desejar, desenhe nos retângulos a representação.*

**3.2 Considerando uma bola qualquer de 0,50 kg de massa, sendo abandonada horizontalmente de uma altura de 2m. Fica colidindo com o chão, de maneira perfeitamente elástica.**

**3.2.1 Previsão:** Antes de simular, o que você acha que irá acontecer durante a queda e a subida, com relação?

a) A trajetória da bolinha: \_\_\_\_\_

b) A energia cinética: \_\_\_\_\_

c) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_

d) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

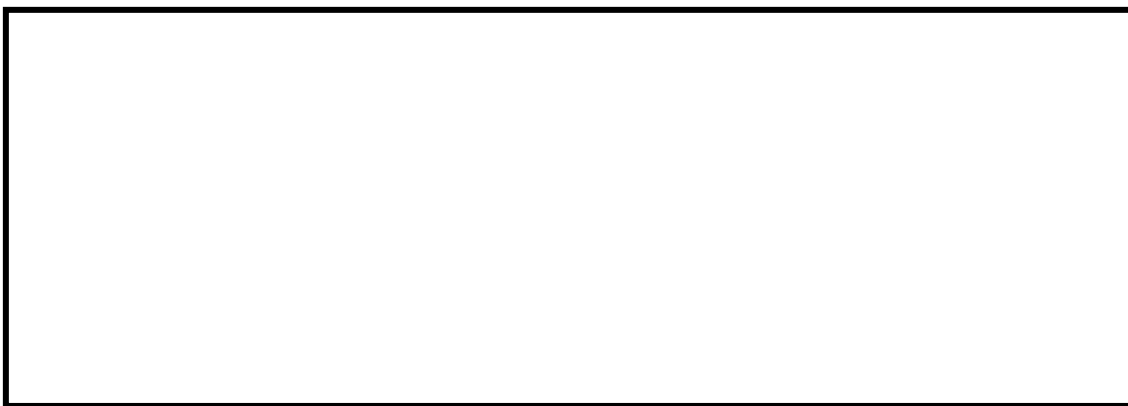
*Prediga o que irá acontecer durante a colisão com:*

a) A energia cinética: \_\_\_\_\_

b) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_

c) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

d) Alguma delas se conserva? \_\_\_\_\_




**3.2.2 Proposta de simulação (A):**

Baseado na proposta de previsão para o problema no item 3.2, agora você testará, considerando as informações apresentadas na tabela a seguir.

**3.2.3 Verificação:** Para essa simulação verifique se:

Parâmetros					Condições Iniciais		
g	f	vx	m	yo	vy	y	x
9.81	100.00	10.00	0.50	2.00	0.00	2.00	100.00



Clique no botão  da janela de controle e descreva o que aconteceu durante a subida e descida com:

### 3.2.4 Resposta

a) A trajetória da bolinha: \_\_\_\_\_

b) A energia cinética: \_\_\_\_\_

c) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_

d) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

*O que aconteceu durante a colisão com:*

a) A energia cinética: \_\_\_\_\_

b) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_

c) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

d) Alguma delas se conserva? \_\_\_\_\_

### 3.2.5 Comparação

O que você previu e o que aconteceu na atividade experimental, diferiram em alguma coisa? Por quê?

---



---



---



---

## 3.3 Considere as mesmas condições iniciais da atividade 3.2, modificando apenas a massa para 2 kg.

3.3.1 **Previsão:** O que você acha que irá acontecer durante a queda e a subida, com relação?

a) A trajetória da bolinha: \_\_\_\_\_

b) A energia cinética: \_\_\_\_\_

c) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_

d) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

*Prediga o que irá acontecer durante a colisão com:*

a) A energia cinética: \_\_\_\_\_

- b) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_
- c) A energia mecânica: \_\_\_\_\_
- d) Alguma delas se conserva? \_\_\_\_\_

### 3.3.2 Proposta de simulação (B):

Baseado na proposta de previsão para o problema no item 3.3, agora você testará, considerando as informações a seguir.

**3.3.3 Verificação:** Na aba “Parâmetros” modifique apenas o valor da massa para 2 kg. Execute a simulação e verifique o que irá ocorrer com:

- a) A trajetória da bolinha: \_\_\_\_\_
- b) A energia cinética: \_\_\_\_\_
- c) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_
- d) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

**Comparação:** O que você previu e o que aconteceu na simulação, diferiram em alguma coisa? Por quê?

---



---



---



---

**3.4-** Nesta simulação uma bolinha, de 0.40kg é jogada para baixo verticalmente de uma altura de 2m e fica colidindo com o chão, de maneira perfeitamente elástica. A velocidade de lançamento será de -10m/s

3.4.1 **Previsão:** Antes de simular, o que você acha que irá acontecer durante a queda e a subida, com relação?

- a) A trajetória da bolinha: \_\_\_\_\_  
 b) A energia cinética: \_\_\_\_\_  
 c) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_  
 d) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

Prediga o que irá acontecer durante a colisão com:


- a) A energia cinética: \_\_\_\_\_  
 b) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_  
 c) A energia mecânica: \_\_\_\_\_  
 d) Alguma delas se conserva? \_\_\_\_\_

### 3.4.2 Proposta de simulação (C):

Baseado na proposta de previsão para o problema no item 3.4, agora você testará, considerando as informações apresentadas na tabela a seguir.

3.4.3 **Verificação:** Para essa simulação verifique se:

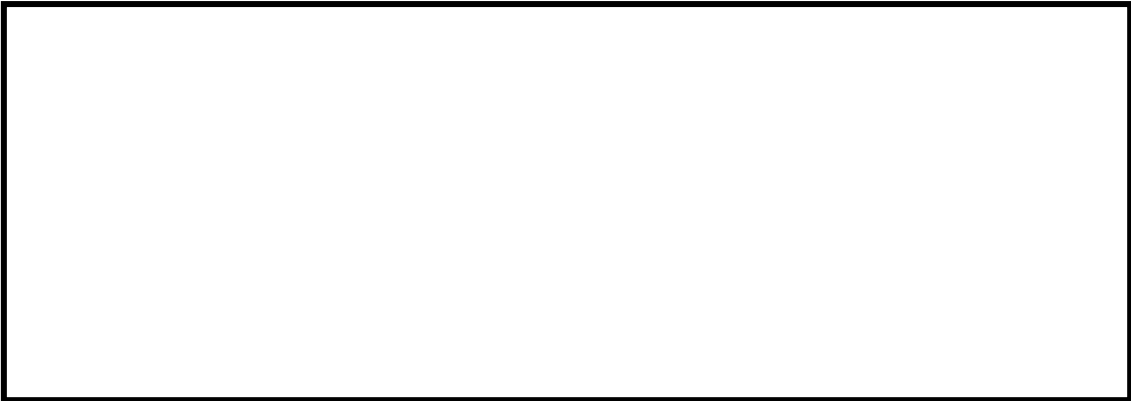
Parâmetros					Condições Iniciais		
g	f	v <sub>x</sub>	m	y <sub>0</sub>	v <sub>y</sub>	y	x
9.81	100.00	10.00	0.40	2.00	-10.00	2.00	100.00

Clique no botão  da janela de controle e descreva o que aconteceu durante a subida e descida com:

- a) A trajetória da bolinha: \_\_\_\_\_  
 b) A energia cinética: \_\_\_\_\_  
 c) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_  
 d) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

O que aconteceu durante a colisão com:

- a) A energia cinética: \_\_\_\_\_  
 b) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_  
 c) A energia mecânica: \_\_\_\_\_  
 d) Alguma delas se conserva? \_\_\_\_\_



**3.4.4 Comparação:** O que você previu e o que aconteceu na simulação, diferiram em alguma coisa? Por quê?

---



---



---

**3.5 - Nesta simulação uma bolinha, de 0.50kg é abandonada horizontalmente de uma altura de 1.50m e fica colidindo com o chão, de maneira inelástica. Para essa situação vamos considerar que há uma conservação de 90% da energia ( $f = 90$ )**

**3.5.1 Previsão:** Antes de simular, o que você acha que irá acontecer durante a queda e a subida, com relação?

a) A trajetória da bolinha: \_\_\_\_\_

b) A energia cinética: \_\_\_\_\_

c) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_

d) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

Prediga o que irá acontecer durante a colisão com:

a) A energia cinética: \_\_\_\_\_

b) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_

c) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

d) Alguma delas se conserva? \_\_\_\_\_




### 3.5.2 Proposta de simulação (D):

Baseado na proposta de previsão para o problema no item 3.5, agora você testará, considerando as informações apresentadas na tabela a seguir.

3.5.3 **Verificação:** Para essa simulação verifique se:

Parâmetros					Condições Iniciais		
g	f	vx	m	yo	vy	y	x
9.81	90.00	10.00	0.50	1.50	0.00	1.50	100.00



Clique no botão  da janela de controle e descreva o que aconteceu durante a subida e descida com:

- A trajetória da bolinha: \_\_\_\_\_
- A energia cinética: \_\_\_\_\_
- A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_
- A energia mecânica: \_\_\_\_\_

Prediga o que irá acontecer durante a colisão com:

- A energia cinética: \_\_\_\_\_
- A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_
- A energia mecânica: \_\_\_\_\_
- Alguma delas se conserva? \_\_\_\_\_



3.5.4 **Comparação:** O que você previu e o que aconteceu na simulação, diferiram em alguma coisa? Por quê?

---



---



---

**3.6 Nesta simulação uma bolinha, de 0.50kg é abandonada horizontalmente de uma altura de 2m e fica colidindo com o chão, de maneira superelástica. Para essa situação vamos considerar que há uma conservação de 110% da energia ( $f = 110$ )**

3.6.1 **Previsão:** Antes de simular, o que você acha que irá acontecer durante a queda e a subida, com relação?

- A trajetória da bolinha: \_\_\_\_\_
- A energia cinética: \_\_\_\_\_

c) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_

d) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

Prediga o que irá acontecer durante a colisão com:

a) A energia cinética: \_\_\_\_\_

b) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_

c) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

d) Alguma delas se conserva? \_\_\_\_\_




### 3.6.2 Proposta de simulação (E):

Baseado na proposta de previsão para o problema no item 3.6, agora você testará, considerando as informações apresentadas na tabela a seguir.

3.6.3 **Verificação:** Para essa simulação verifique se:

Parâmetros					Condições Iniciais		
g	f	vx	m	yo	vy	y	x
9.81	110.00	10.00	0.50	1.50	0.00	1.50	100.00



Clique no botão  da janela de controle e descreva o que aconteceu durante a subida e descida com:

a) A trajetória da bolinha: \_\_\_\_\_

b) A energia cinética: \_\_\_\_\_

c) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_

d) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

Prediga o que irá acontecer durante a colisão com:

a) A energia cinética: \_\_\_\_\_

b) A energia potencial gravitacional: \_\_\_\_\_

c) A energia mecânica: \_\_\_\_\_

d) Alguma delas se conserva? \_\_\_\_\_





**Comparação:** O que você previu e o que aconteceu na simulação, diferiram em alguma coisa? Por quê?

---

---

---

---

## APÊNDICE (J)



**QUESTIONÁRIO POSTERIOR – PÓS-TESTE  
INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS – COLETA DE DADOS  
POSTERIOR**

Curso: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2016

Fone: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

Código Privado: (\_\_\_\_\_)

Observação: O nome será substituído pelo código privado.

**Para responder as questões abaixo, utilize fórmulas, diagramas, desenhos, gráficos, o que considerar necessário.**

- 1) Ao abandonarmos uma bola de massa igual a 0,5kg de um prédio de 10m, terá uma colisão elástica com o solo, o que irá ocorrer com:
  - a) A velocidade da bola
  - b) A altura da bola
  - c) Energia cinética
  - d) Energia potencial gravitacional
  
- 2) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega, o que é “Conservação da Energia Mecânica”. Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.
  
- 3) Diga, com as suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega, o que é “Conservação da quantidade de movimento”. Para tanto, você poderá utilizar equações, tabelas, gráficos, desenhos e, é claro, texto escrito.

**APÊNDICE (L)****PERGUNTA DA PRIMEIRA ENTREVISTA REALIZADA PELO SKYPE COM ESTUDANTES DO CURSO DE FÍSICA NA MODALIDADE A DISTÂNCIA.**

Perguntas aleatórias conforme o que ocorrer durante a entrevista.

- 1) Seu nome completo e instituição?
- 2) O semestre e disciplina que está fazendo?
- 3) Por que você escolheu Física?
- 4) Você tem outra formação (graduação)?
- 5) Quantas horas você tira para estudar por dia ou por semana?
- 6) Quais são as ferramentas de estudo que você utiliza para ajudar na sua compreensão do conteúdo na disciplina experimental?
- 7) Você participa de algum grupo de rede social para ajudar nos estudos? Qual?
- 8) Você tem finalidade de estudar sozinho sem a presença do professor?
- 9) Quais as ferramentas que você mais utiliza na plataforma da sala virtual?
- 10) Por que você escolheu estudar na modalidade a distância?

## **APÊNDICES (M) E OS ANEXOS**

### **APÊNDICES (M)**

**SÃO AS ENTREVISTAS COM AS TRANSCRIÇÕES, REALIZADAS PELO SKYPE;  
OS CÓDIGOS DOS GESTOS; OS RESULTADOS DAS EXPERIÊNCIAS.**

### **ANEXOS**

**SÃO OS PPC DAS INSTITUIÇÕES.**

**OS APÊNDICES (L) E OS ANEXOS, ESTÃO DISPONIBILIZADOS NO CD E NO  
PENDRIVE.**