

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Josemar Alves

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA INTEGRADO PARA
IMPLEMENTAÇÃO DE TAREFAS AVALIATIVAS REFLEXIVAS E
FORMATIVAS CONTÍNUAS**

Santa Maria, RS
2018

Josemar Alves

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA INTEGRADO PARA IMPLEMENTAÇÃO
DE TAREFAS AVALIATIVAS REFLEXIVAS E FORMATIVAS CONTÍNUAS**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Área de Concentração em Educação Científica: Processos de Ensino e Aprendizagem na Escola, na Universidade e no Laboratório de Pesquisa, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutor em Educação em Ciências**.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Andreas Sauerwein

Santa Maria, RS
2018

Alves, Josemar

Desenvolvimento de um sistema integrado para
implementação de tarefas avaliativas reflexivas e
formativas contínuas / Josemar Alves.- 2018.

166 p.; 30 cm

Orientador: Ricardo Andreas Sauerwein

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e
Saúde, RS, 2018

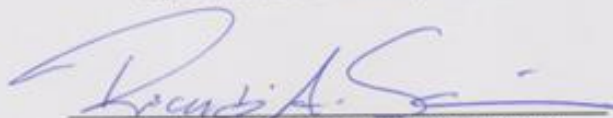
1. Atividades avaliativas-formativas 2. Atividades
avaliativas-reflexivas 3. Tecnologias de Informação e
Comunicação 4. Plataformas online I. Sauerwein, Ricardo
Andreas II. Título.

Josemar Alves

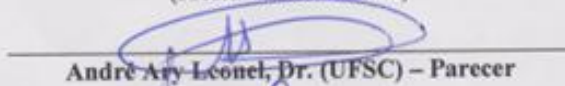
**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA INTEGRADO PARA IMPLEMENTAÇÃO
DE TAREFAS AVALIATIVAS REFLEXIVAS E FORMATIVAS CONTÍNUAS**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Área de Concentração em Educação Científica: Processos de Ensino e Aprendizagem na Escola, na Universidade e no Laboratório de Pesquisa, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutor em Educação em Ciências**.

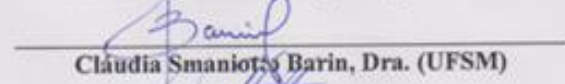
Aprovado em 19 de março de 2018:



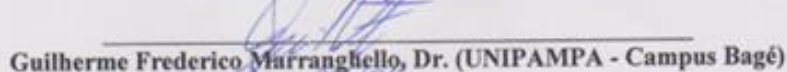
Ricardo Andreas Sauerwein, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



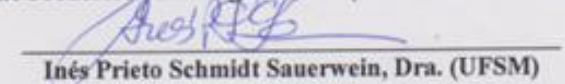
André Ary Leonel, Dr. (UFSC) – Parecer



Cláudia Smaniotto Barin, Dra. (UFSM)



Guilherme Frederico Marranghelo, Dr. (UNIPAMPA - Campus Bagé)



Inés Prieto Schmidt Sauerwein, Dra. (UFSM)

Santa Maria, RS
2018

AGRADECIMENTOS

A caminhada que me trouxe até a concretização deste trabalho não foi nada fácil, mas o incentivo e a compreensão de diversas pessoas tornaram a consecução desse percurso viável para mim. Entre essas pessoas, eu gostaria de agradecer:

- A Deus, primeiramente, por me prover de força e coragem.
- Ao professor Ricardo, pelas orientações, pelo trabalho conjunto e, em especial, pela paciência demonstrada nas orientações.
- Aos meus pais (Laura e José) e demais familiares, pelo apoio dado e pela compreensão de minha ausência.
- À Gislaine, minha companheira de vida, pelo apoio, compreensão, amor e carinho.
- Aos professores da banca examinadora, pela leitura crítica, sugestões e contribuições realizadas.
- A todos os colegas do grupo MPEAC, em especial, ao Muryel, Dioni, Francis, Saul, Daniele e Luiz, pelos momentos de convivência e de trabalho.
- Aos professores do PPG-Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde e aos colegas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho.

RESUMO

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA INTEGRADO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE TAREFAS AVALIATIVAS REFLEXIVAS E FORMATIVAS CONTÍNUAS

AUTOR: Josemar Alves

ORIENTADOR: Ricardo Andreas Sauerwein

Neste trabalho, desenvolvemos um sistema para a implementação de atividades avaliativas-reflexivas e/ou atividades avaliativas-formativas (SARF) que foi concebido em uma etapa de pesquisa conduzida no âmbito da *Educational Design Research* (EDR). Esta concepção de pesquisa — EDR — tem como uma de suas principais características a associação da investigação científica com o encaminhamento efetivo de uma possível solução a um problema específico, ou problemática, do processo de ensino e aprendizagem identificado em um ambiente real. O SARF é constituído por metodologias didáticas e ferramentas computacionais que viabilizam a implementação dessas metodologias na prática. Os aspectos metodológicos do SARF são os seguintes: (a) atividades didáticas baseadas em tarefas, cuja implementação permeia todo o processo de ensino e aprendizagem, são classificadas em duas categorias — atividades avaliativas-formativas (AF) e atividades avaliativas-reflexivas (AR); (b) atividades didáticas em que os alunos produzem resoluções (tarefas) somente se encerram quando os estudantes recebem *feedbacks*; (c) os *feedbacks* fornecidos aos estudantes devem ser qualificados — ir além de suas notas/aproveitamentos; e (d) os *feedbacks* devem ser fornecidos com frequência e o mais rápido possível, de modo que os estudantes possam utilizá-los efetivamente durante o processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, implementar na prática atividades didáticas desenvolvidas segundo as especificações anteriores é difícil devido à sobrecarga do professor em relação ao tempo necessário para avaliá-las e fornecer *feedbacks* qualificados. Nesse sentido, o SARF incorpora ferramentas computacionais adequadas capazes de automatizar total ou parcialmente o trabalho do professor, de modo que o ciclo completo de uma atividade didática — o qual termina quando o aluno recebe um *feedback* para a tarefa que realizou — seja completado no menor tempo possível. O SARF vem sendo implementado como suporte de um conjunto integrado de atividades didáticas para alunos de Cursos de Engenharia da disciplina de Física Geral e Experimental I de uma universidade federal e de atividades de Termodinâmica para alunos de Ensino Médio em recuperação paralela de um colégio federal. As atividades de Física Geral e Experimental I fazem parte de um trabalho colaborativo para o qual a presente pesquisa contribui com o fornecimento de ferramentas de apoio ao docente dado pelo SARF. Já nas atividades realizadas no contexto do colégio federal, este trabalho, além do SARF, contribui com a adaptação de um conjunto de AD de Termodinâmica próprias desenvolvidas anteriormente a sua integração com atividades do professor regente do já referido colégio. Ambas as aplicações do SARF estão sendo realizadas em projetos conduzidos no âmbito da EDR e, conseqüentemente, cada etapa de sua aplicação (e desenvolvimento) vem sendo analisada de acordo com essa concepção de pesquisa. Nesse sentido, com as análises que vêm sendo realizadas no contexto deste trabalho, objetivamos investigar a viabilidade do SARF quanto às seguintes dimensões: (1) técnica; (2) didática, segundo a perspectiva do aluno; e (3) didática, segundo a perspectiva do professor. Os resultados obtidos com essas implementações indicaram, principalmente, que o SARF é útil no sentido de viabilizar a implementação contínua de AF e/ou AR em âmbitos reais de ensino e aprendizagem. Além disso, esses resultados evidenciaram, também, que o uso da plataforma *online* *gxq* — que é uma ferramenta computacional que desenvolvemos e que faz parte do SARF — pode ser generalizado para outros contextos educacionais.

Palavras-chave: Atividades avaliativas-formativas. Atividades avaliativas-reflexivas. Tecnologias de Informação e Comunicação. Plataformas *online*.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED SYSTEM FOR THE IMPLEMENTATION OF CONTINUOUS REFLECTIVE AND FORMATIVE EVALUATION ACTIVITIES

AUTHOR: JOSEMAR ALVES
ADVISOR: RICARDO ANDREAS SAUERWEIN

In this work, a system for the implementation of reflective evaluation activities and/or formative evaluation activities (SRFA) was developed. It was based on the Educational Design Research (EDR) method, which concept has as one of its main characteristics the association of scientific research with the effective referral of a possible solution to specific problems of the teaching and learning processes identified in a real environment. SRFA is composed of didactic methodologies and computational tools that enable the implementation of these methodologies in practice. The methodological aspects of SRFA are as follows: (a) task-based didactic activities, which implementation occurs along of whole process of teaching and learning, are classified into two categories — formative evaluation activities (FA) and reflexive evaluation activities (RA); (b) didactic activities in which student produce solutions (tasks) only end when the student receives feedback; (c) the feedback provided to the student must be qualified — more than just the student's grade; and (d) feedback should be provided frequently and as quickly as possible so that the student can use it effectively during their teaching and learning process. However, implementing didactic activities developed according to previous specifications is difficult because of the teacher's overload in relation to the time it takes to evaluate them and provide qualified feedback. Concerning this, the SRFA incorporates adequate computational tools which can fully or partially automate the work of the teacher, so that the complete cycle of a didactic activity — which ends when students receive feedback for the task performed — is completed in the shortest possible time. SRFA have been implemented as a support for an integrated set of didactic activities (DA) for a General and Experimental Physics I course, which is taught for students of engineering courses of a federal university, and for Thermodynamics activities, used with high school students of a federal public school. The activities used in the university course are part of a collaborative work in which the present project contributed to with SRFA supporting tools for the professor. In the activities carried out in the public school, this work, in addition to the SRFA, contributed to the adaptation of a set of Thermodynamics DA previously developed, and to their integration with the activities developed by the coordinator teacher. Both SRFA applications are being carried out in EDR projects, and, consequently, each stage of its application (and development) has been analyzed according to it. Thus, considering the analyzes carried out in the context of this work, we aim at investigating the feasibility of SRFA based on the following dimensions: (1) technique; (2) didactic according to the student's perspective; and (3) didactic according to the teacher's perspective. The results obtained with these implementations indicated, mainly, that SRFA are useful for enabling the continuous implementation of FA and/or RA in real teaching and learning environments. In addition, they also showed that the use of the online gxq platform — one of the computational tools developed which was part of the RFA — can be spread to other educational contexts.

Keywords: Formative evaluation activities. Reflective evaluation activities. Information and communication technologies. Online platforms.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Subciclos de um processo de pesquisa baseado em EDR	41
Figura 2 — Relação do trabalho descrito nesta tese como outros projetos desenvolvidos no grupo MPEAC.....	50
Figura 3 — Representação de um formulário eletrônico implementado via <i>Drupal</i>	70
Figura 4 — Representação esquemática da estrutura de uma questão (ou item) desenvolvida segundo o padrão de nosso banco de questões.....	76
Figura 5 — Em (i), exemplo de código fonte (em HTML) de uma questão. Em (ii), como a questão será visualizada em um navegador de internet.....	76
Figura 6 — Exemplo de texto-base criado a partir de nosso banco de questões.....	77
Figura 7 — Exemplos de questões de múltipla escolha	78
Figura 8 — Exemplo de uma questão resposta mista: texto curto e <i>upload</i> de arquivo.....	79
Figura 9 — Exemplo de questão com campo resposta do tipo texto longo	79
Figura 10 — Exemplo de uma AD complexa, implementada na plataforma gxq, em que diferentes tipos de questões são combinadas	80
Figura 11 — Exemplos de questões de escolha de opções do AMC: item 1 de escolha única; e item 2 de escolha múltipla	92
Figura 12 — Exemplo de questão de escolha numérica elaborada via AMC	92
Figura 13 — Parte superior de um teste gerado via <i>software</i> AMC.....	96
Figura 14 — Exemplar do campo destinado à justificativa de um teste gerado via AMC.....	97
Figura 15 — Exemplar de um <i>feedback</i> fornecido via <i>software</i> AMC	99
Figura 16 — Página inicial de um site implementado via plataforma gxq	105
Figura 17 — Página contendo os <i>links</i> de acesso às atividades didáticas disponibilizadas no gxq.....	106
Figura 18 — Tela de acesso às tabelas com o aproveitamento dos estudantes	106
Figura 19 — Painel que contém as ferramentas de gerenciamento de grupo.....	107
Figura 20 — Páginas de acesso às ferramentas de correção e de <i>feedback</i>	109
Figura 21 — Interface de correção individual de questões	110
Figura 22 — Interface de correção da opção página por aluno correção/comentário	111
Figura 23 — Questão 1 do questionário <i>online</i> I.....	131
Figura 24 — Questão 2 do questionário <i>online</i> I.....	131
Figura 25 — Questão 3 do questionário <i>online</i> I.....	132
Figura 26 — Questão 4 do questionário <i>online</i> I.....	133
Figura 27 — Respostas dos participantes para as questões 1 e 2 do questionário <i>online</i> I....	135
Figura 28 — Respostas dos participantes para a questão 3 do questionário <i>online</i> I.....	136
Figura 29 — Respostas dos participantes para a questão 4 do questionário <i>online</i> I.....	137

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 — Síntese das etapas de EDR que desenvolvemos em nosso trabalho.....	48
Quadro 2 — Respostas dos alunos acerca da plataforma <i>online</i> gxq.....	118
Quadro 3 — Respostas dos alunos ao questionário final quanto às questões acerca dos testes EaD.....	139
Quadro 4 — Respostas dos alunos ao questionário final quanto às questões acerca dos testes presenciais	144
Quadro 5 — Respostas dos alunos ao questionário final quanto às questões acerca dos conjuntos de avaliações (AF e AR) como um todo	147
Quadro 6 — Respostas dos alunos acerca do esquema de correção automática adotado	150
Quadro 7 — Respostas dos alunos ao questionário final quanto às questões acerca dos <i>feedbacks</i> fornecidos para as atividades avaliativas (AF e AR) como um todo	152

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Número de estudantes que usaram a plataforma ao mesmo tempo.....	116
Tabela 2 — Número de estudantes que usaram a plataforma gxq no contexto do ES	117
Tabela 3 — Tempo usado para executar cada uma das etapas do processo de avaliação dos TP.....	142

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD — atividades didáticas
ADC — atividade didática computacional
AF — atividades formativas-reflexivas
AI — atividade introdutória
AMC — Auto Multiple Choice
AR — atividades avaliativas-reflexivas
BIOE — Banco Internacional de Objetos Educacionais
EDR — Educational *Design Research*
EM — Ensino Médio
ENEM — Exame Nacional do Ensino Médio
ES — Ensino Superior
Graxaim/LVT — Graxaim/Laboratório Virtual de Termodinâmica
LabVirt — Laboratório Didático Virtual
MCT — Ministério da Ciência e Tecnologia
MCTIC — Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MEC — Ministério da Educação e da Cultura
MERLOT — *Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*
Moodle — *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*
MPEAC — Métodos e Processos de Ensino e Aprendizagem de Ciências
NIED — Núcleo de Informática aplicada à Educação
PDE — Pesquisa em *Design* Educacional
PhET — *Physics Education Technology*
PIBID — Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PP — prova presencial
PPGECQVS — Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
QF — questionário final
RP — resolução de problemas
SARF — sistema para a implementação de atividades avaliativas-reflexivas e/ou atividades avaliativas-formativas
SC — simulações computacionais
SGA — Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem
TIC — Tecnologias de Informação e Comunicação
TP — testes presenciais
UFSM — Universidade Federal de Santa Maria
UNICAMP — Universidade Estadual de Campinas
USP — Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	APRESENTAÇÃO.....	21
1.2	TRAJETÓRIA ACADÊMICA.....	22
1.3	JUSTIFICATIVA.....	24
1.4	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SARF.....	29
1.5	PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS.....	30
2	CONCEPÇÃO DE PESQUISA: EDUCATIONAL DESIGN RESEARCH	33
2.1	<i>EDUCATIONAL DESIGN RESEARCH</i>	33
2.2	CARACTERIZAÇÃO DA EDR.....	35
2.2.1	Características gerais da EDR	37
2.2.1.1	<i>Teoricamente orientada</i>	38
2.2.1.2	<i>Intervencionista</i>	39
2.2.1.3	<i>Colaborativa</i>	39
2.2.1.4	<i>Responsiva</i>	40
2.2.1.5	<i>Iterativa</i>	41
2.3	FASES DE UM CICLO COMPLETO DE PESQUISA BASEADA EM EDR.....	42
2.4	RESULTADOS DA PESQUISA EM EDR E SUA GENERALIZAÇÃO.....	44
2.5	PESQUISA EM EDR NO CONTEXTO DAS TIC.....	45
2.6	A EDR EM NOSSA PERSPECTIVA DE TRABALHO.....	48
3	ATIVIDADES DIDÁTICAS MEDIADAS POR TIC	55
3.1	AS TIC COMO RECURSOS DIDÁTICOS NO CONTEXTO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM.....	55
3.1.1	Algumas práticas didáticas que podem ser beneficiadas com o uso das TIC	59
3.1.2	Características de um recurso didático baseado em simulação computacional	61
3.2	TIC COMO PLATAFORMAS <i>ONLINE</i> DE ENSINO E APRENDIZAGEM.....	66
3.2.1	Etapas do trabalho desenvolvido que envolveram o uso das TIC	69
4	BANCO DE QUESTÕES	73
4.1	TIPOS DE QUESTÕES E SEUS ELEMENTOS BÁSICOS.....	75
4.1.1	Exemplos de questões de diversos tipos	77
5	SISTEMA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE ATIVIDADES AVALIATIVAS-REFLEXIVAS E/OU ATIVIDADES AVALIATIVAS-FORMATIVAS	83
5.1	NECESSIDADE DE DESENVOLVER E IMPLEMENTAR O SARF.....	83
5.2	CONJUNTO INTEGRADO DE AF E AR.....	85
5.3	O <i>SOFTWARE</i> AUTO MULTIPLE CHOICE.....	89
5.3.1	Mais detalhes	94
5.3.2	Exemplar de teste presencial elaborado via <i>software</i> AMC	95
5.4	PLATAFORMA <i>ONLINE</i> GXQ.....	100
5.4.1	Características e potencialidades da plataforma <i>online</i> gxq	101
5.4.2	Descrição da interface do gxq e suas ferramentas	104
5.4.3	Ferramentas de gestão e publicação de conteúdo	107
5.4.4	Ferramentas de banco de dados	109
5.4.5	Ferramentas de avaliação e <i>feedback</i>	109
6	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	113
6.1	IMPLEMENTAÇÃO DA PLATAFORMA GXQ.....	114

6.1.1	Percepção dos estudantes do ES acerca da plataforma <i>online gxq</i>	118
6.1.2	Entrevista com os profissionais que usaram a plataforma <i>gxq</i> na implementação de AF e AR	119
<i>6.1.2.1</i>	<i>Resultados obtidos com as entrevistas</i>	121
6.2	IMPLEMENTAÇÃO DOS TESTES EAD	128
6.2.1	Análise dos dados e resultados	134
6.2.2	Bloco de questões do QF acerca dos testes EaD	138
6.3	IMPLEMENTAÇÃO DOS TESTES PRESENCIAIS APOIADA PELO SOFTWARE AMC	140
6.3.1	Bloco de questões do QF acerca dos TP	143
6.4	ANÁLISE DO BLOCO DE QUESTÕES DO QF ACERCA DAS AF E AR DE FORMA GERAL	147
6.4.1	Questões específicas sobre os <i>feedbacks</i> das AR e AF	152
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	155
	REFERÊNCIAS	159
	APÊNDICE A — EXEMPLAR DE UM TESTE GERADO VIA SOFTWARE AMC	165
	APÊNDICE B — EXEMPLAR DO ROTEIRO USADO NA ENTREVISTA	166

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O presente texto está estruturado em seis capítulos. No capítulo 1, inicialmente, realizamos uma breve descrição da trajetória acadêmica do autor deste texto. Na sequência, explicitamos a problemática que motivou o desenvolvimento deste trabalho e justificamos sua relevância. Depois disso, caracterizamos, de maneira sintética, o sistema para a implementação de atividades avaliativas-reflexivas e/ou atividades avaliativas-formativas (SARF), o qual desenvolvemos como uma das possíveis soluções para a problemática explicitada. Por fim, delimitamos o problema de pesquisa, assim como os objetivos geral e específicos de nosso trabalho.

No capítulo 2, abordamos a concepção de pesquisa denominada *Educational Design Research* (EDR), segunda a qual balizamos o trabalho apresentado neste texto. Para tal, definimos o que é a EDR e especificamos as suas principais características.

Já no capítulo 3, discutimos a importância das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) como recursos didáticos, abordando algumas iniciativas que vêm sendo realizadas para viabilizar o acesso a esses materiais. Em seguida, discutimos algumas práticas didáticas que podem ser beneficiadas por meio do uso desses recursos tecnológicos. Após isso, caracterizamos o que são plataformas *online*, apresentando suas principais funcionalidades e ferramentas. Por fim, mapeamos o percurso percorrido durante o trabalho (prévio) que desenvolvemos, no qual utilizamos as TIC como recursos didáticos.

No capítulo 4, definimos o que é um banco de questões no contexto deste trabalho. Em seguida, justificamos a necessidade de desenvolver uma ferramenta desse tipo, bem como elencamos suas potencialidades. Por fim, descrevermos os tipos de questões que podem ser criadas por meio de nosso banco de questões e quais são as suas principais partes.

No capítulo 5, por sua vez, discutimos a necessidade de desenvolver um sistema para a implementação de atividades avaliativas-reflexivas e/ou atividades avaliativas-formativas. Em seguida, descrevemos quais atividades didáticas estamos categorizando como tarefas desses gêneros. Na sequência, descrevemos o *software* Auto Multiple Choice (AMC), o qual é uma das ferramentas que compõem o SARF e que investigamos no contexto de implementação do

referido sistema. Por fim, descrevemos a plataforma *online* gxq, a qual se configura como uma ferramenta computacional que desenvolvemos e que faz parte do SARF.

Finalmente, no capítulo 6, apresentamos e discutimos os dados que coletamos com o objetivo de investigar o sistema integrado de ferramentas e metodologias (SARF) — voltadas ao desenvolvimento de atividades formativas-reflexivas e/ou avaliativas-reflexivas — quanto às seguintes dimensões: (1) viabilidade técnica; (2) viabilidade didática, segundo a perspectiva do aluno; e (3) viabilidade didática, segundo a perspectiva do professor.

1.2 TRAJETÓRIA ACADÊMICA

A preocupação em desenvolver materiais didáticos e empregar estratégias didáticas que tornassem o processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Física mais significativo e dinâmico vem desde a minha formação inicial, como estudante do curso de Física-Licenciatura Plena. Durante boa parte de minha graduação, participei de projetos, tais como: Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência da Universidade Federal de Santa Maria (PIBID-UFSM), subárea Ensino de Física; Programa de Licenciaturas (PROLICEN), entre outras atividades relacionadas com o Ensino de Física.

Nos projetos em que participei, sempre trabalhei com o intuito de elaborar, implementar e avaliar atividades didáticas (AD) — algumas de Mecânica, outras de Termodinâmica — em turmas do Ensino Médio (EM). Nas referidas AD utilizávamos recursos computacionais — como, por exemplo, simulações computacionais (SC) e pacotes matemáticos de uso geral — para propor situações-problema de Física aos estudantes. Por meio da implementação dessas tarefas, objetivávamos que esses estudantes desenvolvessem competências e habilidades relacionadas à solução gráfica, à coleta e tratamento de dados; assim como a sua capacitação na utilização de um *software* matemático de uso geral (OCTAVE). Outro objetivo central, que permeava a maioria das atividades que implementávamos, era o desenvolvimento de uma atitude científica. Isto é, estimular esses estudantes a criarem e testarem suas próprias hipóteses na etapa de resolução das situações-problema propostas. Por fim, vale destacar que, nesta passagem específica, usei o verbo flexionado na primeira pessoa do plural (nós) para deixar a entender que as referidas AD foram o resultado de um esforço coletivo, isto é, foram elaboradas e implementadas em parceria com colegas de curso de graduação e professores do Ensino Médio.

A partir das experiências vivenciadas no contexto descrito anteriormente, teve origem a minha motivação para ingressar no curso de mestrado. No referido curso de mestrado, busquei, juntamente com o meu orientador, articular o conteúdo programático de Termodinâmica (tema que escolhi em parte por preferências pessoais e em parte por elementos advindos da literatura) com o emprego de simulações computacionais e a estratégia de resolução de problemas (RP). Sublinho que, em etapas iniciais de minha investigação de mestrado, realizei uma revisão de literatura acerca dos trabalhos relativos à Termodinâmica publicados no contexto dos principais eventos e revistas nacionais de pesquisa em Ensino de Física.

Com a referida revisão bibliográfica, obtive indícios de certa escassez de propostas associadas à Termodinâmica que estivessem diretamente voltadas para a sala de aula, em especial as que utilizavam ferramentas das TIC como recurso didático. Esse resultado, motivou-me ainda mais a concretizar a proposta que já tínhamos (eu juntamente como meu orientador) esboçado inicialmente. Bem como me reforçou a convicção de que o emprego de SC para abordar tal conteúdo de Física — ao menos de forma complementar, mas diretamente vinculada ao ambiente real de sala de aula — seria algo interessante de ser investigado.

Dessa forma, tal proposta foi sistematizada em um conjunto de seis atividades didáticas, as quais foram implementadas *online* como tarefas extraclasse em uma turma de Ensino Médio. Os resultados obtidos com tal implementação despertaram meu interesse em generalizar o trabalho realizado para outras realidades escolares. Contudo, havia certa dificuldade: a etapa de avaliação/fornecimento de *feedbacks* dessas AD demandava bastante tempo do professor. E, em meu entendimento, sem o fornecimento de *feedbacks*, a implementação das AD — nos moldes em que elas tinham sido propostas originalmente — seria praticamente inócuo. Logo, para viabilizar a implementação do referido conjunto de AD, em um contexto mais abrangente, seria necessário antes viabilizar a etapa de avaliação/*feedback* de tarefas desse tipo (complexas). Essa dificuldade foi, conseqüentemente, o pontapé inicial do trabalho que descrevermos no presente texto.

Por fim, esclareço que o texto escrito nesta seção tem por finalidade descrever brevemente o caminho que me trouxe até aqui. Bem como o intuito de explicitar a minha motivação pessoal pela escolha em percorrê-lo. Em outras palavras: apresentar-me ao leitor, que ao conhecer um pouco de minha trajetória acadêmica, poderá entender (assim espero!) melhor o trabalho que me propus a realizar em meu curso de doutorado. Mas, de modo algum, a partir desta singela apresentação, tento justificar a relevância deste trabalho de doutorado num sentido mais acadêmico do termo. Tal justificativa, eu me proponho a fazer nas próximas seções e capítulos do presente texto.

1.3 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho de doutorado é, em parte, um desdobramento e ampliação da pesquisa que realizamos durante o curso de mestrado, a qual está relatada em Alves (2014)¹.

Em linhas gerais, durante o trabalho de mestrado, identificamos que — conforme destaca Passos (2003) — o estudo da Termodinâmica, em diferentes níveis de ensino, é importante; uma vez que ela está intrinsecamente relacionada com diversos fenômenos do dia a dia e aplicações tecnológicas (por exemplo, os motores de veículos, os refrigeradores, os condicionadores de ar, etc.). Por outro lado, segundo destacam Covalan e Silva (2005) e Monteiro et al. (2009), esse ramo da Física também contém conceitos e fenômenos abstratos que o tornam difícil de ser abordado no contexto concreto de sala de aula. Ou seja — concordando com os indícios fornecidos pelos autores anteriormente mencionados — percebemos que: embora o estudo da Termodinâmica seja importante e bastante relacionado com o nosso cotidiano, a sua abordagem em sala de aula nem sempre é simples, já que ela também contém fenômenos e conceitos abstratos e de difícil entendimento.

Contudo, mesmo existindo essa dificuldade — por meio de uma revisão de literatura, descrita em Alves (2014) — evidenciamos, em nosso trabalho de mestrado, que no contexto nacional de pesquisa em Ensino de Física havia certa escassez de propostas que têm por objetivo abordar temas de Termodinâmica no contexto concreto de sala de aula, especialmente no âmbito das TIC. Cabe destacar que a referida escassez de propostas de atividades que visam abordar alguns dos conteúdos de Termodinâmica em sala de aula, de certa maneira, já havia sido apontada por Monteiro et al. (2009). Paralelamente, em um trabalho de revisão de literatura conduzido no contexto brasileiro, Macêdo et al. (2014) também apontaram que a temática da Termodinâmica vinha sendo pouco explorada no contexto específico das TIC. Resultado este que se alinha com aquele que havíamos obtido com a revisão de literatura que realizamos em nosso trabalho de mestrado. Em suma, mesmo as TIC sendo entendidas como uma das possíveis alternativas para se abordar conteúdos escolares abstratos (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003), havia evidências que elas vinham sendo pouco utilizadas no âmbito dos trabalhos voltados ao ensino de Termodinâmica no contexto nacional.

Em nosso entendimento, o pouco emprego das TIC para abordar a Termodinâmica no referido contexto era algo que precisava ser revertido, pois o potencial didático desses

¹ Esse trabalho pode ser acessado em: <http://pgeec.ufsm.br/images/producoes/2014/dissertacoes/josemar.pdf>.

recursos já, naquela época, estava amplamente reconhecido por diversos autores, tais como: Fiolhais e Trindade (2003), Giordan (2005), Heineck, Valiati e Rosa (2007), Dos Anjos (2008), Arantes, Miranda e Studart (2010), Coll e Monereo (2010), Mota e Scott (2014). Por outro lado, embora essas tecnologias estivessem cada dia mais disseminadas e acessíveis, parecia haver um consenso entre os pesquisadores em Educação, ou em Educação em Ciências, que o uso efetivo desses recursos em sala de aula ainda estava longe de ser uma realidade (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003; COLL; MONEREO, 2010). Ou seja, conforme destacam Coll e Monereo (2010), um dos desafios da pesquisa em Ensino consistia, naquela época, (e ainda consiste) em desenvolver e avaliar maneiras de empregar adequadamente essas ferramentas tecnológicas no contexto real de uma sala de aula.

Como solução para as dificuldades descritas anteriormente, durante o curso de mestrado desenvolvemos um trabalho em que o uso das TIC foi articulado com a metodologia de resolução de problemas, a qual também tem sido amplamente reconhecida como importante estratégia didática para o Ensino de Física e de Ciências (GIL; TORREGROSSA; PÉREZ, 1988; POZO et al, 1998; CLEMENT; TERRAZZAN, 2011; CLEMENT; TERRAZZAN, 2012). Isso porque, entre outras coisas, a RP permite abordar o conteúdo escolar numa perspectiva mais ampla², uma vez que envolve os componentes conceituais, procedimentais e atitudinais desse conteúdo (POZO et al., 1998; ZABALA, 1998; GIL 1993; ZÔMPERO e LABURÚ, 2012).

Mais especificamente, no trabalho de mestrado, utilizamos um laboratório virtual de Termodinâmica³ (recurso didático baseado em simulação computacional) para propor e resolver diferentes conjuntos de questões (problemas abertos e fechados). Esses problemas foram sistematizados num conjunto de seis atividades didáticas; as quais abordavam importantes tópicos de Termodinâmica e que, em sua formulação original, foi disponibilizado (e implementado) num *site*⁴ como atividades extraclases *online*, ainda que as resoluções dos alunos tenham sido entregues em papel.

O já referido conjunto de AD, em seu formato original, foi implementado e avaliado numa turma do segundo ano do Ensino Médio. A análise dos resultados obtidos com essa primeira implementação indicou que essas AD apresentavam potencial para serem generalizadas para outras realidades escolares, embora necessitassem de algumas adaptações, conforme relatamos em nosso já referido trabalho de mestrado — Alves (2014).

² Essa concepção mais ampla do conteúdo escolar é descrita por Coll et al. (2000). De modo sintético, os conteúdos conceituais estão relacionados com as leis e conceitos de uma disciplina; já os procedimentais ao saber fazer alguma coisa; e os atitudinais às atitudes, regras e valores (ou seja, ao saber ser).

³ O aplicativo utilizado foi *Graxaim/Laboratório Virtual de Termodinâmica (Graxaim/LVT)*. Para mais informações vide Alves (2014).

⁴ O conjunto **original** de AD pode ser acessado em: <http://boltz.ccne.ufsm.br/st02/?q=node/20>.

No entanto, por meio dessa implementação piloto, constatamos também que, pelo fato das atividades didáticas serem constituídas por problemas abertos — isto é, problemas que apresentam múltiplas soluções válidas (POZO et al., 1998) — bem como por serem de caráter investigativo, o processo de correção das soluções propostas pelos estudantes demanda o investimento de bastante tempo e trabalho por parte do professor, mesmo que essas AD sejam trabalhadas com um grupo pequeno de estudantes ou com uma única turma (como foi o caso da já referida investigação de mestrado). Logo, para que essa proposta pudesse ser generalizada para outras escolas, surgiu também a necessidade de tornar o seu processo de correção viável em diferentes contextos de ensino e aprendizagem.

Paralelamente, cabe esclarecer que as referidas atividades didáticas, baseadas em tarefas, são complexas. Dizer que estão baseadas em tarefas significa que os estudantes necessariamente produzem algum material ao resolvê-las e, ao menos, esperam receber algum *feedback* — o qual é necessário para que esse tipo de tarefa realize seu potencial pedagógico. Além disso, as referidas AD são consideradas complexas porque elas contêm questões (problemas e exercícios) cuja forma de respondê-las pode variar de uma questão para outra dentro de uma mesma AD. Por exemplo, numa mesma tarefa, um estudante pode resolver questões cuja resposta seja um texto, uma resposta numérica (exata ou aproximada), a imagem de um gráfico, entre outras coisas. Portanto, essa variabilidade de formas de resposta, em uma mesma tarefa, torna tanto o processo de elaboração como o de avaliação dessas AD complexos.

De forma similar ao caso relatado acima, possivelmente muitas propostas e atividades didáticas interessantes e inovadoras — por exemplo, Pastorio (2014) — são implementadas com sucesso na sua formulação piloto, porém não são mantidas e/ou generalizadas para outros contextos escolares por serem muito onerosas para o professor. Isto é, por exigirem muito trabalho e tempo por parte desses profissionais (em especial na correção e elaboração de *feedbacks*).

Nesse sentido, viabilizar o ciclo completo desse tipo de AD consiste em importante problemática que emerge no referido contexto e que necessita de solução — em que definimos como ciclo completo de uma AD o seu processo de elaboração, implementação e avaliação (correção e *feedback*). Além disso, entendemos que esse ciclo de implementação de uma AD somente termina quando os estudantes recebem uma avaliação e *feedback* acerca das resoluções que realizaram. Isso porque o referido *feedback* vem sendo apontado como um importante elemento do processo de ensino e aprendizagem.

Paralelamente a isso, um processo avaliativo contínuo vem sendo considerado como outro elemento-chave para se desenvolver uma aprendizagem mais efetiva⁵ (RAVITZ, 2000; OTSUKA et al., 2003; MAXIMO; RAABE; BARONE, 2007; VITTURINI et al., 2011; PÉREZ-BENEDITO et al., 2014). Cabe salientar que entendemos por processo avaliativo contínuo⁶ (ou continuado) aquele que fornece *feedback* rápidos (em tempo hábil para contribuir com a aprendizagem do aluno) e frequentes para os estudantes ao longo do desenvolvimento de todo o processo de ensino e aprendizagem.

No presente trabalho, argumentamos que uma das possíveis formas de realizar, ao menos em parte, um processo avaliativo contínuo, consiste em implementar um conjunto de AD, tais como aquelas que desenvolvemos em nosso trabalho de mestrado. Isso porque essas atividades didáticas — além de terem a finalidade explícita de abordar o conteúdo disciplinar de forma mais ampla — também podem ser empregadas como um dos instrumentos avaliativos de uma disciplina; já que, por meio delas, os estudantes podem receber *feedbacks* com bastante frequência. Ou seja, essas AD podem ser classificadas como atividades avaliativas-formativas (abaixo definiremos melhor esse termo).

Avaliar os estudantes dessa maneira, de acordo com Pérez-Benedito et al. (2014), desempenha um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem, tanto na perspectiva do professor quanto do aluno. Isso porque um processo avaliativo como o mencionado anteriormente fornece subsídios aos estudantes, de modo que eles possam ter maior consciência e controle sobre suas próprias aprendizagens (OLIVEIRA, 2002; RAVITZ, 2000; OTSUKA et al., 2003; PÉREZ-BENEDITO et al., 2014). Paralelamente, provê importantes subsídios ao trabalho docente, de maneira que o professor possa acompanhar com mais facilidade o desenvolvimento geral e individual de seus alunos, assim como avaliar quais mudanças ou correções ele precisa efetuar nas atividades que vêm sendo executadas em sua disciplina para alcançar os objetivos de aprendizagem almejados (OLIVEIRA, 2002; OTSUKA et al., 2003; VITTURINI et al., 2011; PÉREZ-BENEDITO et al., 2014).

No entanto, no atual contexto brasileiro de Ensino de Física (em particular nas disciplinas básicas do Ensino Superior), o processo avaliativo ainda é constituído principalmente por duas ou três avaliações (normalmente provas ou testes) pontuais e cumulativas, as quais dividem o conteúdo em grandes partes e são, em geral, compostas por problemas como os presentes nos finais de capítulos de livros didáticos. Uma possível explicação para o uso disseminado de avaliações pontuais e cumulativas nesse contexto de

⁵ Ou, em outras palavras, um processo de ensino e aprendizagem mais eficiente e produtivo em que os objetivos de aprendizagem propostos tenham maior possibilidade de serem alcançados pelos estudantes.

⁶ O referido processo avaliativo é, algumas vezes, denominado de formativo.

ensino — ainda que trabalhos presentes na literatura apontem no sentido da avaliação continuada — pode ser o fato de que a quantidade de estudantes atendidos em disciplinas universitárias de Física básica, conforme evidencia Mello (2015), vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. Portanto, desenvolver um processo avaliativo contínuo torna-se pouco viável nesse contexto, uma vez que o processo de correção e *feedback* desse formato de avaliação aumentaria consideravelmente a carga de trabalho do docente (OTSUKA; DA ROCHA, 2005).

Assim, segundo indícios apontados por Otsuka et al. (2003), Pérez-Benedito et al. (2014) e Mello (2015), desenvolver um processo avaliativo contínuo⁷ e, ao mesmo tempo, viável no contexto do processo de ensino e aprendizagem (em especial no Ensino Universitário⁸) constitui-se em um dos desafios para a pesquisa em Ensino em geral e de Física em particular. Portanto, uma segunda importante questão didática que emerge no âmbito do Ensino de Física é esta: como viabilizar o desenvolvimento de um processo avaliativo contínuo nas disciplinas de Física básica no contexto universitário atual?

Uma das possíveis formas, que vem sendo apontada na literatura, de solucionar a dificuldade que descrevemos acima, consiste em empregar ferramentas computacionais para apoiar o trabalho do professor durante o processo avaliativo (RAVITZ, 2000; OTSUKA et al., 2003; VITTURINI et al., 2011; MAXIMO; RAABE; BARONE, 2007; PÉREZ-BENEDITO et al., 2014; MELLO, 2015). Em particular, no presente trabalho, propomos que usar essas ferramentas — no sentido de viabilizar a etapa de correção e *feedback* das avaliações e/ou atividades avaliativas-reflexivas desenvolvidas — pode ser um dos passos fundamentais para facilitar o desenvolvimento de um processo avaliativo contínuo nas disciplinas de Física básica no já referido contexto de ensino.

Segundo o que discutimos anteriormente, fica claro que uma problemática importante no âmbito de Ensino de Física é: como viabilizar o desenvolvimento do ciclo completo de uma atividade didática complexa em ambientes reais que tenham grande número de alunos e, por meio disso, viabilizar o desenvolvimento de um processo avaliativo (reflexivo) contínuo nesse referido contexto de ensino e aprendizagem. Em outras palavras, a referida problemática está relacionada com a dificuldade em desenvolver, em contextos reais, processos avaliativos contínuos devido à sobrecarga do professor na etapa de correção e fornecimento de *feedbacks* das AD que compõem processos avaliativos desse tipo.

⁷ Na presente tese, esse processo também é denominado de processo avaliativo-reflexivo contínuo. Ou seja, é um processo de avaliação que perpassa toda a disciplina e no qual o estudante realiza diversas tarefas, recebendo *feedbacks* frequentes e qualificados com o intuito de contribuir com a sua aprendizagem.

⁸ Cabe destacar que, ao nosso ver, essa dificuldade também se faz presente no contexto da educação básica, na qual o docente, em geral, precisa assumir muitas turmas e tem pouco tempo para planejar suas aulas e atividades didáticas.

1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SARF

Na tentativa de encaminhar uma solução para a problemática delineada anteriormente, desenvolvemos um sistema para a implementação de atividades avaliativas-reflexivas (AR) e/ou atividades avaliativas-formativas (AF). O referido sistema — SARF — é composto por um conjunto integrado de metodologias didáticas e ferramentas computacionais. Isto é, ele contém aspectos metodológicos e aspectos tecnológicos. O primeiro desses aspectos estão relacionados com as especificações didáticas de AD; já os segundos estão vinculados com as especificações técnicas de ferramentas computacionais a serem usadas para apoiar a implementação dessas AD. De maneira sintética, os aspectos metodológicos do SARF são os seguintes:

- (a) Atividades didáticas baseadas em tarefas, cuja implementação permeia todo o processo de ensino e aprendizagem, são classificadas nas duas seguintes categorias:
 - (i) AR são tarefas, em geral, de curta duração que devem ser prontamente corrigidas e comentadas para que os alunos utilizem os *feedbacks* recebidos para formular novas dúvidas, redirecionar seus estudos ou sua atuação em sala de aula;
 - (ii) AF são tarefas que abordam os conteúdos conceituais, procedimentais e/ou atitudinais. Em geral, as AF são tarefas complexas e de resolução relativamente demorada — por isso, é recomendável que esse tipo de AD seja realizado como tarefa extraclasse. Além disso, a capacidade das AF de contribuírem efetivamente para o processo de aprendizagem depende da qualidade dos *feedbacks* que os alunos recebem do professor sobre suas respectivas produções/resoluções.
- (b) Atividades didáticas em que os alunos produzem resoluções (tarefas) somente se encerram quando os estudantes recebem *feedbacks*;
- (c) Os *feedbacks* fornecidos aos estudantes devem ser qualificados, ou seja, devem ir além do fornecimento das notas/aproveitamentos desses estudantes;
- (d) Os *feedbacks* devem ser fornecidos com frequência e o mais rápido possível, de modo que os estudantes possam utilizá-los efetivamente durante o processo de ensino e aprendizagem.

Paralelamente, os aspectos tecnológicos do SARF estão relacionados com as ferramentas computacionais (e/ou suas especificações) que viabilizam a implementação de

AF e/ou AR em contextos reais de ensino e aprendizagem. As referidas ferramentas são as listadas a seguir:

- (a) Auto Multiple Choice: ferramenta computacional selecionada/adaptada para apoiar a implementação/avaliação de AR — presenciais e em formato de “lápiz e papel” — que utilizam problemas numéricos parametrizados;
- (b) Plataforma *online* gxq: ferramenta computacional especificada para apoiar a implementação/avaliação *online* de AF e AR. As AF podem ser compostas pela articulação de diferentes recursos das TIC com estratégias didática diversas, tal como RP. Já as AR podem ser compostas pela adaptação de problemas numéricos, tais como os presentes nos livros didáticos.
- (c) Banco de questões (BQ): ferramenta computacional especificada com o intuito de permitir a elaboração de questões de diferentes tipos — que também podem ser parametrizadas — e/ou, de forma mais geral, de AF e AR a serem implementadas via plataforma *online* gxq.

Nesse contexto, salientamos que a capacidade de um conjunto qualquer de atividades didáticas de incentivar um aluno a refletir sobre seu aprendizado ou contribuir para sua formação depende fundamentalmente da estrutura didática da tarefa. Isto é, de suas especificações didáticas, dos recursos e das estratégias didáticas empregados, bem como da articulação desses elementos. Em contraste, a forma física da produção do aluno (resolução) — ou seja, se a tarefa se resume a escolha de uma alternativa, se exige uma resposta numérica, se pede a elaboração de um texto ou gráfico ou, então, uma solução justificada de um problema — determina em que medida ferramentas computacionais podem auxiliar o trabalho de avaliação a ser feito pelo docente. Em outras palavras, quanto mais complexa for uma AD, maior poderá ser o auxílio que as ferramentas computacionais tendem a ofertar ao professor durante a etapa de avaliação dessa AD.

1.5 PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS

Por fim, é importante destacarmos que, também no sentido de sistematizar o encaminhamento de uma solução para a problemática explicitada anteriormente, delimitamos o problema de pesquisa e os objetivos geral e específicos, os quais descrevemos a seguir.

Problema de pesquisa: quais ferramentas viabilizam a elaboração e o fornecimento frequente — em tempo hábil para contribuir com a aprendizagem dos estudantes — de *feedbacks* qualificados, de maneira a facilitar o desenvolvimento de um processo avaliativo contínuo em contextos reais de sala de aula?

Objetivo geral: desenvolver e testar ferramentas computacionais e metodologias didáticas que viabilizem a elaboração e o fornecimento frequente — em tempo hábil para contribuir com a aprendizagem dos estudantes — de *feedbacks* qualificados, de maneira a facilitar o desenvolvimento de um processo avaliativo contínuo em contextos reais de sala de aula.

Objetivos específicos:

- Definir especificações para criar um banco de questões;
- Implementar um sistema de avaliação-reflexiva contínua com o apoio do *software* Auto Multiple Choice (AMC), usando questões numéricas parametrizadas de respostas abertas (parte da justificativa);
- Investigar as vantagens e limitações do uso do *software* AMC na implementação de um sistema de avaliação contínuo;
- Investigar as vantagens e limitações de implementações prévias de AD complexas usando a ferramenta computacional *Drupal* (plataforma *online*);
- Especificar uma plataforma *online* (gxq) que supere as limitações investigadas nas implementações prévias mediadas pelo *Drupal*.
- Usar na prática uma plataforma *online* que atenda as especificações mínimas acima para implementar, em diferentes contextos, conjuntos integrados de AF e/ou AR;
- Testar a robustez e a viabilidade técnica da plataforma *online* desenvolvida, assim com sua viabilidade didática tanto na perspectiva do aluno quanto do professor;
- Investigar como o uso de problemas parametrizados é recebido e percebido pelos estudantes no contexto de tarefas extraclasse *online* (Testes EaD);
- Investigar se o uso de problemas parametrizados, em tarefas extraclasse *online*, tem potencial para fomentar nos estudantes a prática de aprendizagem colaborativa.

2 CONCEPÇÃO DE PESQUISA: EDUCATIONAL DESIGN RESEARCH

Neste capítulo, abordamos a concepção de pesquisa denominada *Educational Design Research* (EDR) — também traduzida por nosso grupo⁹ como Pesquisa em *Design Educacional* (PDE). Para isso, inicialmente, discutimos o que é a EDR, descrevendo os seus principais objetivos e suas características específicas que a diferenciam de outras modalidades de investigação educacional. Em seguida, explicitamos as possíveis fases que compõem o processo de investigação em EDR. Após, descrevemos como ela está relacionada com a pesquisa em Educação em Ciência no âmbito de trabalhos que empregam as Tecnologias de Informação e Comunicação no contexto internacional. Por fim, caracterizamos a EDR em nossa perspectiva de trabalho.

2.1 EDUCATIONAL DESIGN RESEARCH

A *Educational Design Research* vem ganhado crescente relevância na pesquisa em Educação no cenário internacional, incluindo a Educação em Ciências e o Ensino de Física¹⁰ (DBRC, 2003; SHAVELSON et al., 2003; JUUTI; LAVONEN, 2006; MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014; MCKENNEY; REEVES, 2012). Ela também vem ganhando especial adesão entre os investigadores que produzem trabalhos voltados ao desenvolvimento e/ou uso pedagógico das TIC, uma vez que esses trabalhos apresentam propósitos frequentemente adaptados às suas características (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014).

Porém, na literatura nacional há poucas referências que remontam à EDR (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014). Por isso, acreditamos que essa concepção de investigação, ainda não seja muito conhecida no âmbito brasileiro, embora seja possível encontrar alguns trabalhos nacionais diretamente vinculados a ela, tais como: (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017; PESSANHA; PIETROCOLA, 2016; RAMOS; GIANNELLA; STRUCHINER, 2009; 2010; MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014). Além disso, temos por hipótese que a EDR ainda é pouco disseminada no contexto brasileiro porque ela é uma perspectiva de pesquisa

⁹ Métodos e Processos de Ensino e Aprendizagem de Ciências (MPEAC).

¹⁰ O uso dessa concepção de pesquisa no âmbito do Ensino de Física pode ser percebido pelos exemplos empregados por Mckenney e Reeves (2012) no livro: *Conducting Educational Design Research*. Um desses exemplos é o desenvolvimento da metodologia denominada *Peer Instruction*.

recente, uma vez que os seus primeiros passos começaram a ser dados por volta de 1992 (MCKENNEY; REEVES, 2012).

Pelo fato da *Educational Design Research* ser recente, ela ainda apresenta múltiplas perspectivas na literatura, isto é, no contexto atual não há uma concepção única de como se deva conduzir o trabalho de investigação em seu contexto (MCKENNEY; REEVES, 2012). Em particular, salientamos que algumas dessas perspectivas podem variar de outras apenas na ênfase dada a uma particular característica inerente a esse tipo de trabalho de pesquisa ou em seu foco de investigação. Ou seja, no contexto atual, existem pontos de divergências acerca do que é a EDR, mas parece haver um consenso sobre algumas características essenciais (ou nucleares) que a definiriam, ao menos, de uma maneira geral.

Conforme já explicitamos, ainda que não exista uma definição única para EDR, de acordo com Mckenney e Reeves (2012), de maneira genérica, a *Educational Design Research* pode ser definida como sendo uma concepção de pesquisa em Educação (ou em Ensino) que busca combinar a investigação científica com uma abordagem sistemática de desenvolvimento e implementação de soluções — as quais podem ser produtos e/ou processos didáticos, por exemplo — para problemáticas educacionais (ou de Ensino) originadas em contextos reais de ensino e aprendizagem.

Ainda, segundo os referidos autores, com o objetivo de desenvolver soluções efetivas e viáveis¹¹, no contexto da EDR, uma investigação empírica (também denominada de teste prático/de campo ou intervenção) precisa ser conduzida no contexto em que a problemática educacional foi identificada. Isto é, a referida investigação empírica não é realizada em circunstâncias nas quais existe a possibilidade de se efetuar o controle de variáveis, tais como em ambientes de laboratório.

Contudo, de acordo com os já referidos autores, essa perspectiva de investigação também precisa ser cuidadosamente estruturada para garantir o desenvolvimento de conhecimento teórico, o qual pode permitir que a solução desenvolvida em um contexto particular, em longo prazo, possa ser generalizada para outros locais que contenham problemáticas similares àquelas que motivaram o seu desenvolvimento original. Em outras palavras, investigações conduzidas no âmbito da EDR podem gerar conhecimentos úteis ao

¹¹ No contexto de nossos trabalhos, em geral, num primeiro momento, nos preocupamos bastante com a viabilidade de uma solução que desenvolvemos, já que, sem isso, a referida solução corre o risco de não ser adotada e mantida no contexto de ensino e aprendizagem para o qual ela foi encaminhada. Salientamos que a permanência da referida solução no contexto escolar é um dos objetivos dos trabalhos realizados no âmbito da EDR.

trabalho de outros professores ou investigadores além daqueles envolvidos no processo de pesquisa e desenvolvimento original.

No entanto, é importante esclarecermos que nós realizamos uma adaptação (ou variação) da EDR, na qual, inicialmente, focamos em desenvolver uma solução para uma problemática concreta; assim como em viabilizar a sua implementação e permanência no contexto de ensino que contém a referida problemática. Ao mesmo tempo, em nossa forma de trabalho, as tentativas de realizar avanços teóricos (mais sofisticados) tendem a ser realizadas em etapas posteriores, nas quais já se tenha acumulado uma massa crítica de dados.

Conforme já explicitamos anteriormente, embora a EDR contenha elementos centrais que a caracterizam, ela pode apresentar variações de enfoques (ou de ênfase ou de métodos), isto é, múltiplas perspectivas (MCKENNEY; REEVES, 2012). Por isso, de acordo com esses autores, a EDR vem sendo referida na literatura por diversas denominações, tais como:

- *Design-Based Research*¹²;
- *Development Research*;
- *Design Experiments*;
- *Formative Research*;
- *Educational Design Research*.

Há ainda uma sexta nomenclatura para ela, qual seja: *Educational Design Studies* (SHAVELSON et al., 2003). Contudo, Mckenney e Reeves (2012) argumentam que *Educational Design Research* seria o nome mais conveniente para essa perspectiva de investigação, uma vez que ele contém explicitamente o termo **Educação** e isso evitaria confusões desnecessárias acerca do escopo de atuação dessa perspectiva de pesquisa. Portanto, no contexto deste trabalho empregamos a denominação EDR e não outra.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA EDR

Considerando que essa concepção de pesquisa é pouco conhecida no contexto nacional, objetivamos, nesta seção, definir mais detalhadamente o que é EDR, assim como

¹²Traduzida para o português como: Pesquisa Baseada em *Design* (PESSANHA; PIETROCOLA, 2016; RAMOS; GIANNELLA; STRUCHINER, 2009) ou Pesquisa de Desenvolvimento (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014).

descrever suas características gerais. Nesse sentido, segundo Mckenney e Reeves (2012), uma definição mais detalhada para EDR seria a seguinte:

[...] gênero de pesquisa que, por meio de um processo iterativo, desenvolve soluções para problemas educacionais reais e complexos enquanto provê um contexto empírico de investigação que leva ao desenvolvimento de conhecimento teórico, o qual pode ser utilizado por outros pesquisadores (MCKENNEY; REEVES, 2012, p. 7, tradução nossa).

Em outras palavras, a EDR é uma concepção de pesquisa — a qual reúne as vantagens das abordagens quantitativas e qualitativas — focada no desenvolvimento de aplicações (também chamadas de soluções práticas) voltadas à resolução de problemas práticos em contextos específicos de ensino e aprendizagem. Mas, ao mesmo tempo que resolve um problema bem localizado, em seu processo de pesquisa e desenvolvimento, ela busca extrair aspectos gerais que possam ser transferidos a outros âmbitos educacionais ou problemas práticos (MCKENNEY; REEVES, 2012; MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014). Entretanto, cabe sublinhar que os referidos aspectos gerais tendem a ser construídos em fases (ou ciclos) mais avançados do trabalho de pesquisa e desenvolvimento. Ou seja, nas etapas iniciais — ao menos no formato de EDR que realizamos neste trabalho — o foco está em desenvolver uma solução viável e teoricamente fundamentada para uma problemática real de ensino e aprendizagem.

Portanto, ao focar no desenvolvimento de aplicações voltadas à resolução de problemas reais em contextos complexos, a EDR pode utilizar tanto métodos qualitativos quanto quantitativos. Isso porque, conforme a intervenção vai ocorrendo, a problemática abordada vai evoluindo no tempo, já que a referida intervenção tem por finalidade transformar o contexto de ensino e aprendizagem em que é desenvolvida. Ou seja, os diferentes métodos são empregados de acordo com as necessidades de cada uma das etapas de investigação/intervenção. Além disso, cabe salientar que — em fases iniciais da intervenção — em geral, o emprego exclusivo de metodologias quantitativas é impraticável, uma vez que elas exigem o controle de variáveis e ambientes controlados, o que é pouco viável de se realizar em ambientes complexos (ao menos nas etapas iniciais de investigação).

Os aspectos discutidos acima indicam, portanto, que esse enfoque de pesquisa tem como um dos seus objetivos principais promover — ao longo do desenvolvimento do trabalho de investigação — um avanço prático e teórico no contexto da pesquisa educacional, em que o avanço prático pode estar relacionado com o desenvolvimento de uma solução prática — que pode ser: (a) um *software* educativo; (b) uma plataforma *online*; (c) material didático; (d) um processo pedagógico; (e) uma política educacional, etc. — que tenha por finalidade

resolver um problema concreto de ensino e aprendizagem, transformando as práticas realizadas no referido contexto (MCKENNEY; REEVES, 2012).

Paralelamente, de acordo com esses autores, o avanço teórico pode estar relacionado, por exemplo, com: (i) a explicitação de princípios teóricos (também denominados de princípios de *design*) que orientam a elaboração/encaminhamento de uma solução prática para um problema educacional; e (ii) o refinamento desses princípios a partir de diversos testes de campo da referida solução encaminhada. Esses avanços teóricos são, por conseguinte, resultados de investigação acadêmica realizada no âmbito da elaboração, implementação e avaliação de uma solução prática para um problema educacional concreto de um contexto particular.

Outro objetivo central da EDR consiste em criar condições para que os produtos/processos educacionais gerados ao longo do trabalho de pesquisa continuem sendo utilizados mesmo depois que esse trabalho tenha sido encerrado (MCKENNEY; REEVES, 2012). Para tanto, é necessário que a intervenção seja desenvolvida em parceria com os profissionais que atuam no contexto de investigação, de modo que esses possam incorporar em sua prática cotidiana os conhecimentos, as práticas e os produtos desenvolvidos.

Em síntese, até aqui, definimos que a EDR é uma concepção de pesquisa em Educação (ou em Ensino) que tem por intuito resolver problemas práticos em ambientes reais e complexos. E, para tal, desenvolve e testa produtos/processos pedagógicos nesses mesmos ambientes. Discutimos, ainda, que a EDR tem como objetivos promover, ao longo do desenvolvimento do trabalho de investigação, avanços práticos e teóricos por meio dos resultados obtidos com os já referidos testes de campo; bem como busca estimular que essas inovações continuem sendo utilizadas mesmo após o término do processo de investigação. Ou seja, até aqui delimitamos os aspectos mais gerais desse enfoque de investigação, mas é necessário, ainda, discuti-los em maior profundidade, conforme é feito na seção abaixo.

2.2.1 Características gerais da EDR

Segundo Matta, Silva e Boaventura (2014) e Mckenney e Reeves (2012)¹³, a *Educational Design Research*, em geral, apresenta um conjunto específico de características que a diferenciam de outras modalidades de investigação em Educação ou Ensino (as

¹³ Shavelson et al. (2003) a caracterizam de forma semelhante, ainda que não empreguem essa mesma terminologia.

características listadas abaixo são consideradas como estando presentes em todas as variantes de EDR que são praticadas atualmente, assim como são consideradas características que a definem relativamente bem). As referidas características são as seguintes:

- Teoricamente orientada;
- Intervencionista;
- Colaborativa;
- Responsiva;
- Iterativa.

2.2.1.1 Teoricamente orientada

A EDR é teoricamente orientada porque utiliza princípios teóricos e resultados de pesquisas prévias — isto é, elementos presentes na literatura — para orientar o desenvolvimento de um produto/processo educacional¹⁴, o qual será empregado como solução de um problema real num ambiente educacional concreto (MCKENNEY; REEVES, 2012). Em outras palavras, o produto/processo educacional é constituído a partir de princípios de *design* (orientações gerais que o formatam) extraídos do conhecimento teórico já existente, o qual precisa ser adaptado às características específicas do ambiente educacional concreto em que se está tentando solucionar uma problemática.

Paralelamente, os testes práticos do produto/processo educacional elaborado podem levar a refinamentos dos conhecimentos teóricos que foram utilizados para produzi-lo. Portanto, as pesquisas conduzidas segundo a referida perspectiva têm a teoria como ponto de partida e de chegada (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014). Por esse motivo, esse tipo de trabalho de pesquisa e desenvolvimento não pode ser visto como exclusivamente voltado ao desenvolvimento de produtos educacionais¹⁵.

¹⁴ Podem ser outras coisas, tais como políticas públicas. Ou seja, tudo o que se constitui como uma proposta fundamentada de solução para um problema didático ou educacional oriundo de ambientes reais de ensino e aprendizagem. Porém, por simplicidade, doravante, usaremos apenas produto/processo ou aplicação.

¹⁵ Assim, segundo Mckenney e Reeves (2012), a EDR se diferencia do *Design* Instrucional, já que este último — embora também seja orientado por princípios teóricos e resultados de pesquisas — está restrito ao desenvolvimento de produtos educacionais.

2.2.1.2 *Intervencionista*

Nesse contexto, intervencionista significa dizer que as pesquisas conduzidas segunda a perspectiva da EDR implementam, na prática, o produto/processo educacional criado — o qual foi desenvolvido, conforme já dissemos anteriormente, segundo os princípios de *design* extraídos de teorias e adaptados às características específicas de um contexto educacional concreto. E, acima disso, por meio de diversas implementações, buscam solucionar o problema que motivou a criação desse produto/processo e, ao mesmo tempo, melhorar as práticas pedagógicas empregadas no seu contexto concreto de aplicação (um dos possíveis avanços práticos).

Juntamente a esse avanço prático, como já mencionamos, os reiterados testes de campo da aplicação educacional podem levar a princípios guias potencialmente úteis ao aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem. Esses princípios guias, por sua vez, podem ser generalizados para outros contextos educacionais que contenham problemas práticos semelhantes àquele que motivou o desenvolvimento do produto/processo educacional original (MCKENNEY; REEVES, 2012). Cabe destacar que esse último aspecto está relacionado ao refinamento dos conhecimentos teóricos utilizados na concepção da aplicação educacional, sendo, portanto, parte do avanço teórico alcançado por meio de pesquisas conduzidas no âmbito da EDR.

2.2.1.3 *Colaborativa*

A EDR é considerada colaborativa porque o seu processo de pesquisa pode ser conduzido em diferentes graus de colaboração entre o pesquisador e/ou o profissional que atua num contexto educacional específico (algumas vezes, denominado de prático). De acordo com Matta, Silva e Boaventura (2014) e Mckenney e Reeves (2012), esses graus de colaboração podem ser de:

- Extração de dados: colaboração de primeiro nível;
- Parceria de investigação: colaboração de segundo nível;
- Acordo de aprendizagem: colaboração de terceiro nível.

No primeiro deles (extração de dados), o pesquisador é externo¹⁶ ao contexto de aplicação do produto/processo educacional desenvolvido e, com o consentimento e parceria do professor (ou outro profissional da educação), é responsável pela parte da pesquisa. Isto é, o investigador identifica o problema, planeja a sua solução e a intervenção, analisa os dados gerados e comunica os resultados obtidos no trabalho de investigação (reflexão), enquanto que o professor fica responsável exclusivamente pela implementação concreta da solução desenvolvida (ação). No segundo nível (parceria de investigação), o pesquisador também é externo ao contexto de aplicação e está engajado exclusivamente na reflexão, ao passo que o professor está engajado tanto na reflexão quanto na ação. Por fim, no último nível (acordo de aprendizagem), ambos estão engajados tanto na ação quanto na reflexão.

Cabe destacar, contudo, que em todos esses níveis de colaboração um dos objetivos consiste em melhorar as práticas educacionais conduzidas no contexto de aplicação do produto/processo que foi desenvolvido, especialmente nos últimos dois níveis, já que, por estar engajado no processo de reflexão, o profissional que atua no contexto de aplicação pode adquirir mais experiência para enfrentar problemas concretos, cujas soluções exigem um processo mais elaborado de pesquisa (o pesquisador também aprende com o prático, já que teve contato direto com a ação concreta).

2.2.1.4 Responsiva

A EDR é considerada responsiva porque suas pesquisas são conduzidas em ambientes complexos e mutáveis no tempo. Logo, elas devem ser capazes de se ajustar a essas mudanças, isto é, serem responsivas ao contexto de implementação. Por isso, a cada subciclo (definimos isso mais abaixo) de intervenção, a solução prática proposta deve ser aprimorada (refinada) para responder às alterações ocorridas no contexto de pesquisa, quer sejam elas geradas pelo impacto de intervenções anteriores quer sejam devido a outros fatores (MCKENNEY; REEVES, 2012). Portanto, no contexto da EDR, um produto/processo educacional é formatado não somente pelos conhecimentos advindos da literatura e da experiência dos pesquisadores, mas também é influenciado, em grande medida, pelos

¹⁶ Quer dizer, não participam da execução do teste prático do produto/processo educacional desenvolvido, isto é, da ação.

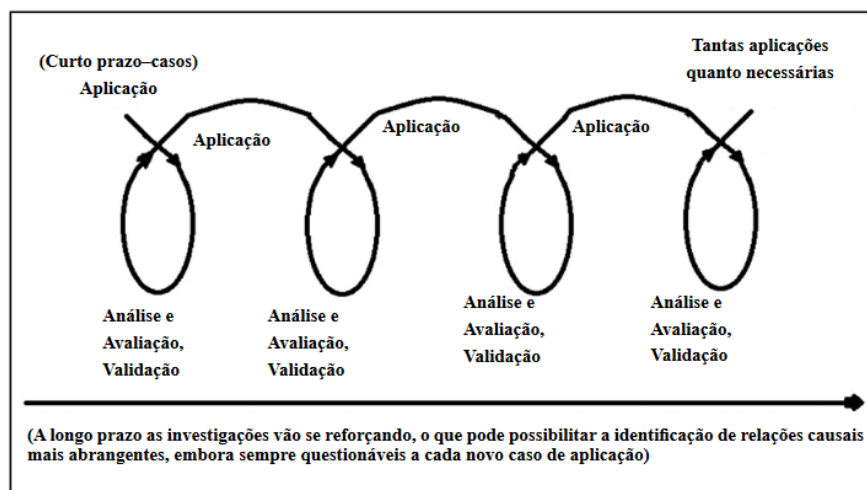
resultados obtidos com os testes de campo (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014; MCKENNEY; REEVES, 2012).

2.2.1.5 Iterativa

Por fim, segundo Pessanha e Pietrocola (2016), Matta, Silva e Boaventura (2014) e Mckenney e Reeves (2012), a EDR é dita iterativa porque o seu ciclo de pesquisa e desenvolvimento evolui no tempo, isto é, ele pode passar por diversas etapas¹⁷, tais como:

- Desenvolvimento do produto/processo educacional;
- Implementação desse produto/processo (teste prático);
- Avaliação e reformulação (*redesign*) do referido produto/processo educacional.

Figura 1 – Subciclos de um processo de pesquisa baseado em EDR¹⁸



Fonte: elaborado por Matta, Silva e Boaventura (2014, p. 29).

Em outras palavras, o processo de pesquisa não termina na etapa de reformulação. Isso acontece porque cada desenvolvimento é, ao mesmo tempo, o resultado de um subciclo e o início de outro. Portanto, o ciclo completo desse tipo de investigação é um estudo abrangente e de longo prazo que necessita ser dividido em subciclos. Cada um desses subciclos, por sua vez, pode se constituir em uma etapa de pesquisa que contém seus próprios objetivos, resultados, etc., os quais, após múltiplas intervenções de pesquisa, podem ser incorporados

¹⁷ Estas três etapas são apenas parte do ciclo completo de pesquisa; as demais etapas são discutidas no subitem abaixo, em que apresentamos as fases que compõem um ciclo completo de investigação.

¹⁸ No original está ciclos. Nós, contudo, os chamamos de subciclos, pois estas etapas estão contidas em uma estrutura maior que é discutida abaixo.

num estudo mais geral, o ciclo completo (MCKENNEY; REEVES, 2012; SHAVELSON et al., 2003). Parte dessa dinâmica de pesquisa, relativa aos subciclos iterativos, está graficamente representada na Figura 1, extraída de (MATTA; SILVA, BOAVENTURA, 2014, p. 29).

2.3 FASES DE UM CICLO COMPLETO DE PESQUISA BASEADA EM EDR

Segundo Matta, Silva e Boaventura (2014) e Mckenney e Reeves (2012), o ciclo completo de um trabalho de pesquisa e desenvolvimento baseado em EDR pode conter as seguintes etapas¹⁹:

- Identificação de um problema prático ou problemática;
- Desenvolvimento, teoricamente fundamentado, de uma solução prática (produto/processo educacional) direcionada à solução desse problema;
- Teste prático (ou intervenção), avaliação e refinamento do produto/processo educacional desenvolvido (ou diversos subciclos desse tipo);
- Avaliação geral e refinamento dos princípios de *design* e da solução prática.

A primeira fase de uma pesquisa conduzida segundo a perspectiva EDR é a análise do problema prático ou problemática²⁰. Isto é, consiste na identificação desse problema e a clarificação de suas possíveis causas. Nesse processo de análise, os participantes da pesquisa recorrem aos resultados presentes na literatura, assim como ao seu conhecimento prático — pondo essas duas modalidades de saber em diálogo — na tentativa de delimitar esse problema e de identificar potenciais soluções para o mesmo.

Salientamos também que, nessa perspectiva de pesquisa, o problema é sempre pensado em termos de uma solução prática, quer dizer, em termos de uma possível intervenção (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014). Ou seja, os possíveis resultados obtidos nesta fase podem ser os seguintes:

- Explicitação do problema prático e suas prováveis causas;
- Identificação de possíveis soluções para o problema prático identificado.

¹⁹ É importante destacar que essas etapas não são desenvolvidas de forma linear durante o processo de pesquisa e desenvolvimento (MCKENNEY; REEVES, 2012). Ou seja, pode haver sobreposição entre elas, ou avanços e retrocessos.

²⁰ É desse problema prático e de sua solução que emergem as questões de pesquisa (MATTA; SILVA, BOAVENTURA, 2014).

A segunda fase é o desenvolvimento da primeira versão (ou protótipo) do produto/processo educacional que visa solucionar o problema prático identificado anteriormente (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014). Para isso, de acordo com esses autores, num primeiro momento, recorre-se ao conhecimento teórico para extrair os princípios gerais que formatarão (ou modelarão) o referido produto/processo educacional, isto é, a elaboração (e/ou explicitação/seleção) dos denominados princípios de *design*.

Num segundo momento, utilizam-se os princípios de *design* sintetizados para analisar as potenciais soluções identificadas e/ou formuladas na primeira fase de pesquisa para, então, desenvolver a primeira versão do já referido produto/processo educacional. Ou seja, os possíveis resultados obtidos nesta fase podem ser os seguintes:

- Explicitação dos princípios teóricos que formatarão o produto/processo educacional;
- O primeiro protótipo do produto/processo educacional.

A terceira fase pode ser constituída pelos vários subciclos²¹ de implementação, avaliação e refinamento (*redesign*) da solução prática que foi desenvolvida na fase anterior (MATTA; SILVA, BOAVENTURA, 2014). Ou seja, a referida solução é iterativamente testada na prática, gerando os dados que permitirão avaliar a sua efetividade e/ou viabilidade como solução concreta²², bem como a necessidade de modificar ou refinar essa solução e os princípios elegidos para orientar a sua elaboração.

Nesta fase, tanto a coleta como a avaliação dos dados podem ser realizadas utilizando-se diferentes métodos e instrumentos qualitativos e/ou quantitativos (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014; MCKENNEY; REEVES, 2012). Ou seja, os possíveis resultados obtidos nesta fase podem ser os seguintes:

- O teste prático do produto/processo educacional e dos seus princípios de *design*;
- Refinamento parcial (ou integral) do produto/processo educacional e, se possível, dos princípios de *design* que o formataram.

A quarta fase é constituída pela avaliação geral de todo o processo de pesquisa, quando se busca sintetizar os refinamentos sucessivos dos princípios de *design* em princípios mais gerais, assim como objetiva-se chegar à melhor solução prática possível para o contexto de aplicação em questão. Isto é, busca-se explicitar os avanços teóricos (princípios de *design*,

²¹ Em que, conforme já destacamos, cada um deles pode ser entendido como uma intervenção de pesquisa completa em si mesma, que poderão ser integradas, em longo prazo, em um único estudo mais abrangente.

²² Em geral, uma única implementação não basta para avaliar se um produto/processo educacional é a solução mais satisfatória possível para o contexto específico de implementação (MATTA; SILVA, BOAVENTURA, 2014). Isso acontece porque é por meio dos sucessivos testes de campo que esse produto/processo vai sendo aprimorado até chegar a uma solução que satisfaça o seu contexto de implementação.

por exemplo) e práticos (produto/processo educacional) para, então, tentar generalizá-los. (O que é generalização e como ela se dá no contexto da EDR é discutido no subitem abaixo.) Ou seja, os possíveis resultados obtidos nesta fase podem ser os seguintes:

- A explicitação de princípios de *design* passíveis de serem generalizados para outros contextos;
- A obtenção de produto/processo educacional efetivo — ou seja, de uma solução prática viável — para o seu contexto original de aplicação;
- O desenvolvimento profissional dos sujeitos envolvidos no processo de pesquisa, capacitando-os a resolver outros problemas de forma autônoma.

2.4 RESULTADOS DA PESQUISA EM EDR E SUA GENERALIZAÇÃO

Os principais resultados ou contribuições que podem ser obtidos por meio da pesquisa baseada em EDR são de três tipos: (i) contribuição teórica; (ii) contribuição prática; (iii) contribuição na formação dos indivíduos engajados no processo de pesquisa, a qual também é um tipo de contribuição prática (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014; MCKENNEY; REEVES, 2012).

O primeiro tipo está vinculado ao teste prático dos princípios teóricos (de *design*) que orientaram o desenvolvimento da aplicação educacional. Ou seja, é a validação e refinamento desses princípios por meio do teste de campo do produto/processo educacional desenvolvido. O segundo tipo está relacionado com a resolução do problema concreto que motivou o desenvolvimento desse produto/processo. Em outras palavras, é a modificação efetiva que a aplicação desse produto/processo causa em seu contexto de implementação. Por fim, o terceiro tipo de resultado está vinculado à contribuição dada na formação das pessoas engajadas no processo de investigação. Quer dizer, é a experiência adquirida ao longo desse processo, a qual é potencialmente aplicável na resolução de outros problemas presentes na prática profissional desses indivíduos.

Segundo Matta, Silva e Boaventura (2014), essas contribuições podem ser generalizadas de duas formas:

- (1) Transferir um conjunto particular de resultados para vários outros contextos (aplicação mais ampla), numa tentativa de ampliar o alcance desses princípios

de *design* e, ao mesmo tempo, reaplicá-los e refiná-los, tendo em vista as particularidades desses novos locais de aplicação;

- (2) Generalização caso a caso, isto é, reimplementação do produto/processo educacional num único contexto diferente do original de cada vez e não em vários ao mesmo tempo.

Portanto, no contexto da EDR, o termo generalização é entendido como a possibilidade de transferência de uma solução prática (ou de seus resultados) — que se mostrou efetiva num local específico de aplicação — para outros contextos, mesmo que isso implique em modificações de algumas das partes dessa solução prática já construída. De outro modo, é a possibilidade de reaplicá-la em outros locais, ainda que isso implique em novos ciclos de aplicação, análise e redesenho dos produtos e processos educacionais elaborados anteriormente (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014; MCKENNEY; REEVES, 2012).

Por isso, segundo esses autores, os resultados obtidos com a implementação de um produto/processo educacional num particular contexto são em parte generalizáveis e em parte intransferíveis. Em outras palavras, a solução prática desenvolvida ou os princípios de *design*, relativos a um contexto particular de intervenção, somente são parcialmente transferíveis a outros contextos. Portanto, a busca por generalizações mais amplas só é alcançada gradativamente à medida que são realizadas múltiplas intervenções em diferentes contextos (esse processo está explicitado na Figura 1).

2.5 PESQUISA EM EDR NO CONTEXTO DAS TIC

Neste item, apresentamos brevemente as relações entre a pesquisa em EDR e o uso das TIC como recurso didático para o Ensino de Ciência ou de Física. Para isso, tomamos por base os resultados do trabalho de revisão de literatura realizado por Ramos, Giannella e Struchiner (2010). Nesse referido trabalho, os autores revisaram artigos internacionais provenientes das bases de dados: *Springer*; *Wilson* e *Science Direct*; assim como do Scielo e de revistas de pesquisa em Educação em Ciências brasileiras (porém, no contexto nacional até 2010, não encontraram nenhum artigo sobre o tema revisado). Cabe salientar também que os já referidos autores focalizaram essa revisão de literatura em pesquisas realizadas segunda a EDR, nas quais os autores desenvolveram, implementaram e avaliaram produtos/processos educacionais vinculados às TIC e ao Ensino de Ciências (Biologia, Química e Física).

Segundo os autores, os principais problemas educacionais concretos enfrentados nos artigos investigados foram:

- Descontextualização dos conteúdos científicos;
- Desmotivação para aprender ciências²³;
- Discrepância entre ensino por investigação²⁴ e os métodos de avaliação empregados;
- Necessidade de capacitar os professores para o uso de metodologias didáticas inovadoras (superar o uso exclusivo de aulas expositivas);
- Falta de propostas didáticas que estimulem os estudantes a refletir e, ao mesmo tempo, interagir com os colegas e professores.

Segundo enfatizam Ramos, Giannella e Struchiner (2010), os trabalhos baseados em EDR que eles investigaram abordavam importantes problemas educacionais que vêm sendo amplamente debatidos nas pesquisas atuais. Ou seja, tais resultados evidenciam as potencialidades da EDR em abordar importantes problemas da Educação em Ciências em contextos reais de ensino e aprendizagem.

Paralelamente, esses autores identificaram que as orientações teóricas, quanto ao ensino e aprendizagem, empregadas nos trabalhos que esses autores investigaram foram as seguintes:

- Aprendizagem baseada em investigação;
- Aprendizagem situada;
- Aprendizagem baseada em aspectos sociocognitivos (por exemplo, metacognição, motivação intrínseca, etc.);
- Aprendizagem colaborativa.

Segundo os dados por eles apresentados, a orientação teórica mais utilizada foi a aprendizagem baseada em investigação. Segundo a análise desses autores, os trabalhos que usaram essa perspectiva teórica visavam estimular os estudantes a assumir uma postura ativa no processo de ensino e aprendizagem.

Num trabalho anterior (RAMOS; GIANNELLA; STRUCHINER, 2009), do qual este que discutimos nesta seção é uma generalização, os autores constataram que os principais métodos de coleta de dados empregados nesses trabalhos foram:

²³ Relacionada com a defasagem das estratégias didáticas usadas nas escolas (transmissão de conhecimento) e com as dificuldades em avaliar continuamente a aprendizagem em turmas muito grandes (em que a falta de *feedback* desestimularia os alunos).

²⁴ Também denominada de resolução de problemas (RP), ensino baseado em problemas, etc. (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011; AZEVEDO, 1999).

- Entrevista com professores e alunos;
- Observação participante;
- Testes de avaliação dos conteúdos,
- Pré e pós-testes.

Evidencia-se que, de fato, as pesquisas em EDR conjugam os métodos de pesquisa quantitativos e qualitativos, conforme mencionamos anteriormente. Ademais, os autores constataram, no trabalho de 2009, que a análise dos dados, na maioria dos artigos revisados, processou-se segundo a técnica de triangulação de dados.

Por fim, segundo Ramos, Giannella e Struchiner (2010), as principais contribuições geradas nos estudos investigados estavam vinculadas com:

- O impacto que essas intervenções tiveram nas soluções dos problemas educativos concretos;
- As potencialidades didáticas das TIC para o Ensino de Ciências;
- Os aspectos que influenciaram positiva e negativamente o processo de pesquisa em EDR (visando refinar o processo de intervenção);
- As contribuições teóricas às teorias de aprendizagem empregadas (refinamento dos princípios de *design*).

Ou seja, os elementos-chave das pesquisas em EDR — no âmbito dos trabalhos que abordavam o uso das TIC como recursos didáticos, revisados por esses autores — seriam: (i) investigar problemas pedagógicos reais; (ii) desenvolver um produto/processo educacional sob orientação de teorias e resultados de pesquisas prévias; e (iii) testá-lo na prática, refinando-o progressivamente. Quer dizer, esses resultados indicam que a EDR vem sendo sistematicamente empregada para desenvolver e investigar aplicações didáticas digitais²⁵ aliadas à estratégia de resolução de problemas (ou ensino por investigação) no Ensino de Ciências, ao menos no contexto de pesquisa internacional. Além disso, evidenciam o desenvolvimento de produtos/processos educacionais que permitam: (i) engajar ativamente os estudantes no processo de ensino e aprendizagem; (ii) superar práticas didáticas baseadas exclusivamente em aulas expositivas; e, ao mesmo tempo, (iii) capacitar os professores no uso de outras estratégias didáticas inovadoras que são considerados problemas relevantes nas pesquisas em EDR conduzidas no cenário internacional.

²⁵ Tais como *softwares*, ambientes virtuais de ensino e aprendizagem, sequências didáticas baseadas em simulações computacionais ou outros aplicativos, etc.

2.6 A EDR EM NOSSA PERSPECTIVA DE TRABALHO

Conforme já discutimos anteriormente — na perspectiva de trabalho do grupo MPEAC — nos ciclos/subciclos iniciais de EDR, focamos em desenvolver uma solução prática para uma problemática real e bem localizada. Da mesma forma, nesses primeiros ciclos, concentramos esforços em viabilizar a implementação e permanência da solução criada. Nesse sentido, de forma genérica, as etapas de EDR que caracterizam a forma de trabalho adotada no âmbito do MPEAC são as seguintes:

- 1) Identificar/definir uma problemática educacional real e localizada em um contexto concreto de ensino e aprendizagem;
- 2) Especificar — de forma fundamentada em conhecimento teórico, pesquisas prévias presentes na literatura e experiência prática — uma possível solução para a problemática delimitada anteriormente;
- 3) Desenvolver uma possível solução — procedimentos, métodos, materiais, etc. — de acordo com a especificação elaborada na etapa anterior;
- 4) Implementar na prática a solução desenvolvida na etapa anterior;
- 5) Analisar a implementação da solução proposta com vistas ao seu aperfeiçoamento/viabilidade e buscar contribuições teóricas para a área de ensino;
- 6) Observar fenômenos de ensino e aprendizagem — presentes no contexto de implementação ou que emergem a partir da interação da solução proposta com o referido contexto de aplicação — com vistas a contribuir para o conhecimento teórico da área.

No Quadro 1, abaixo, sintetizamos e vinculamos cada uma das etapas da EDR — desenvolvidas no âmbito do grupo de pesquisa MPEAC — descritas anteriormente com as etapas específicas de nosso trabalho.

Quadro 1 — Síntese das etapas de EDR que desenvolvemos em nosso trabalho

(continua)

Etapas da EDR no âmbito do MPEAC	Etapas de nosso trabalho
1) Identificar/definir uma problemática real.	Dificuldade de implementar processos avaliativos (reflexivos) contínuos — em contextos reais de ensino e aprendizagem — devido à sobrecarga do professor em relação ao tempo necessário para a correção e fornecimento de <i>feedbacks</i> das tarefas que compõem esse tipo de processo avaliativo.

(conclusão)

Etapas da EDR no âmbito do MPEAC	Etapas de nosso trabalho
2) Especificar/justificar uma possível solução.	<p>SARF: metodologia didática aliada a ferramentas computacionais que viabilizem a implementação dessa metodologia na prática.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Metodologia didática</u>: (a) AD baseadas em tarefas nas quais o estudante produz material (resoluções) e recebe <i>feedbacks</i> rápidos e qualificados de maneira a contribuir com seu processo de ensino e aprendizagem; e (b) as AD baseadas em tarefas — cuja implementação deve permear todo o processo de ensino e aprendizagem e que requerem <i>feedbacks</i> rápidos e qualificados para que sejam efetivas — são classificadas em duas categorias: AR e AF; ➤ <u>Ferramentas computacionais</u>: <i>softwares</i> capazes de automatizar total ou parcialmente o trabalho do professor na etapa de correção e fornecimento de <i>feedbacks</i> de AF e AR, de modo que os estudantes possam receber o mais rápido possível <i>feedbacks</i> qualificados das tarefas que realizaram.
3) Desenvolver uma possível solução — procedimentos, métodos, materiais, etc. — de acordo com a especificação elaborada.	<ul style="list-style-type: none"> a) Selecionar, adaptar e desenvolver ferramentas computacionais capazes de viabilizar a implementação de AF e AR em contexto reais de ensino e aprendizagem; <ul style="list-style-type: none"> ➤ Usar/adaptar o AMC para apoiar a aplicação de AR presencias no formato de “lápiz e papel”; ➤ Desenvolver banco de questões; ➤ Desenvolver a plataforma gqx para apoiar AR e/ou AF extraclasse <i>online</i>. b) Determinar situações didáticas específicas que poderiam ser beneficiadas com o uso do SARF. Entrar em contato com professores/profissionais que atuam nesses contextos e propor que eles implementem AF e/ou AR criadas a partir das prescrições metodológicas do SARF e que usem suas ferramentas. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Contexto do EM; ➤ Contexto do ES;
4) Aplicar/implementar na prática solução desenvolvida na etapa anterior.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Trabalho colaborativo no contexto EM (conjuntos de AD de Termodinâmica); ➤ Trabalho colaborativo no contexto ES (conjuntos de AD de Mecânica).
5) Analisar a implementação da solução proposta com vistas ao seu aperfeiçoamento/viabilidade e buscar contribuições teóricas para a área de ensino (longo prazo).	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Investigar a viabilidade técnica do SARF; ➤ Viabilidade didática do SARF, segundo a perspectiva do aluno; ➤ Viabilidade didática do SARF, segundo a perspectiva do professor.
6) Observar fenômenos de ensino e aprendizagem, presentes no contexto de implementação, com vistas a contribuir para o conhecimento teórico da área.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Investigar a percepção dos estudantes acerca do uso de problemas numéricos parametrizados em AD extraclasse (Testes EaD); ➤ Investigar se uso de problemas numéricos parametrizados em AD extraclasse pode estimular a prática de aprendizagem colaborativa (discussão dos procedimentos de resolução).

Fonte: elaborado pelo autor.

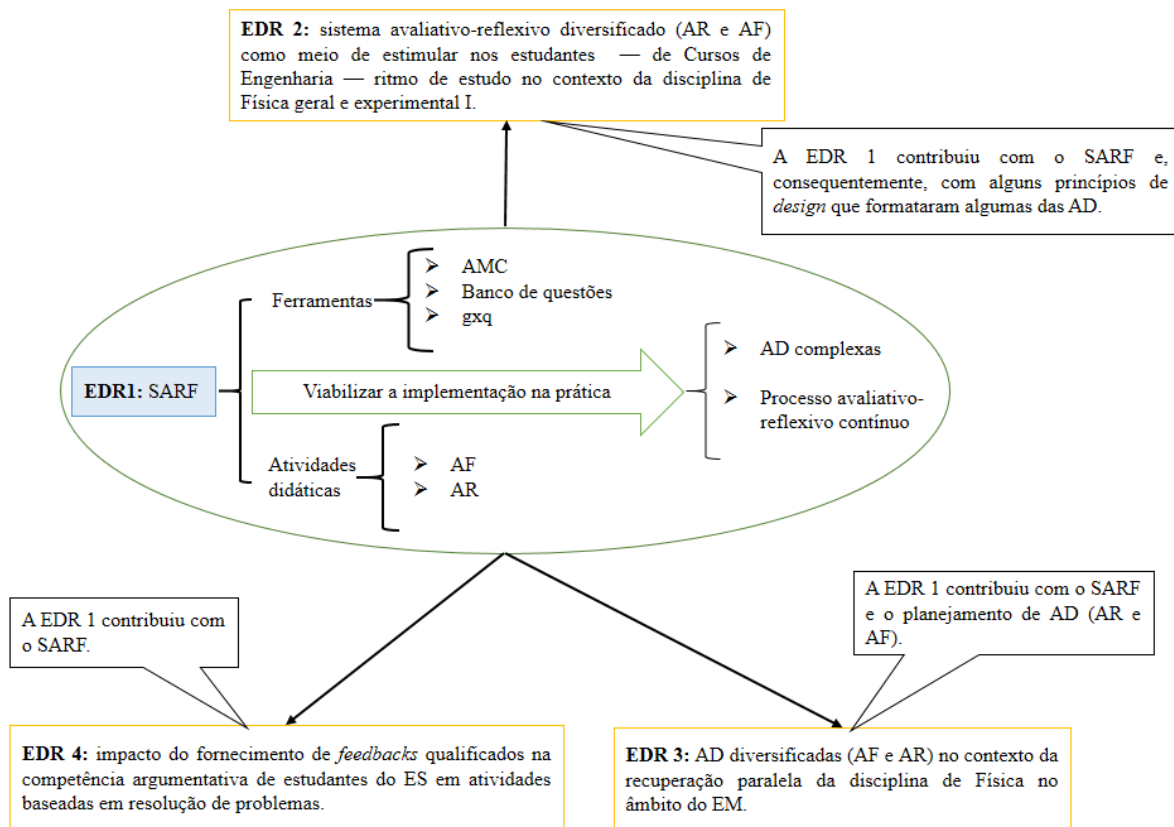
É importante frisarmos novamente que, inicialmente, estamos preocupados em solucionar a problemática identificada. Em consequência disso, tendemos a realizar avanços teóricos mais sofisticados em etapas posteriores de investigação, à proporção que a aplicação e a coleta de dados vão amadurecendo. Ou seja, conforme exemplificam Mckenney e Reeves (2012), em geral, os trabalhos desenvolvidos na perspectiva EDR tendem a se alongar no tempo e a envolver uma equipe relativamente grande de profissionais, pois são complexos. Isso implica que esses trabalho se dão em diversos ciclos/subciclos de desenvolvimento, implementação, avaliação e redesenvolvimento até se chegar à melhor solução possível para

uma problemática bem contextualizada. A cada subciclo de investigação, contudo, novas oportunidades de continuidade de trabalho podem emergir, as quais se caracterizam como desdobramentos futuros de um particular subciclo de pesquisa.

Além disso, gostaríamos de esclarecer que o trabalho relatado neste texto se caracteriza como um (na realidade o primeiro) dos referidos subciclos de investigação, uma vez que o processo de desenvolvimento inicial e a viabilização da solução desenvolvida, em ambientes reais, requer bastante tempo e esforço. Isso significa que os possíveis desdobramentos e possibilidades de continuidade que emergirem desse primeiro subciclo serão desenvolvidos por projetos, possivelmente, conduzidos por outros membros integrantes do grupo MPEAC.

Outro aspecto que gostaríamos de esclarecer é a relação que o nosso trabalho tem com outros desenvolvidos no âmbito do grupo de pesquisa MPEAC, tais relações estão ilustradas na Figura 2.

Figura 2 — Relação do trabalho descrito nesta tese como outros projetos desenvolvidos no grupo MPEAC



A partir da Figura 2, é possível visualizarmos que a análise do SARF será realizada por meio de dados coletados em interfaces entre a pesquisa relatada neste texto e outros três projetos de EDR também conduzidos no âmbito do grupo MPEAC. Nessa figura, o presente trabalho está inserido no projeto EDR 1 e as outras pesquisas nos projetos identificados como EDR 2, EDR 3 e EDR 4. Aqui, cabe explicarmos que, no contexto do grupo de pesquisa MPEAC, um projeto EDR pode ser resumidamente descrito por sua problemática e pela possível solução encaminhada para esta. Dessa forma, os pares problemática e possível solução das três EDR relacionadas ao presente trabalho podem ser resumidas da seguinte forma:

- O projeto de EDR 2 tem como problemática o fato de que muitos alunos ingressantes nos cursos de engenharia da UFSM, em geral, não possuem ritmo de estudo (ou seja, possuem o hábito de estudar apenas em vésperas de provas). Essa EDR propõe como possível solução desenvolver e aplicar um conjunto diversificado de avaliações — com atividades AR e AF cumulativas e continuadas — na disciplina de Física Geral e Experimental I no intuito de estimular o hábito de estudo nesses estudantes;
- O projeto de EDR 3 tem como problemática o fato de que muitos alunos do Ensino Médio em recuperação paralela necessitam de atividades didáticas que vão além da mera repetição do que foi visto no turno regular. A possível solução encaminhada para alunos em recuperação paralela de quatro turmas de EM de um colégio federal, no contexto do conteúdo de Termodinâmica, foi dada pela implementação de uma sequência de AR e AF que utilizam diferentes recursos das TIC e estratégia didática de RP — e não somente quadro negro, giz e livro didático — para abordar tal conteúdo de Física.
- O projeto de EDR 4 assume como problemática o fato de que muitos alunos ingressantes nas turmas de engenharia da UFSM não conseguem justificar adequadamente as resoluções que apresentam aos problemas que solucionam. Esse projeto está na etapa inicial na qual estão sendo caracterizadas as justificativas apresentadas em categorias. Por exemplo: alunos que confundem a justificativa como sendo a simples apresentação de um rascunho, isto é, alunos que apresentam algumas equações, mas sem textos ou diagramas que lhes deem sentido, etc. A possível solução (ainda não especificada) visará encaminhar atividades nas quais os alunos, inicialmente, possam entender que a justificativa da solução de um problema é essencialmente uma argumentação, em que se usa

linguagens textual, matemática e gráfica para mostrar ao leitor que a solução encontrada satisfaz as premissas do problema. Após esse entendimento inicial, a EDR 4 deverá implementar ações que promovam o desenvolvimento da competência argumentativa na resolução de problemas.

Note que em projetos de investigação em EDR a problemática e sua possível solução são construídas considerando problemas específicos em contextos reais. Isto é, um trabalho nesse contexto sempre tem um par problemática-solução. Dessa forma — após termos apresentado as três EDR que estão relacionadas com o projeto descrito neste texto — podemos reescrever a nossa problemática geral, que até o momento vinha sendo definida: como viabilizar a aplicação, gerenciamento e *feedback* de atividades didáticas complexas em termos de seu contexto real.

Ou seja, ao considerarmos essas relações, a problemática da EDR 1 poderia ser reescrita da seguinte forma: como encontrar maneiras de viabilizar as EDR 2, 3 e 4. Nesse sentido, uma possível solução a ser encaminhada para essa nova formulação de nossa problemática seria o próprio SARF — aqui entendido como sendo o *design* (especificações, justificativas e fundamentação teórica) de atividades AR e AF; assim como a seleção, adaptação e desenvolvimento de ferramentas computacionais que possibilitem suas implementações.

Cabe destacarmos que a descrição que realizamos acima acerca de cada um dos quatro projetos é acurada e a apresentamos para facilitar o entendimento de como os dados das aplicações dos diferentes projetos são partilhados. No entanto, historicamente — conforme descrevemos na introdução deste texto — essa não era a nossa problemática original. Inicialmente, no grupo de pesquisa MPEAC, havia um consenso que o uso do *Drupal* estava esgotado no âmbito de nossos trabalhos. Em outras palavras, não conseguíamos mais usar o *Drupal* como um ambiente de aplicação e fornecimento de *feedback* nos moldes que nossos projetos requeriam. A partir dessa constatação, decidimos criar o gxq.

Nesse contexto, os estudos que levaram às especificações do gxq deram origem também ao SARF. Ao mesmo tempo, o projeto de EDR 3 — no âmbito do processo de recuperação paralela de temas de EM — teve sua origem quase que simultânea à do SARF. O referido projeto, o qual envolve a temática da Termodinâmica, contém AD que podem ser entendidas como desdobramentos de meu trabalho de mestrado, relatado em: Alves (2014). Ainda, nesse contexto, após a implementação preliminar do projeto de EDR 2, o pesquisador responsável por seu desenvolvimento — que até então utilizava a plataforma *Drupal* — decidiu migrar para o SARF quando percebeu que este oferecia novas e melhores

possibilidades para o seu trabalho. Ou seja, as características relacionadas ao fornecimento de *feedback* qualificado do SARF estão viabilizando novos projetos. Além disso, cabe destacar que projeto de EDR 4, já em andamento, é também um deles.

Entretanto, entendemos que o fato dos pesquisadores responsáveis pelo desenvolvimento dos quatro projetos de EDR, descritos anteriormente, trabalharem colaborativamente na implementação de projetos que têm interdependências ou interfaces comuns não era um impeditivo para que cada um deles desenvolvesse sua tese/dissertação separadamente. Naturalmente, foi preciso que, antecipadamente, se entrasse em acordo de como os dados das aplicações seriam usados. Desta forma, como contrapartida do uso da SARF pelos pesquisadores das EDR 2, 3 e 4, houve o comprometimento destes de ceder, com exclusividade, os dados obtidos das aplicações que estavam imediatamente ligados com o SARF. Ou seja, os dados relativos à sua: (i) viabilidade técnica; (ii) viabilidade didática, segundo a perspectiva do aluno; e (iii) viabilidade didática, segundo a perspectiva do professor²⁶.

É importante destacar, também, que a EDR 1(o presente trabalho) não contribuiu apenas com a seleção e/ou desenvolvimento de ferramentas computacionais que viabilizem a implementação na prática desses outros três projetos de EDR; mas também com a explicitação de alguns dos princípios gerais de *design* empregados em suas formatações. Isso porque existe uma consonância entre as características das ferramentas utilizadas para viabilizar os referidos projetos e a estrutura didática das tarefas e/ou conjuntos de AD que puderam ser desenvolvidos no âmbito dos referidos trabalhos.

Por exemplo, a possibilidade de empregar problemas numéricos parametrizados em turmas grandes — tanto em “lápiz e papel” quanto em formulário eletrônico — advém das características das ferramentas que compõem o SARF. Paralelamente, a possibilidade de desenvolver diferentes conjuntos de tarefas em diversos tempos e contextos (em classe/extraclasse), utilizando diferentes recursos e estratégias didáticas — tais como, vídeos, simulações computacionais e a resolução de problemas — também provém das características das ferramentas empregadas para apoiar o trabalho do professor. Da mesma forma, especificações e/ou metodologias didáticas gerais, que formatam as AF e AR, também são parte do desenvolvimento do SARF.

Em outras palavras, a criação do SARF vai além da seleção/desenvolvimento das referidas ferramentas computacionais destinadas a apoiar o trabalho do professor. Isso porque

²⁶ Aqui, é importante destacarmos que as categorias (ii) e (iii) estão diretamente relacionadas com a receptividade do SARF, tanto da parte do aluno quanto da parte do professor.

também está presente no SARF uma dimensão didática representada pelos princípios de *design* gerais que especificam, ao menos em parte, as AD/metodologias didáticas que utilizam suas ferramentas computacionais (para uma visão sintética disso, vide a especificação do SARF apresentada no Quadro 1).

3 ATIVIDADES DIDÁTICAS MEDIADAS POR TIC

Neste capítulo, inicialmente, discutimos a importância das Tecnologias de Informação e Comunicação como recursos didáticos, abordando algumas iniciativas que vêm sendo realizadas para viabilizar o acesso a esses materiais. Em seguida, discutimos algumas práticas didáticas que podem ser beneficiadas por meio do uso desses recursos e, em particular, caracterizamos o que são as simulações computacionais (ou, de forma mais precisa, recursos didáticos baseados em simulações computacionais). Após isso, caracterizamos também o que são plataformas *online*, apresentando suas principais funcionalidades e ferramentas. Por fim, mapeamos o percurso percorrido durante o trabalho (prévio) que desenvolvemos, no qual utilizamos as TIC como recursos didáticos.

3.1 AS TIC COMO RECURSOS DIDÁTICOS NO CONTEXTO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

O uso disseminado das Tecnologias de Informação e Comunicação têm afetado significativamente amplos setores da sociedade atual, modificando a sua estrutura social, a organização do trabalho, as comunicações, a forma como as informações são veiculadas e, inclusive, a maneira de pensar e a visão de mundo das pessoas (LÉVY, 1998; COLL; MONERO, 2010). Nesse contexto, conforme enfatiza Ferreira (1998), o âmbito educacional não pode ser visto como uma exceção a essa tendência. Por isso, a elaboração de propostas didáticas que incorporem essas ferramentas tecnológicas vem sendo reconhecida como um importante aspecto a ser considerado no âmbito da investigação em Ensino de Ciências e de Física.

Ademais, as TIC vêm sendo reconhecidas como importantes ferramentas didáticas no âmbito do processo de ensino e aprendizagem, conforme evidenciam diversos autores: Fiolhais e Trindade (2003), Giordan (2005), Heineck, Valiati e Rosa (2007), Dos Anjos (2008), Arantes, Miranda e Studart (2010), Coll e Monereo (2010), Mota e Scott (2014), sendo que essas ferramentas se constituem de uma série de recursos didáticos, tais como simulações computacionais (SC), pacotes matemáticos, hipermídia, vídeos, internet, animações, entre outros aplicativos. Cabe destacar que essas ferramentas podem ser empregadas como recursos que mediam atividades didáticas diretamente voltadas aos alunos,

ou seja, tarefas em que os estudantes precisam produzir algum material. Mas não somente isso, as referidas ferramentas podem também ser empregadas em outras atividades educacionais, como, por exemplo, facilitar o trabalho do professor na produção de seu próprio material didático, na gestão de AD desenvolvidas em suas disciplinas, entre outras coisas.

Entre esses recursos didáticos, as simulações computacionais são um dos recursos mais acessíveis, já que diversos portais *online* (como os descritos mais abaixo) as disponibilizam de forma fácil e gratuita. Ao lado disso, as SC apresentam várias potencialidades didáticas, as quais permitem que diferentes atividades educacionais possam ser beneficiadas com o seu emprego. Dentre as referidas potencialidades, destacamos: (i) representar e visualizar fenômenos dinâmicos e conceitos abstratos; (ii) interatividade e não-linearidade — possibilidade de alterar parâmetros e investigar consequências; (iii) desenvolver habilidades de resolução de problemas e de gerar e testar hipóteses; (iv) propor diferentes atividades com uma mesma simulação; e (v) realizar experimentos que envolvam fenômenos muito lentos ou rápidos. Somado a isso, Fiolhais e Trindade (2003) destacam que representar e visualizar fenômenos dinâmicos e/ou abstratos é uma das principais dificuldades pedagógicas no âmbito do Ensino de Física e, segundo eles, o uso didático de SC é uma das possíveis formas de superá-la.

Paralelamente, o acesso ao computador e à internet nas escolas públicas — condição necessária para viabilizar o uso das SC (ou de outros recursos das TIC) nesse contexto — vem sendo garantido por meio de diferentes iniciativas de políticas públicas. Isso porque, conforme já destacamos em outro trabalho:

Iniciativas de políticas públicas, tais como os projetos Um Computador por Aluno (UCA), de 2010, e o Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo), de 2007, contribuíram para garantir o acesso ao computador e à internet a camadas cada vez mais diversificadas da sociedade. Em relação às escolas da rede pública, os dados do Censo Escolar 2013 (Brasil, 2013a) nos mostram que a porcentagem de estudantes de ensino médio com acesso a computadores nas escolas, através do laboratório de informática, é de 95,3%. Já a porcentagem de estudantes de ensino médio com acesso à internet nas escolas é de 96,4%. (ALVES et al., 2017, p.159).

Cabe destacar que — embora algumas das iniciativas acima mencionadas já tenham sido encerradas e que alguns dos dados oficiais citados possam não corresponder exatamente a realidade cotidiana das escolas — essas informações ao menos nos sinalizam certo interesse em tornar mais acessíveis, aos alunos de escolas públicas, os referidos recursos tecnológicos.

Além do mais, em consonância com essas políticas públicas, diversas outras iniciativas vêm sendo desenvolvidas para garantir que professores e estudantes tenham acesso a recursos das TIC, tais como as SC. Como exemplo dessas iniciativas, listamos e

descrevemos abaixo alguns dos portais *online* de livre acesso que disponibilizam ferramentas didáticas relacionadas às TIC voltadas ao Ensino de Física.

➤ O **Laboratório Didático Virtual (LabVirt)** — www.labvirt.fe.usp.br — é um projeto de iniciativa da Escola do Futuro da Universidade de São Paulo (USP). Este portal possui as seguintes áreas de atuação: produção de material didático para suportar uma educação baseada em projetos; serviço de perguntas com respostas de especialistas; serviço de notícias científicas em linguagem acessível; e serviço de capacitação e suporte pedagógico permanente às escolas. Além disso, nele está disponível uma vasta quantidade de animações e simulações computacionais relativas à Física. Paralelamente, segundo os seus idealizadores, o LabVirt tem por objetivo construir uma infraestrutura pedagógica e tecnológica que sirva de suporte para professores e alunos no desenvolvimento de projetos relacionados à disciplina de Física;

➤ O **Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching (MERLOT)** — www.merlot.org — é um projeto da *California State University*, desenvolvido em parceria com instituições de ensino, indústria e sociedades profissionais. Esse é um dos portais mais acessados no mundo, principalmente por docentes que atuam no nível universitário (RODRIGUES et al., 2012). No MERLOT, os professores compartilham materiais didáticos como planos de aulas ou atividades didáticas. Além disso, nesse portal está disponível uma grande variedade de recursos didáticos, entre eles, simulações computacionais direcionadas a temas de Física;

➤ O **Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE)** — <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/> — é uma iniciativa do Ministério da Educação e da Cultura (MEC) em parceria com outras instituições. Esse repositório disponibiliza um amplo conjunto de objetos educacionais (ou recursos didáticos) para os diferentes níveis de ensino. Entre esses recursos, destacamos: vídeos, áudios, imagens, hipertextos, animações e simulações computacionais. Ao disponibilizar essa diversidade de recursos didáticos, esse portal tem por intuito subsidiar os professores no processo de desenvolvimento de diferentes estratégias didáticas, as quais podem potencializar o processo de ensino e aprendizagem de diferentes tópicos da disciplina de Física (RODRIGUES et al., 2012);

➤ O **Physics Education Technology (PhET)** — http://phet.colorado.edu/pt_BR/ — é um projeto desenvolvido pela Universidade do Colorado (EUA). Esse portal disponibiliza diversas simulações computacionais — em geral, escritas em linguagem Java ou *Flash*. Essas simulações abrangem as seguintes disciplinas: Física, Química, Biologia, Matemática e Ciências da Terra. Cabe enfatizar que o PhET vem sendo reconhecido como uma das mais bem-sucedidas iniciativas, em termos de qualidade, produção e disseminação desse tipo de recurso didático (ARANTES; MIRANDA; STUDART, 2010). Isso porque, segundo esses

autores, o PhET possui uma abordagem baseada em pesquisa — em que as SC são, inicialmente desenvolvidas e testadas e, somente depois, disponibilizadas;

➤ O **Portal do Professor** — <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html> — é um portal desenvolvido pelo MEC em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) — atual Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) —, cujo objetivo principal consiste em enriquecer as práticas pedagógicas dos professores, promovendo para tal o acesso a diversos tipos de recursos educacionais. Entre esses recursos, destacamos: imagens, áudios, vídeos, hipertextos, animações e simulações computacionais. Todos eles estão sistematizados de acordo com os diferentes níveis de ensino e modalidades da educação básica, objetivando atender os seus componentes curriculares e os temas relacionados a estes;

➤ O **Portal Applets Java de Física** — <http://www.walter-fendt.de/ph14br> —, desenvolvido por Walter Fendt, disponibiliza diferentes aplicativos (*applets*), escritos em linguagem Java, voltados a diversos tópicos de Física. O referido portal está traduzido em vários idiomas, incluindo o Português;

➤ O **Portal Física Vivencial** — <http://www.fisicavivencial.pro.br/> —, também disponibilizado pelo MEC, é um portal *online* que contém uma grande variedade de recursos didáticos associados às TIC. Entre essas ferramentas didáticas, destacamos as simulações computacionais, as animações e os recursos audiovisuais;

➤ O **Portal ComPADRE** — <http://www.compadre.org/> — é, na realidade, uma biblioteca digital, já que disponibiliza ferramentas didáticas (de uso gratuito) voltadas ao Ensino de Física e de Astronomia, todas oriundas de várias fontes confiáveis. Entre essas ferramentas didáticas, destacamos simulações computacionais, animações, vídeos, áudios, etc.;

➤ O **Graxaim**²⁷ — <http://boltz.ccne.ufsm.br/mpeac/?q=node/54> — é um portal que disponibiliza aplicativos didáticos interativos de Física (simulações computacionais) de produção própria. Os referidos aplicativos estão relacionados a apenas alguns tópicos de Física, quais sejam: Mecânica, Termodinâmica e Mecânica Estatística. Embora em pequeno número, esses aplicativos são bastante versáteis, podendo ser incorporados em diferentes tipos de atividades didáticas. Por fim, cabe sublinhar que nesse portal também estão acessíveis dois conjuntos de atividades didáticas elaboradas a partir de alguns desses recursos associados à estratégia didática de resolução de problemas. Esses conjuntos de atividades didáticas estão descritos e avaliados em Alves (2014) e Pastorio (2014).

²⁷ Este *site* está vinculado ao grupo de pesquisa Métodos e Processos de Ensino e Aprendizagem de Ciências (MPEAC), do qual o autor deste texto faz parte e, portanto, o presente trabalho está vinculado.

3.1.1 Algumas práticas didáticas que podem ser beneficiadas com o uso das TIC

De acordo com o que foi descrito anteriormente, é possível constatar que o acesso a recursos didáticos relacionados às TIC está bastante disseminado. Ademais, essas ferramentas possuem diferentes potencialidades didáticas, sendo possíveis de serem inseridas no processo de ensino e aprendizagem de diversas maneiras. Com o intuito de exemplificar isso (mas não de esgotar o assunto), abaixo descrevemos algumas das possibilidades de uso pedagógico de algumas das ferramentas associadas às TIC, nomeadamente:

- Realizar atividades experimentais: aquisição (automática) e tratamento de dados por computador;
- Preparar textos (material didático) permeados de diversos recursos audiovisuais que permitem uma leitura não-linear: multimídia;
- Visualizar estruturas tridimensionais complexas: realidade virtual;
- Disponibilizar e acessar grande quantidade de informações (ou conteúdo), assim como comunicar-se de maneira fácil e barata: internet;
- Realizar diversas tarefas, tais como ilustrar fenômenos, propor tarefas exploratórias ou de resolução de problemas, entre outras: simulação computacional²⁸ e modelização por computador.

A aquisição (automática) de dados por computador está associada com as atividades de laboratório, em que um computador é empregado juntamente com sensores e *softwares* específicos para coletar e tratar dados automaticamente, representando-os na tela do computador à medida que eles vão sendo coletados (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003). Para os referidos autores, a principal vantagem do uso desse tipo de recurso seria o dinamismo por eles proporcionado em atividades experimentais. Isso porque, nesse tipo de atividade, os dados são coletados em tempo real e automaticamente representados em tabelas ou gráficos, na tela do computador, facilitando a sua rápida leitura e interpretação. Além dos mais, segundo esses autores, essa dinamização libera tempo para que os estudantes observem os fenômenos e dediquem mais tempo na análise e interpretação dos dados do que em seus procedimentos de coletas.

A multimídia é um recurso que pode agregar diversos outros recursos num mesmo local. Essa ferramenta tem sua origem na ideia de hipertexto ou, de forma mais ampla, de

²⁸ Pelo fato desse tipo de ferramenta didática ser uma das mais facilmente acessíveis, bem como estar diretamente relacionada com o trabalho que desenvolvemos, ainda neste capítulo, discutiremos com mais detalhes algumas práticas didáticas que podem ser beneficiadas pelo seu uso, assim como quais são as suas potencialidades e limitações.

hipermídia (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003). Ou seja, ela pode incluir diversos outros recursos, tais como simulações computacionais, textos, imagens, sons, animações, vídeos, etc. Como principais potencialidades das multimídias, destacamos a interatividade, a não-linearidade e o seu grande potencial motivacional (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003). Cabe salientar que as referidas características são consideradas importantes fatores para se desenvolver um processo de ensino e aprendizagem mais personalizado e centralizado no estudante.

As ferramentas de realidade virtual têm potencial de utilização no âmbito da visualização científica (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003), em especial no caso de estruturas tridimensionais e complexas como, por exemplo, moléculas (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003). Essas ferramentas têm como característica sua capacidade de imersão, focando na promoção de uma interação profunda entre o estudante e a máquina.

A internet, por sua vez, constitui-se num dos mais importantes recursos didáticos (no que concerne às TIC). Isso porque, no contexto atual, o acesso a esse recurso está a cada dia mais disseminado e diversificado²⁹. Ela vem, ainda, consolidando-se como uma das principais fontes de informação, um importante canal de comunicação e fornecimento de serviços (em amplitude global). Uma das características mais importantes da internet é a sua capacidade de integrar um grande volume de informações e recursos, tornando-os facilmente acessíveis a uma vasta quantidade de pessoas. Portanto, a internet tem potencial para promover um ensino mais centrado no estudante, no qual o papel do professor se desloca no sentido de auxiliar os seus estudantes a estabelecer critérios para filtrar as informações relevantes presentes na vasta quantidade de conteúdo nela disponível (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003).

Paralelamente, atualmente, os usuários da *web* deixaram de ser meros consumidores de informações e, por meio de ferramentas como as redes sociais, passaram a ser, também, produtores ativos de conteúdo. Em consequência disso, a internet passou a viabilizar a realização de trabalhos colaborativos, o que, por sua vez, fomentou o surgimento de estratégias de ensino focalizadas na aprendizagem colaborativa (ABEGG; DE BASTOS; MÜLLER, 2010). Tais estratégias utilizam, por exemplo, o *wiki*, o qual é uma ferramenta que permite a construção colaborativa de textos, hipertextos, etc. Além disso, esse tipo de atividade didática também tem a potencialidade de focalizar o processo de ensino e aprendizagem no estudante.

²⁹ Isso é evidenciado pelo fato de que, nos dias de hoje, o acesso à *internet* sem fio ou móvel (por meio de *smartphones*) está presente em quase todo o globo, bem como camadas cada vez mais diversificadas da sociedade têm obtido acesso a esses serviços.

A modelização por computador e as simulações computacionais são ferramentas muito próximas, distinguindo-se basicamente na ênfase que possuem acerca dos modelos físico-matemáticos empregados para descrever os fenômenos (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003). Na modelização, o foco está na criação, implementação e investigação, por parte dos estudantes, dos referidos modelos. Por outro lado, na simulação, o modelo não está diretamente acessível aos estudantes; por isso, as ações que eles podem realizar são variar parâmetros e condições de contorno e investigar as consequências disso.

Segundo o que já dissemos anteriormente — bem como é possível evidenciar na descrição acerca dos diversos portais *online* que realizamos acima — as simulações computacionais constituem uns dos recursos didáticos, vinculados às TIC, mais disseminados e acessíveis via *internet*. Considerando, portanto, a sua relevância, caracterizamos em mais detalhes esses aplicativos na seção a seguir.

3.1.2 Características de um recurso didático baseado em simulação computacional

No contexto deste trabalho, de forma geral, uma simulação computacional é definida como sendo uma ferramenta que implementa um modelo (computacional) de um fenômeno. Entretanto, definir o que é um recurso didático baseado em simulação computacional³⁰ não é uma tarefa simples, já que diferentes autores definem esse tipo de recurso de formas distintas, além do que, uma definição dificilmente conseguiria caracterizar de forma adequada um recurso didático complexo como esse.

Por esse motivo, optamos por apresentar quais são as principais características que um aplicativo precisa ter para ser classificado como um recurso didático baseado em simulação computacional. Ademais, descrevemos também algumas práticas didáticas que podem ser beneficiadas com o uso dos referidos recursos, assim como destacamos algumas de suas potencialidades e limitações. Para fazer isso, baseamo-nos nos trabalhos de Medeiros e Medeiros (2002), Fiolhais e Trindade (2003), Perkins et al. (2006), Wieman, Adams e Perkins (2008), Arantes, Miranda e Studart (2010) e Moore et al. (2014), assim como em nossas vivências de utilização desse recurso na prática.

³⁰ Por simplicidade de terminologia, em outras partes deste trabalho, usamos (apenas) simulação computacional como sinônimo de recurso didático baseado em simulação computacional.

Algumas das principais características dos recursos didáticos baseados em simulação computacional são as seguintes:

- Flexibilidade didática: possibilidade de ser empregado em diferentes tipos de atividades didáticas, de acordo com os objetivos e necessidades. Por exemplo: atividades ilustrativas, tarefas de resolução de problemas, tarefas exploratórias, entre outras;
- Acessibilidade e flexibilidade computacional: facilmente acessível via internet, bem como incorporável aos navegadores, sendo executado diretamente nestes, independentemente de *hardware* e de sistema operacional;
- Durabilidade: possibilidade de continuar a ser utilizado por período relativamente longo, independentemente das mudanças de tecnologia;
- Interatividade: possibilidades não-lineares de variação de parâmetros e condições de contorno do modelo simulado, de modo a possibilitar observação e investigação das consequências dessas manipulações;
- Flexibilidade cognitiva: possibilidade criar tarefas que podem estimular nos estudantes o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva. Isto é, a capacidade de, diante de uma situação nova, reestruturar seu conhecimento de maneira a encaminhar um solução para essa situação. Isso está vinculado a interatividade, não-linearidade, flexibilidade didática das SC, assim como sua capacidade de representar a informação de diferentes formas (textos, imagens animadas e estáticas, sons, etc.);
- Representação visual adequada: combinação adequada e balanceada de textos, animações e imagens, evitando o excesso de informação. Cabe destacar que as simulações computacionais são consideradas ferramentas de representação visual do conhecimento e, portanto, essa é uma importante característica a ser considerada.

Algumas das práticas didáticas que podem ser beneficiadas pelo emprego dessas ferramentas são:

- Aulas expositivas (demonstrações): visualizar fenômenos dinâmicos ou conceitos abstratos. Por exemplo, fótons, movimentos de elétrons num condutor, linhas de campo, etc.;
- Atividades em grupo em sala de aula: propor aos alunos um roteiro estruturado que lhes possibilite investigar algum fenômeno, explorando a simulação

computacional na tentativa de evidenciar as possíveis relações entre as variáveis utilizadas para caracterizar o fenômeno;

- Atividades extraclasse: visitar ou explorar a simulação computacional de forma livre ou a partir de um roteiro proposto pelo professor. Outra possibilidade consiste em desenvolver tarefas que empreguem a estratégia didática de resolução de problemas (abertos e/ou fechados), de maneira a mobilizar e desenvolver, de forma integrada, diversos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (mais informações acerca do que são esses conteúdos, vide capítulo 1);
- Laboratório (ausência): atividades em que o aluno é estimulado a elaborar e simular experimentos. Cabe destacar que esse tipo de atividade não tem o intuito de substituir os experimentos reais, mas sim ser utilizado quando a realização da atividade experimental seja inviável — e/ou visam complementar a realização da atividade experimental — quer seja por motivos de infraestrutura quer seja por motivos de segurança;
- Em paralelo ao laboratório: atividades em que o estudante realiza o experimento real e, também, simula o fenômeno que está sendo estudado com a finalidade de confrontar o modelo simulado com o fenômeno real;
- Proposição de problemas: resolver problemas abertos e/ou fechados com o auxílio de simulações computacionais. Esse tipo de atividade pode ser realizado em classe ou extraclasse. Conforme já destacamos, atividades como essas têm o potencial de mobilizar e desenvolver, de forma integrada, diversos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, consolidando-os e ampliando-os.

Algumas das suas potencialidades didáticas são as seguintes:

- Interatividade e não-linearidade, potencialidades relacionadas com o fato do estudante poder variar diferentes parâmetros e condições de contorno da situação que está sendo simulada;
- Desenvolver habilidades relacionadas com a atividade de resolução de problemas;
- Possibilidade de se propor diferentes atividades didáticas, até mesmo uma sequência didática, com uma mesma simulação computacional;
- Permitir que os estudantes gerem e testem hipóteses, envolvendo-os, assim, em tarefas que explicitem certas características da pesquisa científica;

- Realizar experimentos perigosos ou muito caros, assim como aqueles que envolvam fenômenos muito rápidos ou lentos;
- Repetir diversas vezes o experimento, explorando as várias combinações de parâmetros;
- “Ver” o invisível, (átomos, elétrons, fótons, etc.) a partir de suas representações visuais;
- Possibilidade de estabelecer a conexão entre fenômenos e os conceitos que os descrevem, ou seja, explicitar quais são os conceitos subjacentes à representação do fenômeno simulado (PERKINS et al., 2006).

Contudo, ainda que as SC tenham as diversas potencialidades didáticas discutidas anteriormente, temos a convicção de que a sua simples adoção, no contexto educacional, não garante que o processo de ensino e aprendizagem — automaticamente — será desenvolvido de maneira mais eficaz e/ou com melhor qualidade (o mesmo vale para outras ferramentas associadas às TIC em geral). Em outras palavras, acreditamos que a forma e a intencionalidade com que essas ferramentas são empregadas na prática impactam diretamente na qualidade do referido processo. Quer dizer, ao adotar essas ferramentas, o professor necessita mudar sua atitude perante o planejamento e desenvolvimento de suas atividades didáticas, de modo a considerar tanto as potencialidades quanto as limitações que esses recursos possam conter.

Paralelamente, acreditamos que é uma das tarefas do professor selecionar e utilizar de maneira adequada diferentes recursos didáticos que potencialmente possam melhorar a qualidade do processo de ensino e aprendizagem conduzido em sua sala de aula. Nesse sentido, pensamos que as TIC (e entre elas as SC) — quando empregadas adequadamente — figuram como um desses conjuntos de recursos que têm potencial para ajudar a superar algumas dificuldades didáticas presentes no cotidiano escolar, aprimorando, portanto, a qualidade do processo de ensino e aprendizagem desenvolvido nesse contexto. Além do mais, conforme já discutimos, as TIC — em particular as SC — já têm o seu potencial pedagógico amplamente reconhecido pela comunidade acadêmica, assim como estão bastante difundidas e acessíveis tanto aos professores quanto aos estudantes. Diante disso, acreditamos que o professor já não pode mais deixar de, ao menos, levá-las em consideração no momento de selecionar seu “arsenal” de recursos didáticos.

Nesse contexto, todavia, não basta apenas reconhecermos as referidas potencialidades das simulações computacionais. Importa também — conforme destacam Macêdo, Dickman e Andrade (2012) — reconhecermos as suas limitações, considerando-as no planejamento das

atividades didáticas que pretendemos desenvolver. Entre essas limitações, a seguir, destacamos algumas que consideramos pertinentes:

- Simplificações exageradas do modelo físico simulado;
- Não especificação explícita dos limites de validade do modelo representado;
- Entendimento equivocado de que as simulações computacionais se equiparam às atividades experimentais;
- Representação demasiadamente distorcida da realidade ou que contenha erros conceituais.

Relativo às limitações listadas acima, Macêdo, Dickman e Andrade (2012) destacam que é fundamental que o professor deixe claro aos seus estudantes que as SC computacionais representam a realidade de maneira simplificada. Ou seja, que os experimentos simulados não são equivalentes aos reais. Também, segundo esses autores, outro cuidado que o docente precisa considerar em seu planejamento é que as SC não sejam manipuladas pelos estudantes apenas como um jogo. Isto é, as tarefas precisam ser cuidadosamente estruturadas de maneira que os alunos sejam estimulados a manter o foco no significado físico (ou nos conceitos e fenômenos) representados na SC que eles estão manipulando.

Entretanto, compreendemos também que — no contexto atual — isso nem sempre é uma tarefa fácil para o professor. Isso porque, em geral, os docentes não dispõem de uma formação mínima que lhes permitiria selecionar e usar da melhor maneira possível as SC. Do mesmo modo, a falta de estrutura adequada nas instituições de ensino, assim como a sobrecarga de trabalho desses profissionais e a conseqüente falta de tempo são importantes entraves à adoção significativa dessas ferramentas no contexto escolar.

Em paralelo a isso — conforme já discutimos anteriormente — pelo fato de que as SC apresentam várias potencialidades didáticas, diversas práticas escolares podem ser beneficiadas com o seu uso. Porém, por serem recursos didáticos ricos e flexíveis, algumas das AD mediadas por esses recursos podem tornar-se tarefas complexas que demanda bastante tempo na etapa de avaliação. Isto é, atividades didáticas em que os estudantes, ao resolverem-nas, produzem algo e esperam/necessitam receber *feedbacks* acerca de suas produções. Assim como as referidas resoluções podem contemplar diferentes formas de serem realizadas pelos estudantes, as quais podem ser: no formato de texto; arquivos de imagens/gráficos; vídeos; algoritmos; equações; respostas numéricas (exatas e aproximadas); respostas de múltipla escolha, entre outras coisas.

Por exemplo, em nosso trabalho de mestrado, desenvolvemos um conjunto de atividades didáticas de Termodinâmica, nas quais empregamos um laboratório virtual para propor diferentes conjuntos de problemas (abertos e/ou fechados). No contexto da resolução

de uma mesma atividade, os alunos poderiam responder diferentes questões em diferentes formatos, o que tornava o processo de avaliação dessas AD bastante complexo. Em desdobramentos posteriores a esse trabalho de mestrado, evidenciamos que, embora os resultados obtidos nele evidenciassem que esse conjunto de AD de Termodinâmica era muito rico e continha grande potencial didático, para ele ser viabilizado e mantido em outros contextos escolares era necessário desenvolver ferramentas que apoiassem o trabalho docente na etapa de avaliação³¹.

Ou seja, ao avaliar esse tipo de tarefa, o professor terá que lidar, ao mesmo tempo, com resoluções realizadas em diferentes formatos, o que aumentará a dificuldade de correção dessas tarefas (assim como a de elaboração das questões que a compõem). Portanto, o trabalho docente, no contexto do desenvolvimento de tarefas complexas, precisa ser apoiado por outras ferramentas que possam dinamizar o ciclo de elaboração, implementação e avaliação de AD mediadas por TIC. Por isso, no contexto atual, o desenvolvimento e teste de ferramentas que apoiem o trabalho do professor — por exemplo, bancos de questões e plataformas *online* — são importantes.

3.2 TIC COMO PLATAFORMAS *ONLINE* DE ENSINO E APRENDIZAGEM

No contexto deste trabalho, uma plataforma *online* (também chamadas de Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem³² — SGA) é um *software* especialmente desenvolvido com a finalidade de gerenciar a implementação de atividades didáticas ou de ensino e aprendizagem (HAGUENAUER; MUSSI; FILHO, 2009). Segundo esses autores, as plataformas *online* são construídas basicamente a partir de banco de dados, ferramentas de gestão das AD, de publicação de conteúdo e ferramentas de comunicação.

A seguir, com base alguns dados extraídos do já referido trabalho, descrevemos brevemente essas ferramentas:

- Banco de dados: são estruturas, em geral, montadas no formato de tabelas, nas quais diferentes tipos de dados são armazenados;
- Ferramentas de gestão: estão voltadas ao trabalho docente no sentido de apoiá-lo no gerenciamento de suas turmas. Criar/desativar turmas, cadastrar alunos e

³¹ Cabe destacar que o trabalho do professor necessita ser apoiado também nas demais etapas, isto é, na elaboração e implementação desse tipo de AD.

³² Uma tradução do inglês para: *Learning Management Systems* — LMS (HAGUENAUER; MUSSI; FILHO, 2009).

publicar notas são exemplos de tarefas desenvolvidas por meio dessas ferramentas;

- Ferramentas de publicação de conteúdo: estão voltadas ao trabalho docente no sentido de permitir-lhe disponibilizar aos seus alunos diferentes conteúdos diretamente na tela do computador (ou de outra ferramenta, tais como os *tablets*). Isto é, são materiais instrucionais, recursos didáticos ou tarefas, os quais podem ser arquivos de texto, de vídeo ou som, por exemplo.
- Ferramentas de comunicação: estão voltadas a possibilitar a comunicação entre o professor e seus estudantes, assim como entre os próprios alunos. Entre elas, destacamos as ferramentas de mensagem como os fóruns e os *chats*.

Segundo Haguenaer, Mussi e Filho (2009), as plataformas *online* podem apresentar outras ferramentas extras. Entre essas ferramentas, destacamos as destinadas à criação de banco de questões, as quais, segundo esses autores, permitem o desenvolvimento de questões que podem ser corrigidas automaticamente pela própria plataforma *online*. Cabe destacar, ainda, que — embora os referidos autores não mencionem explicitamente — o uso combinado de algumas dessas ferramentas pode dinamizar as etapas de elaboração, implementação e avaliação (correção e fornecimento de *feedbacks*) de atividades didáticas complexas mediadas por TIC e, portanto, viabilizar a implementação desse tipo de tarefa em contexto reais de ensino e aprendizagem.

As plataformas *online*, em geral, podem ser utilizadas com as seguintes finalidades: (i) apoiar o desenvolvimento de atividades em cursos presenciais e, portanto, são usadas para complementar as atividades desenvolvidas presencialmente; ou (ii) apoiar o desenvolvimento das atividades desenvolvidas em cursos totalmente a distância (ou semipresenciais) e, por conseguinte, são usadas para desenvolver todo o curso. O Moodle e o TelEduc são exemplos desse tipo de ferramenta.

O Moodle³³ (www.moodle.org) é um *software* livre e gratuito, disponibilizado sob licença GNU, que implementa um sistema computacional destinado a apoiar a aprendizagem a distância, ou seja, é uma plataforma *online*. Esta ferramenta vem sendo desenvolvida e suportada por uma comunidade de programadores espalhados por todo o mundo. Essa plataforma está bastante disseminada no contexto de ensino universitário brasileiro e tem potencial para suportar cursos totalmente a distância, assim como apoiar o desenvolvimento de cursos ou disciplinas presenciais. O Moodle possui uma interface gráfica e contém diversas

³³ Sigla para *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (Ambiente Modular de Aprendizagem Dinâmica Orientada a Objetos).

ferramentas (incluindo as categorias descritas anteriormente) destinadas a apoiar o trabalho do professor e do aluno.

De forma similar ao Moodle, o TelEduc (<http://www.teleduc.org.br/>) também é um *software* livre e de uso gratuito que implementa um sistema computacional destinado à criação, gerenciamento e participação de cursos a distância via internet. Essa plataforma *online* vem sendo desenvolvida e suportada pelo Núcleo de Informática aplicada à Educação (NIED) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Segundo as informações contidas no *site* dessa plataforma, ela vem sendo desenvolvida de forma participativa, já que a cada nova versão os desenvolvedores implementam novas ferramentas que suprem as necessidades relatadas por seus usuários. Ainda, de acordo com as informações desse *site*, o TelEduc vem sendo utilizado por algumas instituições brasileiras de Ensino Superior, tanto públicas como particulares. Da mesma forma que o Moodle, essa plataforma *online* também possui uma interface gráfica e contém diversas ferramentas destinadas a apoiar o trabalho do professor e do aluno.

As duas plataformas *online* apresentadas anteriormente são ferramentas versáteis e potencialmente úteis para se desenvolver cursos totalmente a distância. Porém, embora elas possam também ser utilizadas de forma complementar às atividades presenciais — isto é, apoiar o desenvolvimento de disciplinas presenciais — neste trabalho, elas não se constituíram como as opções mais adequadas.

Isso porque, em primeiro lugar, existem diversas outras plataformas *online* que podem ser empregadas para apoiar a implementação de AD complexas. Além do mais — devido as características da EDR, a qual demanda a acumulação sistemática de uma grande quantidade de dados ao longo de vários anos — nós precisávamos de uma plataforma *online* que nos desse a possibilidade de: desenvolver formulários eletrônicos e, ao mesmo tempo, permitissemos salvar a produção dos estudantes; bem como ter amplo acesso e controle dos bancos de dados (em sua forma bruta) em que essas informações seriam armazenadas. Ou seja, precisávamos de uma plataforma *online* que não exigisse um servidor especializado, de modo que pudéssemos hospedar os *sites* gerados em um computador pessoal simples diretamente gerenciado pelos membros de nosso grupo³⁴.

Além disso, devido as especificidades de nossos trabalhos, tínhamos que ter garantias de que as ferramentas disponibilizadas na plataforma *online* que utilizaríamos continuariam

³⁴ Cabe destacar que plataformas *online* como o Moodle, por exemplo, em geral, não podem ser rodadas diretamente de um computador pessoal simples. Isto é, o seu uso exige um servidor especializado. Embora a instituição em que o presente trabalho foi desenvolvido oferecia este tipo de recurso, não o usamos porque, caso o fizéssemos, não tínhamos a garantia de acesso direto aos bancos de dados (na sua forma bruta) nele criados. Portanto, isso inviabilizou o uso da referida plataforma *online* no contexto de nosso trabalho.

sendo fornecidas e melhoradas independentemente de quaisquer atualizações realizadas. Paralelamente, vale destacar que a plataforma Moodle, fornecida pela UFSM, não permite cadastrar estudantes externos à instituição. Ou seja, trabalhos colaborativos com colégios de Ensino Médio que não possuem vínculo direto com a UFSM são inviáveis de serem realizados via a plataforma Moodle oferecida por essa universidade; uma vez que não é possível cadastrar os estudantes desses colégios nessa plataforma.

Nesse sentido, durante o percurso de desenvolvimento do presente trabalho, buscamos testar, investigar e aprimorar uma plataforma alternativa às duas acima mencionadas. A referida alternativa selecionada foi o *software Drupal* (www.drupal.org/). Entretanto, é importante destacar que após utilizarmos o *Drupal* em diversas ocasiões concluímos que a melhor alternativa seria desenvolver uma plataforma própria (descrita no capítulo 5 deste trabalho). O percurso que percorremos com a utilização do *Drupal* está descrito na seção a seguir.

3.2.1 Etapas do trabalho desenvolvido que envolveram o uso das TIC

Neste tópico, descrevemos as diversas estratégias e recursos que utilizamos para implementar atividades didáticas complexas — isto é, baseadas em tarefas — em ambientes reais de sala de aula. Aqui, focamos especificamente nas ferramentas usadas para receber e armazenar o material produzido pelos estudantes, assim como nos recursos utilizados para avaliar e fornecer *feedback* a esses estudantes.

Esse percurso teve início no trabalho desenvolvido durante o curso de mestrado, relatado por Alves (2014). Durante esse curso, desenvolvemos um trabalho em que o uso das TIC (especificamente, as simulações computacionais, a internet e o computador) foram articuladas com a estratégia didática de resolução de problemas³⁵. Mais especificamente, no trabalho de mestrado, utilizamos um laboratório virtual de Termodinâmica³⁶ para propor e resolver diferentes conjuntos de questões (problemas abertos e fechados³⁷). Esses problemas foram sistematizados num conjunto de seis atividades didáticas que abordaram importantes tópicos de Termodinâmica e que, em sua formulação original, foram disponibilizados num

³⁵ Para mais informações a respeito dessa estratégia didática, vide (POZO et al., 1998).

³⁶ O aplicativo utilizado foi *Graxaim/Laboratório Virtual de Termodinâmica (Graxaim/LVT)*. Para mais informações vide Alves (2014) ou acesse <http://boltz.ccne.ufsm.br/mpeac/?q=node/54>.

³⁷ Em geral, problemas abertos são aqueles que admitem mais de uma solução válida, ao passo que os problemas fechados são aqueles que admitem apenas uma solução válida (POZO et al., 1998).

site³⁸ — desenvolvido e implementado via plataforma *Drupal* — como atividades extraclases *online*.

Cabe salientar que nessa primeira versão, embora as AD tenham sido implementadas *online*, os estudantes entregaram suas resoluções em papel. Essa abordagem, a entrega em papel, mostrou-se em certa medida custosa e inflexível no que diz respeito à gestão do material produzido pelos estudantes. Por exemplo: necessariamente as tarefas, ainda que extraclasse, deveriam ser entregues pessoalmente; esse material tinha que ser digitalizado (ou fotocopiado) para sua posterior análise, uma vez que eles eram avaliados e devolvidos aos estudantes; o *feedback* dos estudantes era realizado (ao menos em parte) em papel, entre outras coisas. Além disso, esse formato inviabilizava o armazenamento sistemático de grandes volumes de resoluções produzidas pelos estudantes, as quais poderiam ser analisadas posteriormente como a finalidade de aprimorar as atividades didáticas desenvolvidas.

Figura 3 — Representação de um formulário eletrônico implementado via *Drupal*

Questionário

Agora, josemar, responda as questões abaixo nos espaços disponíveis. Quando terminar, não se esqueça de apertar o botão **Envia!**.

Questão 1. Elabore e execute um experimento virtual que permita identificar qual dos seis corpos está mais quente e qual está mais frio. Não esqueça de descrever o experimento virtual, caso preferir tire uma foto da tela e anexe-a.

Resposta 1.i *

Por favor, josemar salve essa figura em um arquivo isolado e em um dos seguintes formatos **png** ou **jpg**. Para enviar a figura, primeiro clique no botão esquerdo para escolher o arquivo. Depois, clique no botão direito para enviá-lo. Repita esse procedimento nos demais itens em que devem ser enviados gráficos.

Resposta 1.ii

Selecionar arquivo... Nenhum arquivo selecionado. Upload

Questão 2. Determine uma maneira de ordenar os seis corpos do mais frio ao mais quente. Explícite esta sequência indicando os nomes dos corpos, do mais frio ao mais quente.

Resposta 2 *

Fonte: elaborada pelo autor.

Em desdobramentos posteriores³⁹, já no curso de doutorado, como uma tentativa de superar as dificuldades listadas acima, reformulamos e desenvolvemos essas atividades em

³⁸ O conjunto original de AD pode ser acessado em <http://boltz.ccne.ufsm.br/st02/?q=node/20>.

³⁹ Reformulamos e implementamos algumas das AD desenvolvidas no mestrado em outros contextos escolares, assim como em oficinas realizadas com estudantes e professores supervisores participantes do Programa de

outros contextos educacionais, usando o recurso de formulário eletrônico disponibilizado na plataforma *Drupal*. Ou seja, a partir dessa nova versão, os estudantes passaram a entregar suas tarefas diretamente em formato eletrônico via internet. Na Figura 3, mostramos um exemplo de formulário eletrônico implementado via plataforma *Drupal*.

Esse novo formato de entrega das tarefas superou parcialmente a questão relacionada a gestão do material produzido pelos estudantes. Porém, devido às características da plataforma *online Drupal*, ainda restaram algumas dificuldades relacionadas ao armazenamento desse material, assim como à avaliação e ao fornecimento de *feedbacks*. No que diz respeito ao armazenamento, a plataforma *Drupal* não permite a coleta e o acesso fácil do material guardado, já que o usuário não tem controle de como esse material será salvo e, portanto, não sabe ao certo identificá-los quando desejar fazer uma análise posterior dos dados armazenados.

No que diz respeito à correção e ao *feedback*, pelo fato do *Drupal* não ter sido criado especificamente para fins educacionais, ele tem poucos recursos que facilitam esse processo. Por exemplo: as respostas desenvolvidas pelos estudantes não são mostradas juntamente com o enunciado da questão resolvida — e isso dificulta o trabalho de avaliação do professor, o qual necessita ter diversas janelas abertas para efetuar a avaliação de uma AD; não é possível armazenar e recuperar de maneira fácil comentários (e *feedbacks*) já efetuados; não há uma ferramenta que permita elaborar e enviar o *feedback* diretamente ao estudante (tanto em cada uma das questões como na tarefa em geral) — sendo, portanto, necessário enviar a avaliação por *e-mail* (ou na ferramenta de mensagem do *Drupal*) de forma desconectada da tarefa realizada. Além disso, essa plataforma não permite automatizar, de maneira eficiente, a correção de questões, o que, segundo argumentamos no presente trabalho de doutorado, constitui-se num dos elementos necessários para viabilizar a implementação de AD complexas em ambientes reais de sala de aula.

Como uma tentativa de superar as dificuldades elencadas acima, desenvolvemos uma plataforma *online* própria, denominada gxq. Essa nova plataforma foi testada com novas versões de algumas das AD desenvolvidas em nosso trabalho de mestrado no contexto do Ensino Médio, assim como com AD desenvolvidas e implementadas no âmbito da disciplina de Física geral e experimental I de Cursos de Engenharia de uma universidade federal. Os resultados obtidos com essa implementação e teste dessa plataforma estão descritos no capítulo 6.

4 BANCO DE QUESTÕES

Neste capítulo, definimos o que é um banco de questões ou de itens no contexto de nosso trabalho. Justificamos a necessidade de desenvolver uma ferramenta desse tipo, bem como elencamos suas potencialidades. Por fim, descrevermos os tipos de questões que podem ser criadas em nosso banco de questões e quais são as principais partes dessas questões.

Neste trabalho, um banco de questões é definido como sendo um conjunto de questões armazenado numa estrutura de banco de dados⁴⁰. Em consequência dessas questões serem armazenadas numa estrutura desse tipo, elas devem, necessariamente, ser escritas (ou desenvolvidas) seguindo uma estrutura padronizada. Um banco de questões é, portanto, uma ferramenta computacional que permite criar, armazenar e compartilhar, de forma sistematizada, diversos tipos de questões relativas a diferentes tópicos dos conteúdos disciplinares de uma ou mais disciplinas. Ou seja, esse tipo de ferramenta possibilita desenvolver questões segundo um padrão, o qual permite, por sua vez, que esses itens sejam integrados posteriormente em diferentes tarefas escolares.

Além disso, a referida padronização utilizada na elaboração de questões a serem incorporadas num banco de questões — ao menos em nosso caso — tem por objetivo facilitar a parametrização desses itens⁴¹, assim como facilitar o reaproveitamento deles. Esse tipo de questão (parametrizadas), conforme evidenciaremos no capítulo 6, pode ser utilizado para desenvolver tarefas que estimulem a prática de aprendizagem colaborativa entres estudantes.

Em resumo, as questões desenvolvidas segundo um padrão podem ser classificadas e armazenadas de maneira sistematizada num banco de dados, o que permite acessá-las e usá-las de maneira mais simples e rápida. Além disso, um banco de questões permite que diferentes professores criem e compartilhem itens uns com os outros, dinamizando assim o trabalho desses profissionais (MELLO, 2015).

Por conseguinte, os bancos de questões são ferramentas que têm como uma de suas potencialidades dinamizar o trabalho docente no que tange à elaboração de tarefas didáticas complexas. Paralelamente, eles também têm a potencialidade de viabilizar a implementação

⁴⁰ Em nosso caso, os bancos de dados são conjuntos de tabelas utilizadas para armazenar dados.

⁴¹ Parametrizar uma questão, num sentido mais amplo, significa criar diferentes versões dessa questão, mantendo sempre sua estrutura lógica e seus objetivos didáticos (conteúdos e habilidades abordadas na questão, por exemplo). Em casos mais específicos, como o de questões de resposta numérica, por exemplo, podemos variar os dados numéricos de seus enunciados, criando diferentes versões dessas questões, mas mantendo os mesmos procedimentos de resolução. Isso tem por finalidade criar versões individualizadas de questões para os estudantes e, ao mesmo tempo, facilitar o processo de correção e *feedback*.

de uma etapa de correção automática (HAGUENAUER; MUSSI; FILHO, 2009), sem a qual o processo de implementação de atividades didáticas complexas torna-se pouco viável em contextos escolares reais; uma vez que esse tipo de AD, para realizar plenamente o seu potencial pedagógico, exige que o docente forneça aos seus estudantes *feedback* qualificados⁴² e frequentes.

No contexto deste trabalho, portanto, o desenvolvimento de uma ferramenta de banco de questões foi motivado pela necessidade de elaborar e gerenciar diversos tipos de atividades didáticas complexas — baseadas em tarefas (tais como a resolução de problemas) e diversos recursos didático das TIC — assim como facilitar o processo de correção e fornecimento de *feedback* desse tipo de AD. Isto é, pelo fato de que as questões elaboradas deveriam ser produzidas segundo um padrão (definido pela sintaxe da linguagem empregada), assim como deveriam permitir o uso de diferentes funcionalidades — tais como a possibilidade de se empregar diferentes recursos didáticos⁴³, definir gabarito, esquema de correção (manual ou automática), tolerância para a resposta final numérica, etc. — um banco de questões se constituiu em um dos elementos-chave para isso.

O *software* — isto é, a estrutura de banco de itens — que desenvolvemos para criar os nossos bancos de questões foi, ao menos parcialmente, inspirado no aplicativo AMC (para mais detalhes acerca desse *software* vide capítulo 5). Isto é, alguns dos aspectos de *design* do AMC, em especial a parametrização de questões e estrutura de banco de dados, foram integrados no *software* que desenvolvemos para criar o banco de questões. Cabe sublinhar que o nosso *software* foi desenvolvido com a finalidade de estender as funcionalidades do AMC, uma vez que este permite apenas realizar testes ou provas em papel⁴⁴. Além disso, ele (o AMC) não permite implementar AD que utilizem diferentes recursos didáticos associados às TIC.

No estágio atual, as questões podem ser escritas diretamente na linguagem HTML para, mais tarde, serem incorporadas num dado banco de questões. Porém, como isso exige um domínio mínimo dessa linguagem, está em processo de desenvolvimento a criação de uma sintaxe mais simples e amigável para que usuários não familiarizados com o HTML possam escrever suas próprias questões.

⁴² Ou seja, *feedbacks* mais elaborados que vão além da simples indicação de que o aluno acertou ou errou a resposta final de uma dada questão ou problema.

⁴³ Por exemplo: vídeos, animações, simulações computacionais, textos digitais, imagens, entre outros.

⁴⁴ Embora o banco de questões que desenvolvemos seja inspirado no AMC, ele implementa questões para serem utilizadas na produção de atividades didáticas a serem aplicadas *online* e não em papel.

4.1 TIPOS DE QUESTÕES E SEUS ELEMENTOS BÁSICOS

Segundo a documentação que estamos elaborando (a qual ainda não está disponível, pois não está em sua versão final), uma questão no contexto do banco de questões que desenvolvemos é um texto no qual se formula uma pergunta ou tarefa a ser resolvida pelos estudantes. O texto dessas questões pode conter diversos recursos didáticos como, por exemplo: imagens, gráficos, vídeos, simulações computacionais, entre outras coisas (o uso de cada um desses recursos vai depender da finalidade didática almejada com uma questão ou tarefa em específico).

Além disso, no contexto do referido *software*, uma questão deve conter os seguintes três elementos: enunciado, gabarito e esquema (ou critérios) de correção. O enunciado é a pergunta ou problema que o estudante irá responder/resolver. O gabarito se constitui de um conjunto mínimo de critérios necessários para avaliar uma questão. Por exemplo: em uma questão fechada de resposta numérica, o gabarito pode ser apenas a resposta numérica final ou a indicação dos principais procedimentos de resolução necessários para justificar a referida resposta numérica. Cabe destacar que esse elemento será utilizado posteriormente para apoiar a correção (que poderá ser automática) da referida questão quando ela for implementada em uma atividade didática. Por fim, o esquema de correção especifica/define como uma questão será corrigida, isto é, se ela será corrigida automaticamente, manualmente⁴⁵ ou de forma mista.

Em mais detalhes, uma questão pode conter as três seguintes partes:

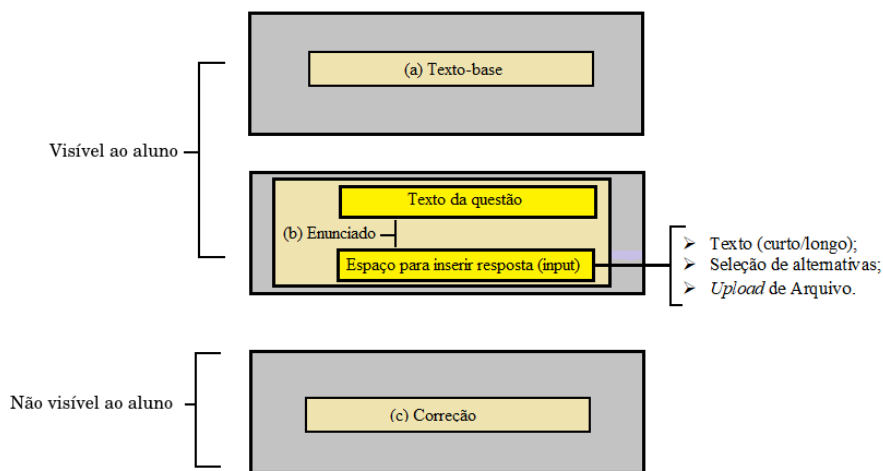
- (a) Texto-base (optativo): um pequeno texto explicativo ou que contextualiza uma questão ou tarefa, bem como pode ser utilizado para disponibilizar um recurso externo — tal como um vídeo ou uma simulação computacional — que será utilizado na atividade didática proposta;
- (b) Enunciado ou questão (obrigatório): contém o enunciado de uma questão (que pode ter, por sua vez, outros elementos, tais como figuras). Nesta parte da questão, também é definida (ou codificada) a forma como o estudante registrará sua resposta — que pode ser no formato de texto (longo/curto), seleção de alternativas ou enviar um arquivo (*upload*).

⁴⁵ De forma geral, respostas numéricas ou de múltipla escolha podem ser corrigidas automaticamente. Por outro lado, as questões de respostas abertas (ou a parte aberta de uma questão, como é o caso das justificativas de uma resposta numérica) necessariamente devem ser corrigidas pelo professor.

- (c) Correção (obrigatório): define os critérios de correção e como essa correção será realizada — dependendo do tipo de questão elaborada, a correção poder ser automática, manual ou mista. Ou seja, esta parte da questão contém o seu gabarito e o seu esquema de correção.

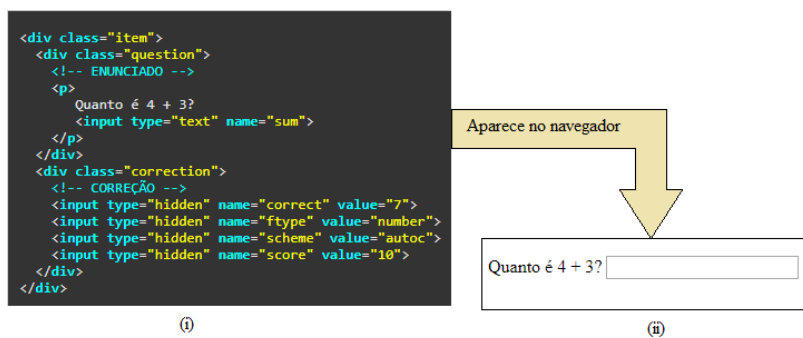
Na Figura 4, a seguir, apresentamos uma representação esquemática de uma questão escrita segundo a padronização empregada em nosso BQ, isto é, explicitamos esquematicamente as partes (descritas anteriormente) que uma questão precisa ter.

Figura 4 — Representação esquemática da estrutura de uma questão (ou item) desenvolvida segundo o padrão de nosso banco de questões



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 5 — Em (i), exemplo de código fonte (em HTML) de uma questão. Em (ii), como a questão será visualizada em um navegador de internet.



Fonte: elaborada pelo autor.

Na Figura 5, em (i), representamos um exemplo de código fonte, em HTML, de uma questão escrita segundo a padronização empregada em nosso BQ. A implementação do referido código fonte — ou seja, como o aluno verá essa questão — em um navegador de internet está representada na Figura 5, em (ii).

4.1.1 Exemplos de questões de diversos tipos

Neste item, descrevemos alguns exemplos de questões que podem ser escritas em nosso BQ. Inicialmente, na Figura 6, ilustramos um exemplo de texto-base, o qual foi utilizado para contextualizar (ou melhor, para propor uma questão motivadora) uma AD de Termodinâmica; assim como para fornecer um breve texto explicativo acerca da tarefa, além de disponibilizar um recurso externo (SC).

Figura 6 — Exemplo de texto-base criado a partir de nosso banco de questões

The image shows a screenshot of a web application interface. At the top, there is a navigation bar with links: INÍCIO, USER, LOGOUT, ATIVIDADES, GERENCIAR TAREFA, and GERENCIAR SUBMISSÕES. Below this, the page title is "ADC 1: Termômetros e escalas termométrica". A small status bar indicates the page was opened on 31/05/2017 00h00 and closed on 07/06/2017 23h59, with 0 submissions made and 3 allowed. The main content area contains three parts: 1) A contextualizing question: "Quando precisamos saber se alguém está com febre podemos utilizar um termômetro. Você saberia explicar como os termômetros funcionam? Será que todos funcionam de maneira semelhante?" 2) An explanatory text: "Nesta atividade, você irá investigar essas e outras questões com mais detalhes. Para tanto, o Graxaim/LVT, apresentado mais abaixo, possui: (1) um cilindro que tem um pistão móvel e encerra uma amostra de gás ideal monoatômico, a qual é mantida a uma pressão sempre constante; (2) seis corpos homogêneos - A, B, C, D, E e F - compostos do mesmo material e capazes de trocar energia unicamente por calor; (3) um instrumento, régua, que mede o volume ocupado pelo gás em litros; e (4) um manômetro que mede a pressão do gás em atmosferas." 3) A external resource link: "Graxaim/LVT". Below the text is a screenshot of the Graxaim/LVT simulation window. The window title is "Termômetro e Escalas Termométricas" and it features a thermometer icon and control buttons: "simular" (green), "reiniciar" (yellow), and "reajustar" (red). At the bottom of the simulation window, there are checkboxes for "gás" and "manômetro", and a "Corpos:" section with checkboxes for "A", "B", "C", "D", "E", and "F". A "medidor de volume" checkbox is also present. The footer of the simulation window reads "© 2011-2016 Ricardo Andreas Sauerwein. Todos os direitos reservados." Three callout boxes on the right side of the page point to these elements: "Contextualização" points to the first paragraph, "Texto explicativo" points to the second paragraph, and "Recurso externo" points to the simulation window screenshot.

Fonte: elaborada pelo autor.

Na Figura 7, exemplificamos duas questões de resposta fechada: (a) de escolha única — somente uma alternativa pode ser selecionada; e (b) de escolha múltipla — uma ou mais alternativas podem ser selecionadas. Observe, no item (b), que também é possível utilizar recursos externos, tais como figuras, no enunciado de uma questão desenvolvida no âmbito de nosso BQ. Por fim, é importante sublinhar que para ambos os tipos de questão é possível implementar uma etapa de correção totalmente automática, por meio da qual um *feedback* padrão e a pontuação do aluno podem ser automaticamente gerados.

Figura 7 — Exemplos de questões de múltipla escolha

(a) Ao completar as questões 1 e 2, você já possui um termômetro qualitativo (termoscópio). Qual das grandezas abaixo relacionadas você está utilizando para medir indiretamente a temperatura?

Pressão Volume Temperatura Massa Número de partículas Nenhuma das anteriores

Questão de escolha única

(b) Ao resolver as questões acima você pôde verificar como um gás mantido a pressão constante pode ser usado como um termômetro. Quais dos termômetros representados abaixo certamente **não funcionam** de maneira similar a esta? Justifique a(s) sua(s) escolha(s).

a)  b)  c)  d)  e)  f) 

Questão de escolha múltipla

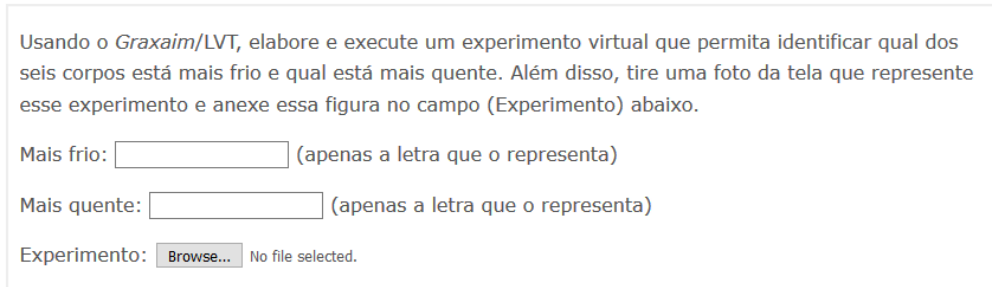
Fonte: elaborada pelo autor.

Na Figura 8, ilustramos uma questão do tipo mista, na qual temos três campos de resposta. Os dois primeiros são campos de texto curto, esse tipo de campo pode aceitar respostas numéricas ou alguma sequência de caracteres que caracterizam a resposta de uma questão. Em ambos os casos (números ou caracteres) existe a possibilidade de se implementar uma etapa de correção automática. O terceiro desses campos possibilita o *upload* de um arquivo de imagem, tal como um gráfico ou a representação esquemática de um experimento virtual, por exemplo. Neste último caso (*upload*) — na versão atual do BQ — não é possível implementar a correção automática, ou seja, o professor precisa corrigir este tipo de resposta manualmente.

Em todo caso, em uma questão mista desse tipo é possível implementar uma avaliação semiautomática, em que parte dela é corrigida automaticamente. Além disso, quando

implementada na plataforma *online* gxq, o professor dispõe de ferramentas que o auxiliarão na etapa de correção manual e elaboração de *feedback*, de maneira que seu trabalho seja facilitado (essas ferramentas serão discutidas no capítulo 5, quando descrevemos o gxq em mais detalhes).

Figura 8 — Exemplo de uma questão resposta mista: texto curto e *upload* de arquivo



Usando o *Graxaim/LVT*, elabore e execute um experimento virtual que permita identificar qual dos seis corpos está mais frio e qual está mais quente. Além disso, tire uma foto da tela que represente esse experimento e anexe essa figura no campo (Experimento) abaixo.

Mais frio: (apenas a letra que o representa)

Mais quente: (apenas a letra que o representa)

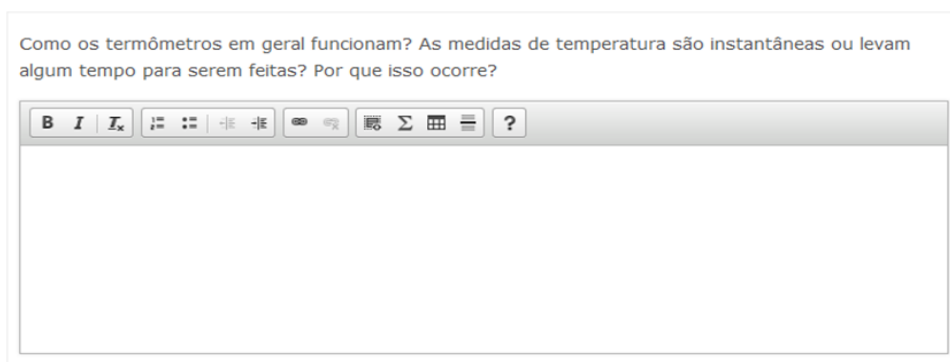
Experimento: No file selected.

Fonte: elaborada pelo autor.

Já na Figura 9, exemplificamos uma questão aberta com campo de resposta do tipo texto longo. Nesse tipo de questão, o professor pode, por exemplo, explorar a resolução de problemas abertos ou, então, solicitar que os estudantes justifiquem a resposta que deram para um problema numérico, descrevendo os passos que consideraram essenciais para resolvê-lo.

É importante destacar que, embora o a esquema de correção para esse tipo de questão seja manual, as ferramentas presentes na plataforma *online* gxq podem auxiliar o professor nessa etapa. Além do que, tendo em vista que questões do tipo aberta/dissertativa podem ser combinadas com questões do tipo fechada em uma mesma AD, a etapa de avaliação e *feedback* pode ser dinamizada, uma vez que parte da tarefa poderá ser corrigida automaticamente.

Figura 9 — Exemplo de questão com campo resposta do tipo texto longo



Como os termômetros em geral funcionam? As medidas de temperatura são instantâneas ou levam algum tempo para serem feitas? Por que isso ocorre?

B *I* U

-

-

[Link](#)

--

 ?

Fonte: elaborada pelo autor.

Observe, ainda, na Figura 9, que no campo de resposta das questões do tipo dissertativa/aberta, quando implementadas na plataforma *online* gxq, são disponibilizadas algumas funcionalidades que permitem aos estudantes: criarem lista de itens, tabelas, equações matemáticas, entre outras coisas. Ferramentas estas que podem auxiliar os estudantes a redigirem diferentes tipos de respostas.

A título de exemplo, na Figura 10, ilustramos uma AD complexa — intitulada de Teste 3 – EAD — em que diferentes tipos de questões são combinadas. Essa figura ilustra como uma AD é vista pelos estudantes quando disponibilizada em um *site* implementado via plataforma gxq. Perceba que a referida tarefa é constituída basicamente por um formulário eletrônico.

Figura 10 — Exemplo de uma AD complexa, implementada na plataforma gxq, em que diferentes tipos de questões são combinadas

Teste 03 - EAD

Aberta de: 13/09/2017 00h00 a 15/09/2017 23h59 :: Submissões: feitas = 1; permitidas = 3.

1

Um balão decola, se desloca 1,80 km para o oeste, depois 5,20 km para o noroeste e pouso. A que distância, em km, está o balão do ponto de partida?

Resposta numérica

2

Um veleiro parte do porto e navega inicialmente 110 km, ao sul, depois 40 km, 25° ao oeste do sul, e finalmente 35 km, 15° ao norte do oeste. A que distância, em km, está do porto?

Resposta numérica

Para voltar o veleiro deve orientar sua proa na direção do ponto de partida. Entre quais dois pontos cardeais ele deve ser orientado? Leste Oeste Norte Sul

De escolha múltipla

Sejam θ_1 e θ_2 os ângulos que a orientação do veleiro deve formar com os pontos cardeais que você assinalou acima, na respectiva ordem em que aparecem.

Qual o valor, em graus, de θ_1 ?

Resposta numérica

Qual o valor, em graus, de θ_2 ?

Justifique abaixo sua resposta:

B I \mathcal{I}_x ¶ : : ¶ : : ¶ ¶ ¶ ¶ Σ ¶ ¶ ?

Dissertativa

Envia! — Botão de submissão das respostas via formulário eletrônico

A tarefa representada na Figura 10 é composta pela combinação de diferentes tipos de itens. A questão 1, basicamente um exercício, é de resposta numérica e pode ser corrigida automaticamente. Já a questão 2 — um problema numérico mais complexo — é constituída por um conjunto de subitens, sendo três deles de resposta numérica, um de escolha múltipla e um de texto longo. Desta última questão, somente o subitem de resposta aberta (que é a justificativa dos subitens de respostas fechadas) não pode ser corrigido automaticamente.

Por meio desse exemplo, podemos perceber que uma tarefa relativamente complexa — quer dizer, em que o aluno tem diversos campos para responder de diferentes formas — pode ser corrigida automaticamente quase que em sua totalidade. Outro aspecto importante, mas que não pode ser visualizado na Figura 10, é que ambas as questões são parametrizadas. Isto é, os dados numéricos de seus enunciados podem variar de um estudante para outro. Consideramos este aspecto importante, uma vez que ele permite ao professor elaborar tarefas que sejam, em certa medida, individualizadas.

Portanto, considerando o que descrevemos anteriormente, enfatizamos que a ferramenta apresentada neste capítulo tem como uma de suas potencialidades auxiliar o professor a desenvolver as suas próprias questões — ou, caso preferir, adaptar as presentes em livros didáticos — estimulando o docente a desenvolver um material didático mais personalizado e/ou de sua autoria.

Outro ponto importante a ser destacado é que, apesar de ser necessário um esforço inicial para se desenvolver um BQ, uma vez que ele tenha sido estruturado, a tarefa de criar atividades didáticas complexas e personalizadas (contendo questões parametrizadas e diferentes recursos didáticos, por exemplo) fica mais simples, permitindo ao docente diversificar o tipo de AD a serem realizadas em sua disciplina.

Finalmente, sublinhamos que o uso de bancos de questões — tal como o desenvolvido no presente trabalho — se constitui como um dos elementos-chave para viabilizar uma etapa de correção automática (ou semiautomática), sem a qual o processo de implementação de atividades didáticas complexas torna-se pouco viável em contextos escolares reais.

5 SISTEMA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE ATIVIDADES AVALIATIVAS-REFLEXIVAS E/OU ATIVIDADES AVALIATIVAS-FORMATIVAS

Neste capítulo, discutimos a necessidade de desenvolver um sistema para a implementação de atividades avaliativas-reflexivas e/ou atividades avaliativas-formativas. Em seguida, descrevemos quais tarefas estamos categorizando como atividades formativas-reflexivas e avaliativas-reflexivas. Na sequência, descrevemos o *software* AMC, que é uma das ferramentas que investigamos no contexto de implementação do referido sistema. Por fim, descrevemos a plataforma *online* gxq, a qual desenvolvemos e testamos no contexto deste trabalho.

5.1 NECESSIDADE DE DESENVOLVER E IMPLEMENTAR O SARF

Conforme já destacamos na introdução deste texto, diversas pesquisas têm apontado que, para se alcançar uma aprendizagem mais efetiva, é preciso desenvolver um processo avaliativo contínuo (algumas vezes denominado de formativo), o qual forneça *feedback* rápidos (em tempo hábil para contribuir com a aprendizagem do aluno) e frequentes para os estudantes ao longo do desenvolvimento de todo o processo de ensino e aprendizagem. Como exemplos desses trabalhos, citamos: Ravitz (2000); Otsuka et al. (2003); Maximo, Raabe e Barone (2007); Vitturini et al. (2011); e Pérez-Benedito et al. (2014).

Conforme já discutimos na introdução deste trabalho, avaliar os estudantes dessa maneira desempenha um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem, tanto na perspectiva do professor quanto do aluno. No entanto, no atual contexto brasileiro de ensino de Física (em particular nas disciplinas básicas do ensino superior), o processo avaliativo continua sendo constituído principalmente por duas ou três avaliações (normalmente provas ou testes) pontuais e cumulativas, as quais dividem o conteúdo em grandes partes e são, em geral, compostas por problemas como os presentes nos finais de capítulos de livros didáticos⁴⁶.

⁴⁶ De certa forma, essa realidade é evidenciada no trabalho de Cruz, Dias e Kortemeyer (2011). Em particular, esses autores destacam que na maioria dos cursos superiores de Física brasileiros e/ou nas disciplinas de Física de outros cursos — tais como os de Engenharias — praticamente não são desenvolvidas avaliações continuadas (ou formativas).

Cabe destacar, contudo, que o uso de problemas desse tipo nas avaliações não é (isoladamente) o que torna o processo avaliativo deficiente no sentido de promover um processo de ensino e aprendizagem mais efetivo. Isto é, uma vez que a resolução de problemas já está amplamente reconhecida como importante estratégia didática e vem sendo empregada corriqueiramente em salas de aula de física (CLEMENT; TERRAZZAN, 2012), nada mais coerente de que os docentes a empregarem como um dos instrumentos avaliativos. Por outro lado, realizar apenas avaliações pontuais e cumulativas, assim como fornecer *feedbacks* também pontuais, podem ser dois fatores preponderantes para que esse processo seja ineficiente (consoante ao que vem sendo apontado na literatura).

Uma possível explicação para o uso disseminado de avaliações pontuais e cumulativas nesse contexto de ensino — ainda que trabalhos presentes na literatura apontem no sentido da avaliação continuada — pode ser o fato de que a quantidade de estudantes atendidos em disciplinas universitárias de física básica, conforme evidencia Mello (2015), vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. Logo, desenvolver um processo avaliativo contínuo torna-se pouco viável nesse contexto, uma vez que o processo de correção e *feedback* desse formato de avaliação demandaria uma carga de trabalho bastante grande para o docente (OTSUKA; DA ROCHA, 2005).

Assim — segundo indícios apontados por Otsuka et al. (2003), Pérez-Benedito et al. (2014) e Mello (2015) — desenvolver um processo avaliativo contínuo e, ao mesmo tempo, viável no contexto do processo de ensino e aprendizagem (em especial no ensino universitário) se constitui em um dos desafios para a pesquisa em Ensino em Geral e de Física em particular. Portanto, uma importante questão didática no âmbito do Ensino de Física é: como viabilizar o desenvolvimento de um processo avaliativo-reflexivo contínuo nas disciplinas de Física tanto no contexto do Ensino Médio quanto do Ensino Superior?

Uma das possíveis formas, que vem sendo apontada na literatura, de solucionar a dificuldade mencionada anteriormente, consiste em empregar ferramentas computacionais para apoiar o trabalho docente durante o processo avaliativo (RAVITZ, 2000; OTSUKA et al., 2003; VITTURINI et al., 2011; MAXIMO; RAABE; BARONE, 2007; PÉREZ-BENEDITO et al., 2014; MELLO, 2015). Em particular, neste trabalho, propomos que usar essas ferramentas no sentido de dinamizar a etapa elaboração, assim como de correção e *feedback* de AF e AR, pode ser um dos passos fundamentais para viabilizar a realização de um processo avaliativo mais efetivo nas disciplinas de física básica no já referido contexto de ensino e, conseqüentemente, alcançar um processo de ensino e aprendizagem que seja mais efetivo.

5.2 CONJUNTO INTEGRADO DE AF E AR

Não raro, os professores se deparam com estudantes que ainda não desenvolveram autonomia de estudo. Nesses casos, segundo nossa experiência prévia, não basta que o professor simplesmente recomende a leitura de materiais extraclasse, a resolução de listas de problemas, a análise de vídeos interessantes e relacionados com a disciplina, etc. Isso porque — caso o docente não solicite explicitamente que os alunos produzam um material relatando as suas impressões ou a resolução das atividades para ser entregue — todas as referidas oportunidades de aprendizagem extraclasse, em geral, são ignoradas por muitos desses estudantes.

Paralelamente — também no contexto dos já referidos estudantes — nossa experiência prévia nos convenceu sobre a necessidade de desenvolver e de implementar um sistema integrado de AF e/ou AR para que esses alunos tenham a oportunidade de aferir (e ter consciência) o nível de compreensão que desenvolveram acerca dos conteúdos e competências abordados em sala de aula. Isto é, desenvolver atividades didáticas que — além de terem a finalidade explícita de abordar o conteúdo disciplinar de forma mais ampla — sejam, também, instrumentos que permitam desenvolver um processo avaliativo-reflexivo contínuo e integrado ao ensino e aprendizagem.

Portanto — tendo em vista o que descrevemos anteriormente — desenvolvemos uma metodologia que provê a implementação de quatro grupos de atividades didáticas (AF e AR), as quais têm por intuito fazer com que, por meio do hábito, esses alunos possam desenvolver a já referida autonomia de estudo, assim como — por meio da implementação permanente dessas tarefas ao longo do desenvolvimento da disciplina — desenvolver um processo avaliativo-reflexivo contínuo. Abaixo, detalhamos a estrutura geral de cada um desses grupos de AD, bem como os seus objetivos didáticos.

- **Atividade introdutória (AI):** atividades avaliativas-formativas nas quais se utilizam recursos didáticos — tais como vídeos representando um fenômeno de interesse — para propor problemas que estimulem os estudantes a refletir acerca dos temas que serão abordados futuramente em sala de aula. Essas AI têm o intuito de localizar os estudantes quando um novo tópico da disciplina for desenvolvido em sala de aula, isto é, explicitar os seus conhecimentos prévios ou dúvidas qualificadas acerca desse tópico. Essas tarefas podem ser realizadas *online* em horário extraclasse. Nesse esquema, os estudantes enviam suas resoluções ao professor, o qual as avaliará e

fornecerá os *feedbacks* pertinentes antes do novo conteúdo ser abordado em sala de aula. Cabe destacar que essas tarefas são aplicadas de forma contínua, de acordo com o desenvolvimento da disciplina;

- **Atividade didática computacional (ADC):** atividades avaliativas-formativas que utilizam como recurso didático simulações computacionais para propor problemas (abertos e/ou fechados) similares aos propostos nas AI, porém num nível mais aprofundado. Essas ADC devem ser implementadas após os tópicos que elas contemplam terem sido abordados em sala de aula. Essas ADC têm a finalidade de abordar de forma integrada os conteúdos conceituais e procedimentais desenvolvidos em sala de aula, aprofundando-os. Essas tarefas podem ser realizadas *online* em horário extraclasse (ou em classe, dependendo do contexto de ensino). Nesse esquema, os estudantes enviam suas resoluções ao professor, o qual as avaliará e fornecerá os *feedbacks* pertinentes, em geral, num prazo de 48 horas após encerramento do prazo de entrega das resoluções. Cabe destacar que essas tarefas também são aplicadas de forma contínua de acordo com o desenvolvimento da disciplina;
- **Teste EaD:** atividades avaliativas-reflexivas que empregam como recurso didático problemas numéricos extraídos de livros-texto e adaptados para o meio eletrônico. Esses problemas são, em geral, parametrizados e fornecidos aos estudantes como uma forma de prepará-los para as avaliações mais tradicionais (provas e testes de lápis e papel). Nesse tipo de tarefa, os estudantes também produzem as suas resoluções, as quais são enviadas via formulário eletrônico ao professor, que as avaliará e fornecerá os *feedbacks* pertinentes num intervalo de tempo de no máximo 48 horas após o encerramento do prazo de entrega das resoluções. Cabe destacar que essas tarefas são aplicadas de forma contínua, de acordo com o desenvolvimento da disciplina;
- **Testes presenciais (TP):** atividades avaliativas-reflexivas de resolução individual que empregam como recurso didático problemas, geralmente numéricos, extraídos de livros-texto, os quais serão implementados em classe no formato de lápis e papel com um tempo de aplicação que pode ser de 20 a 25 minutos. Esses TP são compostos de uma ou duas questões, as quais são problemas numéricos parametrizados de nível similar aos que serão empregados nas provas finais da disciplina (mas não os mesmos). Ou seja, os referidos TP têm a finalidade de preparar os estudantes para as provas gerais da disciplina. Esses testes implementam uma etapa de correção automática — via ferramenta computacional — e os *feedbacks* devem ser enviados num prazo máximo de 48 horas após a realização do TP. Cabe destacar que essas

tarefas são aplicadas de forma contínua, de acordo com o desenvolvimento da disciplina;

- **Provas presenciais (PP):** atividades avaliativas-reflexivas de resolução individual que empregam como recurso didático problemas numéricos extraídos de livros-texto, os quais serão implementados em classe no formato de lápis e papel com um prazo de aplicação que poderá variar de 100 a 120 minutos. Ou seja, essas PP são compostas de quatro ou cinco questões que contêm problemas numéricos parametrizados similares aos empregados nos TP. Cabe destacar que, ao contrário das outras tarefas, as PP são aplicadas pontualmente — tradicionalmente no número de duas ou três por semestre/ano letivo.

Cabe salientar que as AD descritas acima precisam estar articuladas entre si e podem ser integradas com as atividades regularmente desenvolvidas em sala de aula, de modo a proporcionar o desenvolvimento de um processo avaliativo-reflexivo que perpassa todo o percurso de uma disciplina. Além disso, o prazo de envio dos *feedbacks* para os estudantes deve rápido, do modo que eles possam analisar essas informações antes de realizarem a próxima tarefa (de um mesmo tipo). Acreditamos, conforme já discutimos anteriormente, que esse tipo de processo é importante, tanto ao professor quanto ao estudante, para se desenvolver um processo de ensino e aprendizagem mais efetivo.

É importante frisar novamente que, sem o apoio de ferramentas computacionais e metodologias adequadas⁴⁷, a implementação de um processo avaliativo-reflexivo contínuo constituído pela articulação de diversos conjuntos de atividades avaliativas-formativas e/ou avaliativas-reflexivas, como os descritos acima, é pouco viável no contexto educacional brasileiro atual. Isso porque o número de estudantes que são atendidos nas disciplinas de física básica (tanto no ensino médio quanto universitário) vem aumentando consideravelmente. Em outras palavras, argumentamos que o desenvolvimento e o uso das ferramentas computacionais descritas nas próximas seções se constituem como parte importante de uma solução que encaminhamos para a problemática que delimitamos neste trabalho.

É importante destacar, ainda, que a metodologia didática descrita anteriormente vem sendo aplicada no âmbito do grupo MPEAC em dois projetos. Ademais, que o presente

⁴⁷ Tais como o uso articulado do *software* AMC e da plataforma gxq com diferentes recursos e estratégias didáticas (SC, vídeos e a resolução de problemas, por exemplo).

trabalho se concentra principalmente nas questões técnicas⁴⁸ — por exemplo, escolha e desenvolvimento de *softwares* adequados para viabilizar a implementação dessa metodologia — assim como na parte de implementação da referida metodologia em disciplinas de Física de Nível Médio no contexto do estudo da Termodinâmica. Paralelamente, outros membros do grupo aplicam essa metodologia didática no oferecimento de tarefas à disciplina de Física Geral e Experimental I de cursos de engenharia de uma universidade federal brasileira.

Ou seja, com a finalidade de testar em ambientes reais o referido sistema integrado de tarefas avaliativas-reflexivas, bem como avaliar as ferramentas computacionais que desenvolvemos (e/ou adaptamos) para apoiar o trabalho docente nesse contexto, em parceria com outros membros do grupo MPEAC, foram implementados dois conjuntos integrados de atividades avaliativas-formativas e/ou avaliativas-reflexivas, elaborados a partir das especificações de AD que definimos anteriormente neste trabalho.

O primeiro dos referidos conjuntos de AD foi implementado no contexto da disciplina de Física de quatro turmas de Ensino Médio com um total de 98 estudantes matriculados (nem todos realizavam as tarefas regularmente). Paralelamente, o segundo desses conjuntos foi implementado no contexto da disciplina de Física Geral e Experimental I de três turmas de Cursos de Engenharia de uma universidade federal, com um total de 108 alunos regularmente matriculados (nem todos realizavam as tarefas regularmente).

Esse primeiro conjunto foi composto pela articulação das seguintes AF/AR: (i) atividade introdutória; (ii) atividade didática computacional; e (iii) Teste EaD. Essas tarefas abordam tópicos de Termodinâmica e são compostas por um total de nove tarefas: três AI, quatro ADC⁴⁹ e dois Testes EaD⁵⁰. Cabe destacar que as referidas tarefas foram elencadas e algumas delas (principalmente os Testes EaD e as AI) planejadas em conjunto com o professor regente das referidas turmas de Ensino Médio.

Já o segundo conjunto foi composto pela articulação das seguintes AF/AR: (i) atividade introdutória; (ii) atividade didática computacional; (iii) Teste EaD; (iv) teste presencial; e (v) prova presencial. Essas tarefas abordaram tópicos de Mecânica e foram

⁴⁸ Mas não só nisso, pois, conforme já discutimos, o SARF também especifica e justifica aspectos metodológicos e didáticos gerais das AD que foram implementadas.

⁴⁹ A primeira das ADC tinha por finalidade capacitar os estudantes na manipulação da SC utilizada; logo, ela não contemplava nenhum tópico específico de Termodinâmica e, por isso, não tem AI ou Teste EaD correspondentes.

⁵⁰ Na implementação realizada no contexto do Ensino Médio, embora também sejam realizadas provas e testes presenciais de forma articulada com as demais tarefas, elas não foram incluídas no conjunto de tarefas avaliativas-reflexivas descritas acima, porque o docente regente optou por manter a sua forma tradicional de conduzir as referidas provas e testes, ou seja, elas não foram implementadas com o apoio de ferramentas computacionais. Logo, elas não geraram dados que possam ser analisados segundo o foco deste trabalho.

constituídas de oito AI, oito Testes EAD, sete TP, seis ADC e duas PP. Destacamos que, para esse contexto de Ensino superior, todas as AI, ADC e Testes EaD foram realizadas como tarefas extraclasse.

Por fim, sublinhamos que, para o contexto específico do Ensino Médio, algumas das AI e das ADC iniciais foram implementadas em classe, uma vez que o docente — considerando sua experiência prévia com seus alunos e a pouca vivência de seus estudantes com tarefas desse tipo — considerou que isso seria necessário para que os seus alunos pudessem ter algum apoio nas tarefas iniciais e, portanto, adquirissem autonomia para resolver as demais como atividades extraclasse. Outro ponto que deve ser esclarecido é que, neste trabalho, utilizamos a referida implementação no contexto do Ensino Médio especificamente para investigar a robustez e viabilidade da plataforma *online* gxq.

Portanto, como é possível perceber pela descrição realizada acima, a implementação de um processo avaliativo-reflexivo contínuo composto por AF e AR, nos referidos contextos, somente foi possível por meio do uso de ferramentas computacionais que tenham como potencialidade apoiar o trabalho do professor. Por esse motivo, neste trabalho, adaptamos e investigamos as potencialidades de uma ferramenta computacional (que já existia) para apoiar o desenvolvimento dos testes e provas presenciais (AR), qual seja: o *software* Auto Multiple Choice (AMC). Além disso, desenvolvemos e, no contexto das demais tarefas, testamos uma plataforma *online* denominada gxq. Ambas as ferramentas são caracterizadas nas seções que seguem abaixo.

Além disso, frisamos que os dados coletados com as implementações realizadas nos dois referidos contextos de ensino serão discutidos no capítulo 6 deste trabalho. Os referidos dados foram coletados com o intuito de investigar a viabilidade do sistema integrado de ferramentas computacionais e metodologias (ou seja, o SARF) quanto às seguintes dimensões: (i) técnica; (ii) didática, segundo a perspectiva do aluno; e (ii) didática, segundo a perspectiva do professor.

5.3 O SOFTWARE AUTO MULTIPLE CHOICE

No contexto deste trabalho, o AMC foi empregado com o objetivo de viabilizar a implementação de testes presenciais com uma frequência regular quase que semanal. Isso porque, em nossa experiência prévia com turmas grandes, apesar de desejável, na maioria dos

casos, não era possível implementar um conjunto de testes como tal por limitações de ordem prática. Por exemplo, havia um problema ligado à aplicabilidade dos testes, qual seja: o sistema avaliativo que utilizamos exigia que esses testes fossem resolvidos individualmente (condição semelhantes às das provas). No entanto, entendemos que a situação de aplicação de prova em que o professor toma medidas adicionais para garantir resoluções de provas independentes e sem consultas seja aceitável apenas pontualmente. Ou seja, acreditamos que o caráter de supervisão permanente dessa situação é viável se feita duas vezes ao longo de um semestre, mas que em uma periodicidade quase semanal se torna impraticável. O outro problema que pode inviabilizar a implementação de um sistema avaliativo-reflexivo contínuo em turmas grandes é o tempo necessário para corrigir as avaliações aplicadas.

Ao procurar soluções que encaminhassem problemas desse tipo, encontramos o *software* AMC. Esse *software* possibilita a elaboração de provas que contenham questões parametrizadas, isto é, nas quais há várias versões da mesma questão, que partilham a mesma redação exceto pelos valores dos parâmetros numéricos usados nos enunciados dos problemas. Assim, em primeiro lugar, os alunos se defrontam com provas cujas respostas são numericamente diferentes; logo, o nível de supervisão durante a aplicação dos testes (e provas) para garantir que os alunos não passem informações uns para os outros pode ser relaxado. Em segundo lugar, a correção automática da parte numérica é praticamente instantânea, mesmo com o uso de 60 versões distintas de teste para 60 alunos, por exemplo.

Em vista disso, nesta seção, apresentamos como o AMC foi utilizado para implementar uma parte constituinte do SARF em turmas de Física Geral e Experimental I de cursos de engenharia, que se não houvesse esse recurso não poderiam ter se beneficiado deste tipo de avaliação. Ademais, acreditamos que ferramentas como o AMC vêm sendo pouco abordadas na literatura da área, bem como que o uso dessas ferramentas permite implementar processos de avaliação contínua que têm inegáveis impactos no processo de ensino e aprendizagem. Portanto, entendemos que é preciso discutir suas principais características, potencialidades e limitações, o que é feito neste capítulo por meio da análise do uso do AMC durante a implementação de um processo de avaliação-reflexiva contínuo.

O AMC é um *software* livre e gratuito, disponibilizado sob licença GNU, que implementa um sistema computacional para preparação, gerenciamento e avaliação (correção) de testes de múltipla escolha. Esse aplicativo possui uma interface gráfica amigável e documentação⁵¹ detalhada sobre os recursos oferecidos e de como utilizá-los. O objetivo desta

⁵¹ Que pode ser acessada em <http://project.auto-multiple-choice.net/projects/auto-multiple-choice/>.

seção não é substituir essa documentação oficial, mas sim apresentar uma breve descrição do AMC que informe seus aspectos básicos. Assim, acreditamos que o leitor terá mais elementos para acompanhar a implementação que realizamos com o objetivo de investigar as potencialidades desse *software*.

O sistema AMC foi desenvolvido em torno de sua capacidade de reconhecimento óptico de imagens digitalizadas de testes de múltipla escolha. Ou seja, ele é uma ferramenta particularmente útil para a implementação de avaliações sistemáticas presenciais (“em lápis e papel”), uma vez que — após os testes serem elaborados — as etapas de correção, atribuição de nota e divulgação dos resultados são automatizadas. A sequência de trabalho típica de um teste AMC envolve as seguintes etapas:

- (1) Preparação;
- (2) Impressão de folhas de questões e de respostas (ou folhas mistas);
- (3) Implementação;
- (4) Digitalização das folhas com as respostas;
- (5) Processamento.

Na fase de preparação, o professor deve escrever as questões que vão compor o teste, usando as especificações do próprio AMC. Esta exigência é necessária, pois somente assim o documento digitalizado será reconhecido (processável) pelo sistema nas etapas posteriores. Caso o professor já tenha questões prontas, ele deve adaptá-las, usando uma linguagem padronizada bastante intuitiva chamada AMC-TXT. Essa linguagem define uma sintaxe simples através da qual se insere no próprio documento a questão, o seu gabarito, valor/nota e critérios de correção.

As questões elaboradas via AMC podem ser dos seguintes tipos: (a) de escolha única; (b) de escolha múltipla; (c) de escolha numérica; e (d) questão aberta. Em testes mais complexos — como os que usam banco de questões, muitas equações matemáticas, tabelas ou outros recursos — o professor deve elaborar suas questões utilizando diretamente a linguagem *LaTeX*⁵² em associação com o sistema de macros específicos definidos pelo sistema AMC para essa linguagem.

⁵² *LaTeX* é uma linguagem de marcação de textos bastante poderosa e difundida (principalmente na comunidade acadêmica). Internamente, o AMC processa a linguagem "nativa" AMC-TXT e as transforma em *LaTeX* e, a partir desta, obtém o documento final. Logo, devido à integração natural das duas tecnologias, usuários familiarizados com *LaTeX* conseguem explorar todo o potencial do sistema AMC.

Figura 11 — Exemplos de questões de escolha de opções do AMC: item 1 de escolha única; e item 2 de escolha múltipla

- 1 Campo Grande é a capital de que estado brasileiro?
- AM PR MS MT RR
- 2♣ Quais dos seguintes estados pertencem à região sul?
- AL PE PR RS SP

Fonte: elaborada pelo autor.

Os dois primeiros tipos de questões mencionadas anteriormente são bastante utilizados nas práticas escolares, no ENEM e nas demais provas de ingresso das Universidades. Em questões do tipo (a), de escolha única, o aluno deve selecionar apenas uma das alternativas entre várias opções oferecidas. Um exemplo desse tipo de questão é apresentado no item 1 da Figura 11.

Em questões do tipo (b), também muito usadas em práticas escolares, o aluno se vê de fato com a possibilidade de selecionar uma, várias ou nenhuma das alternativas apresentadas⁵³. Um exemplo desse tipo de questão é apresentado no item 2 da Figura 11.

As questões do tipo (c), de escolha numérica, são menos conhecidas, sendo, por isso, melhor explicadas por um exemplo prático. Suponhamos o seguinte exemplo: *qual a razão entre o perímetro e o diâmetro de uma circunferência?* A resposta, naturalmente é $\pi = 3,1415\dots$, e usando o AMC esta questão seria vista pelo aluno da forma que está representada na Figura 12

Figura 12 — Exemplo de questão de escolha numérica elaborada via AMC

- 1 Qual a razão entre o perímetro e o diâmetro de uma circunferência?

<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input checked="" type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	9
.																			
<input type="checkbox"/>	0	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	9
<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input checked="" type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	9

Fonte: elaborada pelo autor.

⁵³ Note que, questões do tipo verdadeiro ou falso, são de fato questões que se enquadram no tipo (b), na qual ao assinalar/não assinalar uma alternativa é equivalente a marcá-la como verdadeira/falsa.

Note, pela Figura 12, que há 3 linhas de dados, sendo que um ponto decimal separa a primeira das duas últimas (estamos contando as linhas de cima para baixo). Na convenção adotada pelo AMC, cada linha representa uma casa do sistema decimal que está disposto de maneira decrescente de cima para baixo. O ponto indica a posição das linhas das unidades. Desta maneira, na Figura 12, a primeira linha representa a casa das unidades, a segunda a dos décimos e a terceira a dos centésimos. Ou seja, as casas dispostas na Figura 12 permitem que o aluno represente qualquer número no intervalo de 0.01 a 9.99. Nas linhas de 1 a 3 foram assinaladas, respectivamente, os dígitos 3, 1 e 4, que representam o número decimal 3.14, que é o valor aproximado da razão pedida para a precisão estabelecida implicitamente na questão (representação até a casa dos centésimos). No AMC, o número de casas decimais disponíveis, a posição da marca da unidade (ponto decimal) e eventualmente o sinal (positivo ou negativo) podem ser determinado no momento da elaboração da questão.

Nesse tipo de questão, a probabilidade de acerto, através de tentativa aleatória, popularmente conhecido como "chute" é muito baixa (no caso da questão exemplo, 1/10000). Considerando que erros de arredondamento e numéricos são toleráveis, mas devem ser sistematicamente trabalhados, o AMC permite estabelecer dois intervalos em torno do valor do gabarito. Assim, é possível atribuir um intervalo em que o resultado marcado seja considerado equivalente ao gabarito e outro no qual o resultado seja considerado uma aproximação razoável. Por exemplo, na questão acima, poderia ter sido fixada a precisão da resposta equivalente ao gabarito (exata) em 0.01 e de resposta aproximada em 0.10. Ou seja, as respostas 3.13, 3.14 e 3.15 seriam consideradas gabarito e receberiam o valor integral da questão. Por outro lado, respostas entre 3.04 a 3.24 seriam consideradas aproximadas e poderiam (a critério do professor) receber 80% do valor da questão, por exemplo. Portanto, esse sistema também permite trabalhar com os estudantes a questão de precisão numérica e propagação de erros de truncamento.

Por fim, nas questões do tipo (d), que são abertas, o sistema AMC reserva um espaço da página para que o aluno a resolva e, logo acima desse espaço, imprime caixas de seleção reservadas ao professor para que, no momento em que avalia a resposta, atribua um valor para a solução apresentada (vide Figura 14). Naturalmente, nesse caso, a correção em si mesma não é automática. Porém, considerando um teste com vários tipos de questões, numéricas, de seleções únicas ou múltiplas e abertas, esta facilidade do AMC permite que o professor trabalhe questões abertas e use a automatização implementada pelo AMC para o cálculo da nota total, divulgação dos resultados e o gerenciamento da avaliação.

Cabe destacar, ainda, que as questões elaboradas segundo as especificações do AMC podem ser agrupadas em um banco de questões. Desta forma, testes posteriores podem ser elaborados automaticamente através de inserção de questões lidas do banco. Este recurso viabiliza a parametrização de questões de resposta numérica. Essa estratégia didática consiste em utilizar várias versões da mesma questão, as quais diferem entre si apenas nos dados numéricos de seu enunciado. Ou seja, AMC viabiliza o uso de questões parametrizadas em atividades presenciais respondidas em papel.

5.3.1 Mais detalhes

Uma vez elaborados os testes, o professor imprime as folhas de respostas que contêm os campos que serão preenchidos pelos alunos. Nestas folhas, além das questões propriamente ditas há campos em que o aluno marca seu número de identificação (número na turma, o qual foi previamente cadastrado no sistema juntamente com seu endereço de *e-mail*, vide Figura 13). Dessa forma, após a aplicação dos testes o professor digitaliza as folhas de respostas dos alunos que serão então levadas ao sistema AMC para processamento, o qual é feito nas seguintes etapas:

- 5(a) Captura dos dados;
- 5(b) Identificação das seleções realizadas;
- 5(c) Identificação dos estudantes;
- 5(d) Exportação dos resultados;
- 5(e) Produção de documentos anotados e envio dos resultados por *e-mail*.

Cada uma dessas etapas é executada separadamente para que o professor tenha oportunidade de corrigir manualmente algum engano de leitura do sistema óptico (ou eventual marcação errada/incompleta de algum estudante). Na etapa 5(a), o sistema AMC identifica o documento digitalizado como um exemplar produzido pelo próprio sistema. Na etapa 5(b), o sistema AMC faz as leituras das marcações feitas pelos alunos. Para leituras bem definidas, quando os campos são preenchidos completamente, o sistema atribui um valor de "qualidade" de leitura próxima a um; em caso contrário, o valor se aproxima de zero. Dessa forma, nesta fase, o sistema AMC apresenta ao professor as seleções nas quais a leitura é duvidosa (ou foi mal marcada pelo aluno), de modo que o professor pode manualmente marcar/desmarcar as seleções de acordo com o que julga ter sido a intenção do aluno.

A etapa 5(c) é essencialmente igual à 5(b), porém as marcações se destinam a verificar se o número selecionado pelo aluno confere com algum número previamente cadastrado. Nesta etapa, se o aluno não preencheu corretamente os campos de identificação, o professor tem a oportunidade de atribuir aos testes, pela inspeção visual das assinaturas dos alunos, a identificação do estudante.

Na etapa 5(d), as notas de aproveitamento nos testes e em cada questão são exportadas para uma planilha, para que o professor possa utilizá-la futuramente. Já na etapa 5(e), as cópias digitalizadas dos alunos são anotadas pelo sistema, que identifica as seleções marcadas pelos estudantes, a seleção gabarito, a nota de aproveitamento em cada questão e a nota de aproveitamento total. Esta etapa também oferece a facilidade de enviar estes documentos por *e-mail* para que os estudantes tenham um pronto *feedback* de seus desempenhos no teste.

5.3.2 Exemplar de teste presencial elaborado via *software* AMC

Conforme já discutimos anteriormente, com a finalidade de investigar as potencialidades do *software* AMC, no sentido de viabilizar o desenvolvimento e implementação de algumas das AR que compõem o processo avaliativo-reflexivo contínuo, desenvolvemos e implementamos um conjunto composto por testes presenciais e semanais e duas provas. Porém, uma descrição dos referidos testes presenciais é mais pertinente, já que eles foram aplicados com maior frequência do que as provas, assim como apresentam a particularidade de serem avaliados totalmente via computador.

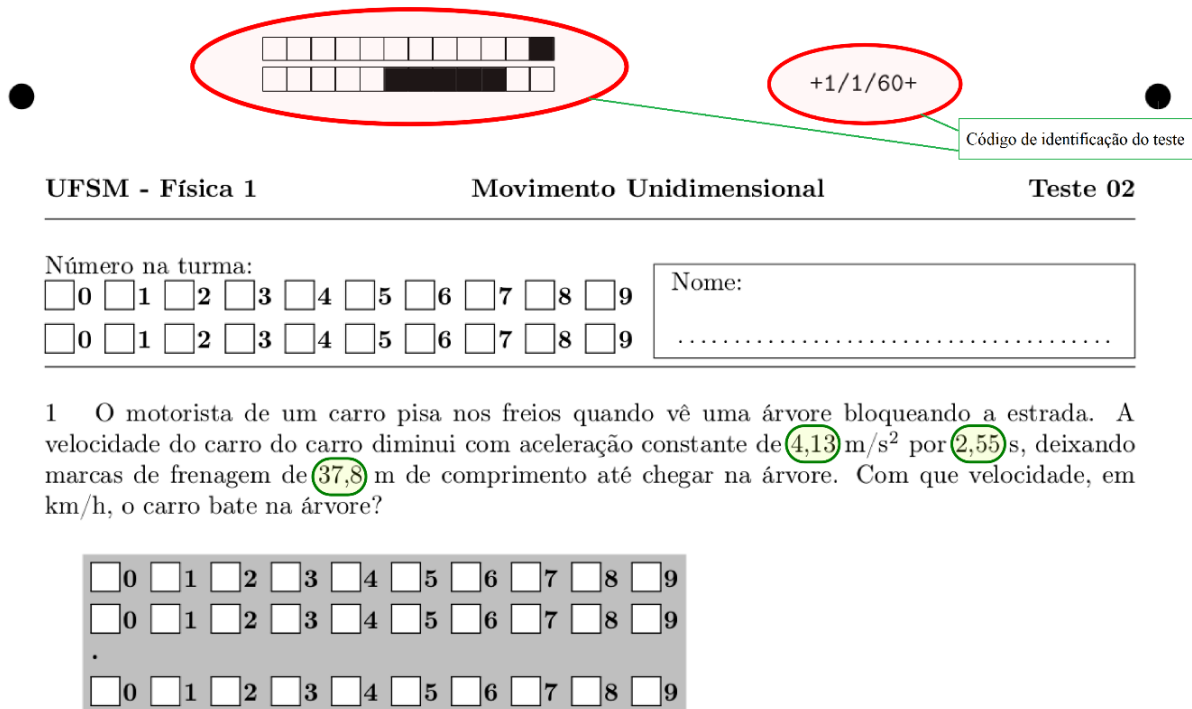
Esses testes estavam divididos em duas partes: (i) resposta numérica final, a qual era corrigida automaticamente, via *software* AMC; e (ii) justificativa ou resolução (parte aberta), a qual era corrigida pelo docente, utilizando um *software* de edição de imagem. Cada uma dessas partes tinha o peso de 50% da nota total do teste, isso porque entendemos que a resolução desenvolvida pelo estudante é uma parte importante a ser investigada no processo de avaliação, ainda que demande tempo para ser executada. A parte superior de um exemplar desses testes está representada na Figura 13 (para ver uma versão completa desse teste, vide apêndice A). Na referida Figura 13, destacamos:

- Código de identificação do teste: código gerado automaticamente pelo AMC com o intuito de vincular o referido exemplar — na etapa 5 (a) de identificação do documento digitalizado como um exemplar gerado pelo próprio sistema —

com as informações armazenadas em seu banco de dados. É importante esclarecer que os dados numéricos do enunciado (aqueles circulos) podem variar de uma versão do teste para outra; logo, o código de identificação do teste é importante para a etapa da correção automática da resposta numérica final, por exemplo;

- Número na turma: é um número único de identificação individual que cada um dos estudantes recebe previamente (ID do aluno) e precisa preencher na folha de resposta de seu teste a fim de que o *software* AMC possa reconhecê-lo automaticamente, identificando e armazenando, em seu banco de dados, as informações pertinentes do referido estudante;
- Nome: campo destinado à assinatura do estudante. Esse recurso ajuda o professor a identificar manualmente (por inspeção visual) a folha resposta de um particular estudante, caso este estudante não tenha preenchido corretamente o seu número na turma (ou esqueceu de fazê-lo), ou, ainda, caso ocorra alguma folha no sistema de identificação automática.

Figura 13 — Parte superior de um teste gerado via *software* AMC



Fonte: elaborada pelo autor.

Na parte aberta, vide um exemplar na Figura 14, de cada uma das questões dos testes, solicitávamos aos estudantes que descrevessem (justificassem) o processo de resolução pelo qual eles haviam obtido as respostas da parte numérica desses testes⁵⁴. Desse modo, esperávamos obter subsídios que nos permitissem analisar os raciocínios desenvolvidos pelos estudantes (ao menos os principais passos necessários para justificar a resposta numérica fornecida). Bem como esperávamos obter elementos que nos ajudassem verificar em que medida os estudantes estavam empregando adequadamente (ou não) os conceitos e procedimentos abordados nos referidos testes, com o intuito de fornecer-lhes um *feedback* mais rico do que simplesmente a correção da parte numérica dos referidos testes. Na Figura 15, apresentamos um exemplo de correção e *feedback* gerado via AMC (as anotações geradas tanto pelo AMC quanto pelo professor estão em cor vermelha).

Figura 14 — Exemplar do campo destinado à justificativa de um teste gerado via AMC

2 Justificativas das respostas anteriores: Não preencher: 0 1 2 3 4 5

use: $g = 9,80 \text{ m/s}^2$

Fonte: elaborada pelo autor.

⁵⁴ Na figura 14, o campo “**Não preencher**” é destinado ao professor, o qual, ao preencher esse campo, definirá a nota da justificativa apresentada pelo estudante. Cabe destacar que, após ser marcado, o AMC lê automaticamente o referido campo e armazena essa informação em seu banco de dados.

Observe pela Figura 15 que, para o particular teste, o estudante deixou a resposta numérica em branco. Mesmo assim, considerando que parte de sua justificativa estava adequada, esse estudante obteve um aproveitamento acima de zero. Note, ainda, que o professor realizou — via um editor de imagem — os comentários acerca da resolução do estudante que ele julgou pertinentes⁵⁵. Paralelamente, note que além dos referidos comentários do professor, o estudante recebeu também as seguintes informações: (a) o gabarito da parte numérica (sinalizado por cruzes em cor vermelha); e (b) as notas da parte numérica, da justificativa e o total delas (no topo da página).

⁵⁵ Enfatizamos que a referida funcionalidade — criar comentários/anotações via editor de imagem — foi um aprimoramento desenvolvido pelos membros do grupo MPEAC.

Figura 15 — Exemplo de um *feedback* fornecido via *software* AMC

Nome do aluno gerado pelo AMC

Nota: 20/100

Nota total do teste

+24/1/37+

UFSM - Física 1
Energia
Teste 06

Número na turma:

Nome:

1 Na figura abaixo, um bloco desliza ao longo de uma pista de um nível para outro mais alto depois de passar através de um vale intermediário. A pista não possui atrito até o bloco alcançar o nível mais alto. Ali, uma força de atrito pára o bloco em uma distância d . A velocidade inicial do bloco v_0 é 7,0 m/s, a diferença de altura vale 1,2 m e μ_c é igual a 0,35. Qual o valor, em metros, de d ?

Nota da resposta numérica

0/50

Resposta numérica

Nota da justificativa

2 Justificativas das respostas anteriores: Não preencher:

--	--	--	--	--	--

$v_0 = 7,0 \text{ m/s}$
 $\Delta h = 1,2 \text{ m}$
 $\mu_c = 0,35$
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
 $m = 1 \text{ kg}$
 $E_{pot_1} = E_{pot_2} + E_{cin_2}$
 $m \cdot 9,8 \cdot h + \frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot 9,8 \cdot (h + 1,2) + \frac{m \cdot v^2}{2}$
 $9,8 \cdot mh + 24,5 \text{ m} = 9,8 \cdot mh + 11,76 \text{ m} + \frac{m \cdot v^2}{2}$
 $9,8 \cdot mh - 9,8 \cdot mh + 24,5 \text{ m} - 11,76 \text{ m} = \frac{m \cdot v^2}{2}$
 $12,74 \text{ m} = \frac{m \cdot v^2}{2}$
 $2 \cdot 12,74 \text{ m} = v^2$
 $v = \sqrt{25,48}$
 $v = 5,04 \text{ m/s}$

$0^2 = 5,04^2 + 2 \cdot a \cdot d$ $d = 0 + 5,04t$?

Faltou continuar. Bastava utilizar essa velocidade na equação de Torricelli, com a aceleração sendo encontrada a partir da equação $F_{at} = m \cdot a$.

Comentários do professor

20/50

use: $g = 9,80 \text{ m/s}^2$

Fonte: elaborada pelo autor.

Entretanto, cabe destacar que a avaliação de questões abertas, como as referidas acima, consome um tempo considerável do professor e não pode ser automatizada, sendo que a quantidade de tempo despendida nesse tipo de avaliação está diretamente relacionada com a complexidade da questão a ser analisada. Porém, este processo pode tornar-se mais ágil caso o professor saiba antecipadamente se o aluno acertou a parte numérica. Por isso, na investigação que realizamos nesta parte de nosso trabalho, antes de corrigir as justificativas, os testes da turma passavam por um primeiro processamento no qual o sistema indicava o desempenho do aluno na parte numérica. Então, considerando os resultados obtidos com essa análise prévia, executávamos a avaliação da justificativa, isto é, da parte aberta da questão. Por fim, sublinhamos que os resultados obtidos com essa etapa de nosso trabalho estão descritos no capítulo 6 deste texto.

5.4 PLATAFORMA *ONLINE* GXQ

Nesta seção, inicialmente, discutimos as especificações e potencialidades da plataforma *online* gxq. Em seguida, descrevemos sua interface, assim como elencamos e detalhamos as principais ferramentas que essa plataforma possui — as quais têm o intuito de apoiar o trabalho do professor no contexto de elaboração, implementação e avaliação de AF e AR.

O *software* gxq é uma plataforma integrada de publicação e avaliação de atividades didáticas *online* que foi desenvolvida e testada na prática com o objetivo de se constituir como parte da solução para a problemática que descrevemos no capítulo 1 deste trabalho. Ou seja, ele (*software* gxq) é uma plataforma *online* (ou Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem — SGA) cuja principal finalidade é fornecer ferramentas que apoiem e dinamizem o trabalho do professor nas etapas de elaboração, implementação e avaliação (correção e *feedback*) de atividades didáticas complexas (AF e AR).

Portanto, essa plataforma permite implementar AD que empregam diferentes recursos didáticos relacionados às TIC como, por exemplo, vídeos, animações, simulações computacionais, entre outros. Além disso, o gxq permite que o professor implemente um ambiente *online* (ou *site*) em que as diferentes tarefas são disponibilizadas e realizadas pelos estudantes, os quais submetem suas resoluções via formulário eletrônico. Um exemplo de

ambiente implementado por meio da plataforma gxq está representado nas Figuras 16 e 17 (vide mais abaixo).

Embora o foco dessa plataforma sejam AD baseadas em TIC, ela permite também elaborar, implementar e avaliar tarefas desenvolvidas a partir de outros recursos didáticos. Por exemplo, AD estruturadas a partir de exercícios e problemas extraídos de livros didáticos ou de avaliações oficiais, tal como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Mas, para empregar esses recursos no gxq, eles precisam ser adaptados para o formato eletrônico, ou seja, ser escritos segundo o padrão que definimos no capítulo 4 (sobre o BQ).

Logo, todas as atividades didáticas implementadas por meio da plataforma gxq são publicadas *online* e as suas resoluções também são realizadas *online* via formulário eletrônico. Essa plataforma tem essas duas características com o objetivo de facilitar a gestão do material produzido pelos estudantes, assim como facilitar o processo de correção das resoluções das tarefas propostas e o envio do *feedback* aos alunos.

Por isso, essa plataforma *online* pode ser empregada para desenvolver uma mesma AD — ao mesmo tempo e em diferentes contextos de sala de aula — tanto como tarefa em classe quanto extraclasse. Ou seja, permite que uma particular tarefa possa ser implementada e avaliada em diferentes escolas localizadas em diferentes cidades, sem a necessidade de que o responsável pela publicação e correção dessas tarefas esteja presente nessas localidades. Por exemplo, um professor que seja regente de uma determinada disciplina não precisaria ir até a escola em que trabalha para implementar uma AD com os seus alunos. Do mesmo modo, o docente não precisaria ir até essa escola para recolher as respostas produzidas por seus estudantes ou enviar-lhes as correções e comentários pertinentes.

Para poder cumprir com esses e outros objetivos, a plataforma *online* gxq foi desenvolvida segundo um conjunto de especificações e potencialidades, o qual descrevemos a seguir.

5.4.1 Características e potencialidades da plataforma *online* gxq

Inicialmente, cabe destacar que a plataforma gxq possui uma interface gráfica simples e intuitiva, a qual permite, tanto ao professor quanto ao aluno, acesso fácil ao conteúdo nela disponibilizado. Em segundo lugar, é importante sublinhar que um diferencial da plataforma *online* gxq é conter um conjunto de ferramentas e funcionalidade que permitem dinamizar o

trabalho do docente de elaborar, implementar e avaliar atividades didáticas complexas, entre elas AR e AF.

Nesse sentido, o *gxq* está associado a um banco de questões/itens que permite criar questões de diferentes formatos. Ou seja, ele pode suportar questões de diferentes estilos, tais como: (i) abertas de resposta dissertativas; (ii) fechadas de resposta numérica; (iii) fechadas de múltipla escolha (marcar uma ou mais opções); e (iv) abertas (*upload*) em que é preciso enviar um arquivo de gráficos ou figuras produzidas pelos estudantes, etc. É importante frisar que esse é um dos quesitos necessários para se poder criar uma atividade didática complexa.

Paralelamente, essa plataforma *online* permite também o uso de questões parametrizadas — escritas segundo o padrão definido pelo banco de questões — em que cada aluno recebe um conjunto personalizado de dados para uma mesma questão de uma particular AD. Essa funcionalidade possibilita, portanto, em certa medida, a personalização das questões utilizadas em diferentes tarefas. Dessa forma, o professor, valendo-se dessa característica das questões, pode propor AD em que os estudantes sejam estimulados a desenvolver uma atitude de aprendizagem colaborativa.

Além disso, em virtude da referida plataforma estar *online*, ela permite o emprego de diversos tipos de recursos didáticos. Entre esses recursos, destacamos: (i) simulações computacionais; (ii) animações; (iii) vídeos e áudios; (iv) textos e imagens; e (v) questões de livro-texto e de provas, como a do ENEM, etc. Ou seja, permite elaborar AD que contemplem diferentes preferências (ou de estilos) dos alunos, assim como permite representar conceitos e fenômenos de diversas formas, potencializando a possibilidade de os estudantes estabelecerem relações entre eles.

Diante desse contexto, cabe destacar que as referidas especificações e potencialidades discutidas até agora permitem que o professor elabore diferentes tipos de AD a partir de diversos recursos articulados com diferentes estratégias didáticas. Por exemplo: (i) AD introdutórias, usando vídeos e questões para introduzir um novo tema aos estudantes; (ii) ADC desafiantes, usando SC para propor problemas abertos e/ou fechados de um determinado assunto, com a finalidade de abordar os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais de forma integrada; e (iii) listas *online* de questões (exercícios e problemas) extraídas de livros didáticos ou de avaliações oficiais, tal como o ENEM, com a finalidade de praticar e consolidar os conteúdos conceituais e procedimentais já abordados em aulas anteriores, entre outros tipos de AD. Isto é, essas especificações e potencialidades do *gxq* contemplam ferramentas que podem apoiar o professor na etapa de elaboração de atividades didáticas complexas (e/ou AF e AR).

Outra funcionalidade importante do gxq é a sua capacidade de publicar e implementar *online*, como tarefa em classe ou extraclasse, diferentes tipos de AD, estruturadas a partir de diferentes estratégias e recursos didáticos (já explicitados acima). Ou seja, essa plataforma tem a potencialidade de viabilizar a realização de tarefas escolares que tenham por finalidade apoiar e/ou estender as atividades e o tempo de sala de aula.

Além disso, o gxq possibilita reutilizar e recombinações questões, já usadas em tarefas anteriores, para produzir novas AD com objetivos didáticos diferentes. Isto é, permite ao professor economizar tempo e esforço em buscar diferentes recursos didáticos ou redigir questões para compor uma nova tarefa. É importante destacar, ainda, que tarefas inteiras podem ser utilizadas em diferentes turmas ao mesmo tempo ou em tempos diferentes.

Relacionada a isso, está a sua capacidade de criar diferentes turmas e definir quais AD uma turma pode visualizar ou não, assim como cadastrar individualmente cada aluno, fornecendo-lhes um *login* e uma senha padronizada (ou personalizada). Essa plataforma permite, também, ao professor, gerenciar datas e prazos de abertura e fechamento de uma AD, bem como acompanhar o processo de submissão das resoluções realizadas pelos alunos de diferentes turmas.

Paralelamente, o gxq permite armazenar organizadamente todas as resoluções realizadas pelos estudantes — de diversas turmas e de diversos anos ou semestres — criando, portanto, um banco de dados que pode ser empregado para avaliar o desempenho das AD implementadas em diferentes contextos e tempos, com a finalidade de reunir elementos que permitam refinar essas tarefas. Essa é uma característica que facilita o desenvolvimento de trabalho de investigação em EDR, os quais são executados em longo prazo.

O gxq contém, também, ferramentas que permitem ao professor avaliar *online* a resolução dos alunos, assim como fornecer-lhes *feedbacks* individualizados acerca dessas resoluções. A referida avaliação pode ser realizada de duas formas: (a) por questão, isto é, o docente avalia a mesma questão de todos os alunos para, somente depois, passar à próxima; ou (b) por tarefa, isto é, o docente avalia a tarefa inteira de um aluno para, somente depois, passar à tarefa do próximo estudante. No primeiro caso, o docente tem maior possibilidade de manter a homogeneidade na avaliação realizada. No segundo, por sua vez, ele tem a possibilidade de avaliar a tarefa de um estudante como um todo.

Ainda, nesse contexto, no caso da forma de correção (a), cabe salientar que essa plataforma *online* exibe ao professor, na mesma tela, a questão, a resolução do estudante, assim como o gabarito especificado na etapa de redação da referida questão. Ademais, se a questão for de resposta fechada, o gxq poderá corrigi-la automaticamente, fornecendo uma nota e um *feedback* padrão, os quais foram definidos previamente pelo professor. Caso

contrário, o docente pode redigir uma mensagem de *feedback*, assim como pontuar (manualmente) a nota que considerar adequada para a resolução apresentada. Após esse processo, o professor pode (ou não) disponibilizar, ao mesmo tempo, a todos os estudantes, as notas e mensagens (*feedback*), as quais poderão ser acessadas pelos alunos diretamente na plataforma.

Ainda, no contexto da avaliação, o professor, diretamente na interface da plataforma gxq, pode atribuir diferentes pesos para cada questão de uma AD — antes ou depois de realizar o processo de avaliação descrito no parágrafo anterior — pontuando-as de acordo com o seu grau de complexidade. Além disso, o gxq é capaz de gerar planilhas (facilmente exportáveis) das notas de todas as AD já corrigidas, fornecendo, portanto, dados que possibilitem — tanto ao docente quanto ao aluno — ter uma visão geral do desempenho alcançado com a realização das atividades realizadas.

Pelas potencialidades e funcionalidades descritas anteriormente, podemos perceber que o gxq é uma plataforma didaticamente flexível, já que permite elaborar, implementar e avaliar (correção e *feedback*) diversos tipos de AD, as quais podem ser estruturadas a partir de diferentes recursos e estratégias didáticas. Além disso, essa plataforma *online* permite incorporar instrumentos de coleta de dados nessas AD, os quais permitem avaliar, também, a receptividade e percepção dos estudantes acerca das AD realizadas. Paralelamente, por meio da capacidade de armazenar sistematicamente a resolução dos estudantes, a plataforma *online* gxq permite acumular e acessar dados importantes para investigar o desempenho didático das tarefas propostas, entre outras coisas.

Entretanto, conforme já argumentamos, essas AD complexas (entre elas as AF e AR) são bastante onerosas ao professor no momento de corrigi-las e fornecer o *feedback* aos seus alunos. Por isso, conforme pode ser percebido acima, essa plataforma tem um conjunto de ferramentas que objetivam tornar esse processo mais eficiente e menos trabalhoso para o docente, isto é, viabilizar o uso desse tipo de tarefas em ambientes reais de sala de aula. Portanto, o desenvolvimento da plataforma *online* gxq é parte da solução encaminhada à problemática que motivou o desenvolvimento desse trabalho.

5.4.2 Descrição da interface do gxq e suas ferramentas

Conforme já dissemos, a plataforma *online* gxq tem uma interface simples e intuitiva. Ao acessar o sistema, o aluno ou professor visualizam uma tela, tal como a exemplificada na Figura 16.

Figura 16 — Página inicial de um site implementado via plataforma gxq



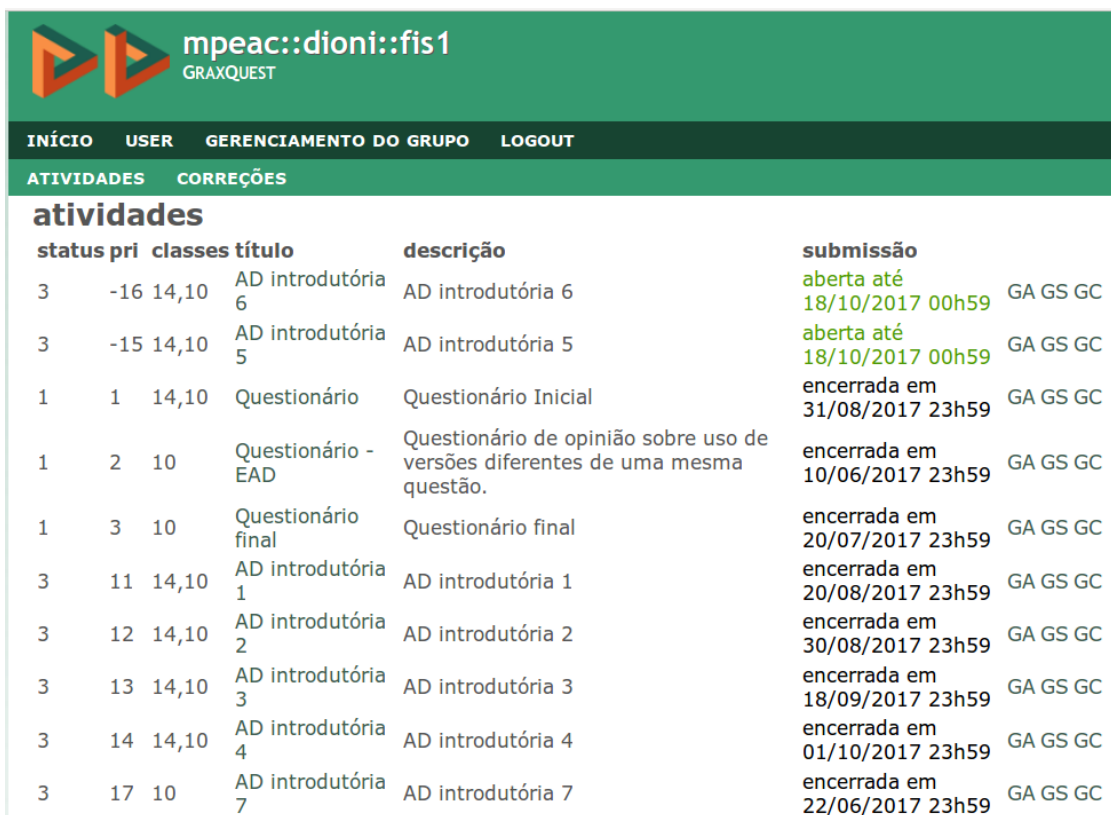
Fonte: elaborada pelo autor.

Como é possível ver na Figura 16, a interface contém dois menus. O menu superior tem um conjunto de botões que permitem executar as seguintes ações: o botão **INÍCIO** possibilita retornar à tela inicial (como a mostrada na Figura 16); o botão **USER** possibilita acessar uma página que permite ao usuário alterar sua senha; o botão **GERENCIAMENTO DE GRUPO** encaminha o usuário a uma página que reúne algumas ferramentas de gestão (descritas mais a frente); e o botão **LOGOUT** permite ao usuário sair do sistema.

Já o menu inferior contém os botões **ATIVIDADES** e **CORREÇÕES**. O primeiro deles permite acessar a página que disponibiliza os *links* para acessar as atividades didáticas que foram incorporadas ao gxq (que podem estar publicadas/disponíveis ou não para os estudantes), tal como é mostrado na Figura 17. Além desses *links* e informações pertinentes acerca das AD — no caso de usuários administradores — estão acessíveis também, nessa mesma página, as seguintes ferramentas: gerenciar atividade (GA); gerenciar submissão (GS); e gerenciar correções (GC).

Já o segundo botão (**CORREÇÃO**) permite visualizar uma página contendo os *links* para as planilhas com as notas publicadas das tarefas já avaliadas de todas as turmas cadastradas no sistema, conforme é exemplificado na Figura 18.

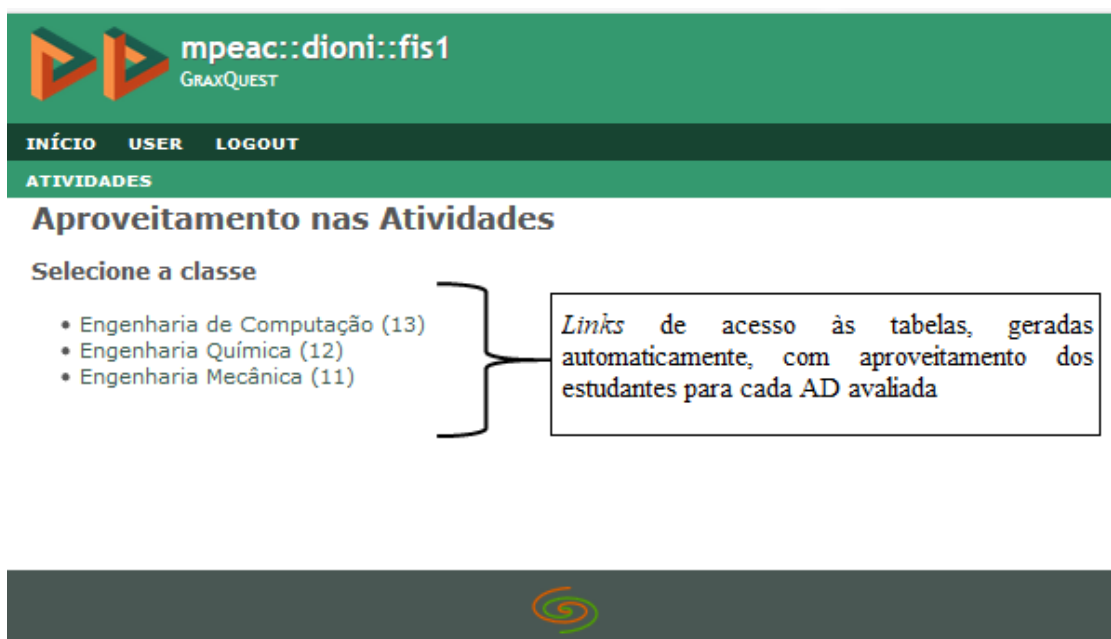
Figura 17 — Página contendo os *links* de acesso às atividades didáticas disponibilizadas no gxq



mpeac::dioni::fis1 GRAXQUEST						
INÍCIO USER GERENCIAMENTO DO GRUPO LOGOUT						
ATIVIDADES CORREÇÕES						
atividades						
status	pri	classes	título	descrição	submissão	
3	-16	14,10	AD introdutória 6	AD introdutória 6	aberta até 18/10/2017 00h59	GA GS GC
3	-15	14,10	AD introdutória 5	AD introdutória 5	aberta até 18/10/2017 00h59	GA GS GC
1	1	14,10	Questionário	Questionário Inicial	encerrada em 31/08/2017 23h59	GA GS GC
1	2	10	Questionário - EAD	Questionário de opinião sobre uso de versões diferentes de uma mesma questão.	encerrada em 10/06/2017 23h59	GA GS GC
1	3	10	Questionário final	Questionário final	encerrada em 20/07/2017 23h59	GA GS GC
3	11	14,10	AD introdutória 1	AD introdutória 1	encerrada em 20/08/2017 23h59	GA GS GC
3	12	14,10	AD introdutória 2	AD introdutória 2	encerrada em 30/08/2017 23h59	GA GS GC
3	13	14,10	AD introdutória 3	AD introdutória 3	encerrada em 18/09/2017 23h59	GA GS GC
3	14	14,10	AD introdutória 4	AD introdutória 4	encerrada em 01/10/2017 23h59	GA GS GC
3	17	10	AD introdutória 7	AD introdutória 7	encerrada em 22/06/2017 23h59	GA GS GC

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 18 — Tela de acesso às tabelas com o aproveitamento dos estudantes



mpeac::dioni::fis1
GRAXQUEST

INÍCIO USER LOGOUT

ATIVIDADES

Aproveitamento nas Atividades

Selecione a classe

- Engenharia de Computação (13)
- Engenharia Química (12)
- Engenharia Mecânica (11)

Links de acesso às tabelas, geradas automaticamente, com aproveitamento dos estudantes para cada AD avaliada

Fonte: elaborada pelo autor.

5.4.3 Ferramentas de gestão e publicação de conteúdo

Em geral, essas ferramentas estão voltadas ao trabalho docente no sentido de apoiá-lo no gerenciamento de suas turmas e nas publicações de notas⁵⁶. No gxq, as referidas ferramentas podem ser acessadas clicando-se no botão GERENCIAMENTO DE GRUPO, uma vez que, por meio dele, é possível acessar um painel ilustrado na Figura 19.

Figura 19 — Painel que contém as ferramentas de gerenciamento de grupo



Fonte: elaborada pelo autor.

O painel ilustrado na Figura 19 contém as seguintes funcionalidades:

- **Inserir nova classe:** permite criar uma nova turma, a qual deve ser criada antes de se cadastrar os estudantes;
- **Renomear/desativar/remover classe:** permite alterar o nome de uma turma (classe) já existente, bem como desativar, isto é, não mostrar mais no *site* implementado uma dada turma;
- **Inserir novo usuário:** permite cadastrar novos alunos. Os dados obrigatórios para cadastrar uma pessoa no site são um nome de usuário, um *e-mail* (que será utilizado no campo *login*), uma senha e uma classe (turma);

⁵⁶ Destacamos, no entanto, que para algumas ferramentas não há separação muito nítida acerca das classes de ferramentas que elas pertencem, já que algumas delas combinam funcionalidades de gestão e de publicação de conteúdo, por exemplo. Por isso, aqui resolvemos descrevê-las como pertencentes à classe de ferramentas de gestão.

- **Modificar dados do usuário:** permite modificar os dados de usuários já cadastrados. Os dados que podem ser alterados são os que foram listados no item anterior;
- **Lista de estudantes:** permite listar todos os estudantes já cadastrados no sistema, bem como as suas respectivas informações. Essa ferramenta também possui um filtro que permite listar os estudantes por turma. As informações listadas são as seguintes: usuário ID (número atribuído pelo sistema a um usuário no momento de seu cadastro); classe ID (número atribuído pelo sistema a uma classe no momento de sua inserção); apelido; *e-mail*; e nome completo.

Outras ferramentas de gerenciamento podem ser acessadas diretamente na página que lista as AD publicadas no ambiente. Por exemplo, clicando no botão GS (gerenciar submissões) — localizado ao lado direito dessa tela, vide Figura 17 — é possível verificar quais alunos, em cada uma das turmas, já submeteram suas resoluções para uma determinada AD. Essa ferramenta permite, ainda, eliminar resoluções duplicadas de um mesmo aluno, mantendo sempre a versão mais recente.

Ainda na página que lista as AD, está disponível a ferramenta GC (gerenciar correções), que permite acessar diversas funcionalidades, sendo algumas delas relacionadas com a publicação das notas. A ferramenta de publicação de notas permite ao professor disponibilizar numa planilha as notas das tarefas já avaliadas, assim como “despublicar” as referidas notas que o docente ache necessário.

Paralelamente, também na referida página, está disponível a ferramenta GA (gerenciar atividades). Essa ferramenta permite ao professor publicar e “despublicar” atividades didáticas que já tenham sido incorporadas no gxq, assim como possibilita que o professor defina: (i) se a tarefa é ou não avaliativa — isto é, se ela comporá ou não o rol de instrumentos avaliativos-reflexivos da disciplina; (ii) o prazo de encerramento de uma tarefa; (iii) o número máximo de vezes que um aluno poderá enviar a sua resolução para uma determinada AD; e (iv) quais turmas podem ver a referida tarefa. Essa ferramenta permite, ainda, ao professor, definir a prioridade de uma AD, isto é, se o *link* de acesso de uma referida AD será exibido mais acima ou mais abaixo na página que lista essas atividades. Nesse mesmo local, o docente pode definir o título das tarefas e disponibilizar aos estudantes uma breve descrição ou observação acerca delas.

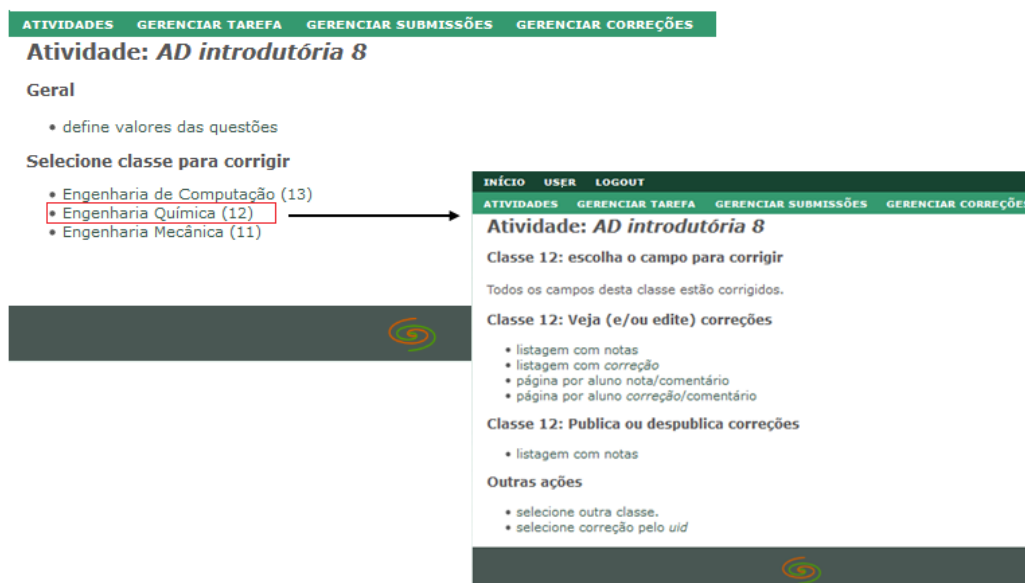
5.4.4 Ferramentas de banco de dados

De forma geral, essas ferramentas estão voltadas ao trabalho do professor no sentido de permitir-lhe criar, a partir dos itens disponíveis no banco de questões, uma nova atividade didática. O gxq possui três ferramentas desse tipo, as quais são: (a) **Newtask** — cria a estrutura de banco de dados que permitirá compor uma nova atividade didática; (b) **Getitem** — seleciona, no banco de questões, os itens que se deseja incorporar numa nova AD; e (c) **Tasksetup** — permite, após a seleção dos itens, incorporar a nova tarefa no *site* implementado via gxq.

5.4.5 Ferramentas de avaliação e *feedback*

De forma geral, esse tipo de ferramenta está voltado ao trabalho do docente no sentido de apoiá-lo na tarefa de avaliação, isto é, de correção e elaboração de *feedback*. No gxq, essas ferramentas podem ser acessadas clicando-se no botão GC (gerenciar correções), uma vez que por meio dele é possível acessar um painel que contém as seguintes funcionalidades: (i) definir os valores (pesos) de cada uma das questões; e (ii) selecionar a turma (classe) que se deseja efetuar a avaliação de uma AD. Vide uma representação dessas ferramentas na Figura 20.

Figura 20 — Páginas de acesso às ferramentas de correção e de *feedback*



Fonte: elaborada pelo autor.

Ao selecionar uma determinada classe — no caso da Figura 20 é a classe 12 — o professor será levado a outra página que terá as seguintes opções:

— **Escolha o campo para corrigir:** permite acessar a resposta do aluno para uma determinada questão, ou seja, o docente irá corrigir a mesma questão de todos os estudantes para, somente então, passar à próxima. Ao clicar nessa opção o professor será levado a tela ilustrada na Figura 21. A referida tela oferece a possibilidade de mostrar, ao mesmo tempo, o enunciado da questão, seu gabarito (ou especificação de critérios de correção), a resposta do aluno, assim como um campo para digitar o *feedback* que será fornecido ao estudante e pontuar a referida questão. Cabe destacar que nessa tela o professor pode efetuar a correção automática quando a questão permite esse tipo de ação, gerando automaticamente um *feedback*. Este *feedback* automático pode ser editado ou aprimorado a critério do professor.

Figura 21 — Interface de correção individual de questões

Fonte: elaborada pelo autor.

— **Veja (e/ou edite) correções:** as funcionalidades listadas nessa parte permitem ao professor visualizar as notas fornecidas e as correções já realizadas. Compõem essa

ferramenta as seguintes funcionalidades: **listagem com notas**; **listagem com correção**; **página por aluno nota/comentário**; e **página por aluno correção/comentário**. Por exemplo, a funcionalidade **página por aluno correção/comentário**, parcialmente ilustrada na Figura 22, lista as notas e *feedbacks* de todas as questões para um determinado aluno na mesma tela, identificando o aluno ao docente (não mostrado na Figura 22 para preservar a identidade do aluno). Nela é possível modificar tanto a nota como o *feedback* redigido. É possível, também, realizar a correção diretamente a partir dessa tela — isso é interessante, por exemplo, quando o professor quer fazer uma avaliação geral de cada um de seus estudantes. Cabe sublinhar que essa ferramenta também possibilita ao professor navegar para frente e para trás nas resoluções de seus estudantes.

Figura 22 — Interface de correção da opção **página por aluno correção/comentário**

Todos os campos desta submissão estão corrigidos status: publicada

TAREFA:	valor: 400	aproveitamento: 400
comentário geral:	Excelente!	
	<input type="button" value="define comentário final e encerra"/> <input type="button" value="publica"/>	

campo: it1_dist	valor: 100	aproveitamento: 100
resposta:	43 m	
comentário:	Resposta correta. O valor respondido está dentro do intervalo de precisão de 2% em torno do valor gabarito (43).	
	<input type="button" value="edita"/>	

campo: it2_a	valor: 100	aproveitamento: 100
resposta:	3,54 m/s ²	
comentário:	Resposta correta. O valor respondido está dentro do intervalo de precisão de 2% em torno do valor gabarito (3.54).	
	<input type="button" value="edita"/>	

campo: it2_T	valor: 100	aproveitamento: 100
resposta:	0,42 N	
comentário:	Resposta correta. O valor respondido está dentro do intervalo de precisão de 2% em torno do valor gabarito (0.42).	
	<input type="button" value="edita"/>	

campo: it2_justificativa	valor: 100	aproveitamento: 100
Denominando o bloco mais leve como bloco 1 e o mais pesado como bloco 2 temos:		
$\theta = 32,0^\circ$ $P1 = 8,3 \text{ N}$ $P2 = 12,1 \text{ N}$ $m1 = 0,846 \text{ kg}$ $m2 = 1,233 \text{ kg}$ $\mu k1 = 0,14$ $\mu k2 = 0,24$		
Através de um diagrama de corpo chegamos às seguintes equações:		
$P1\text{sen}\theta - T - \text{fat}k1 = (m1)(a)$ para o bloco 1		
$P2\text{sen}\theta + T - \text{fat}k2 = (m2)(a)$ para o bloco 2		
Agora podemos juntar as duas equações num sistema:		
$P1\text{sen}\theta + P2\text{sen}\theta - (\text{fat}k1 + \text{fat}k2) = a(m1 + m2)$		
Sabendo que $\text{fat}k = (P\cos\theta)(\mu)$ pode-se resolver a equação acima e encontrar a aceleração:		

Fonte: elaborada pelo autor.

— **Publica ou despublica correções:** as funcionalidades listadas nesta parte (que já foram parcialmente descritas na seção de ferramentas de gerenciamento e publicação) permitem ao professor disponibilizar aos seus alunos os *feedbacks* das AD avaliadas, assim como as respectivas notas (no formato de uma planilha). Nela, o professor tem a opção de publicar somente as tarefas encerradas, isto é, corrigidas e pontuadas; publicar todas, mesmo as que foram submetidas em branco; e “despublicar”, deixar novamente invisível aos alunos as notas e *feedbacks* que haviam sido fornecidos.

— **Outras ações:** contém como principal funcionalidade **selecione outra classe**, a qual permite ao professor selecionar outra turma, quando ele deseja corrigir tarefas de outras classes.

Nesta seção, realizamos uma descrição acerca das principais potencialidades e funcionalidades (ou especificações) da plataforma *online* gxq, a qual foi desenvolvida para apoiar o trabalho docente no sentido de dinamizá-lo e, portanto, viabilizar o processo de elaboração, implementação e avaliação de atividades didáticas complexas (AF e AR). Isto é, viabilizar a implementação de algumas das atividades presentes no conjunto integrado de atividades avaliativas-reflexivas contínuas.

A referida plataforma *online* foi testada diversas vezes em âmbitos de ensino e aprendizagem distintos. Por exemplo, ela foi empregada no contexto de quatro turmas do Ensino Médio, na disciplina de Física e, também, no contexto de três turmas de engenharia (Ensino Superior), na disciplina de Física Geral e Experimental I. Conforme já destacamos anteriormente, nos referidos testes — cujos principais resultados estão descritos no capítulo 6 deste texto — implementamos dois conjuntos integrados de AF e AR, as quais continham diferentes recursos didáticos associados às TIC no sentido de propor questões, as quais poderiam ser problemas abertos e/ou fechados. Por fim, cabe sublinhar que, em geral, cada um dos testes foi realizado em mais de uma turma ao mesmo tempo, independentemente do nível de ensino, isto é, para uma quantidade relativamente grande de estudantes. Este fator foi utilizado para investigar a robustez e a viabilidade técnica da plataforma *online* gxq.

6 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, apresentamos e discutimos os dados que coletamos com o objetivo de investigar a viabilidade do sistema integrado de ferramentas e metodologias (o SARF) — voltadas ao desenvolvimento de AF e AR — quanto às seguintes dimensões: (1) viabilidade técnica; (2) viabilidade didática, segundo a perspectiva do aluno; e (3) viabilidade didática, segundo a perspectiva do professor.

Para tal, inicialmente, caracterizamos os instrumentos de coleta de dados por nós empregados. Na sequência, descrevemos os dados coletados por meio do teste prático da plataforma *online* gxq — no contexto de implementação de dois conjuntos integrados de AD em ambientes reais de ensino e aprendizagem (EM e ES) — no sentido de avaliar sua robustez e viabilidade técnica. Em seguida, discutimos os dados coletados com a investigação acerca da percepção/recepção dos estudantes quanto ao uso de problemas parametrizados nos Testes EaD; bem como a potencialidade do uso de questões parametrizadas para fomentar nos estudantes a prática de aprendizagem colaborativa no já referido contexto de ensino. Depois, analisamos outros dados coletados acerca desses testes, levantado elementos que nos permitam avaliar a viabilidade didática do SARF, segundo a perspectiva do aluno. Da mesma forma, apresentamos os dados relativos à investigação conduzida no âmbito do uso do *software* AMC para apoiar a implementação contínua de testes presenciais no contexto do Ensino Superior; bem como avaliar a viabilidade didática do SARF, também, segundo a perspectiva do aluno. Por fim, discutimos os dados coletados com a finalidade de avaliar a viabilidade didática do SARF, segundo a perspectiva do professor.

Com o intuito de coletarmos os dados mencionados acima, utilizamos os seguintes instrumentos de coleta de dados:

— **Registros do investigador:** com o objetivo de coletar dados que permitissem avaliar a viabilidade técnica do SARF, utilizamos algumas funcionalidade da plataforma *online* gxq para computar o número de acessos e tarefas entregues, por exemplo. Assim como realizamos anotações/registros — incluindo informações fornecidas pelos professores que utilizaram o SARF — durante os processos de implementações das AD em ambos os contextos de ensino.

— **Questionário *online* I:** com o intuito de coletar dados que permitissem investigar como o uso de problemas numéricos parametrizados era recebido/percebido pelos estudantes de engenharia participantes da disciplina de Física geral e Experimental I; e se o uso desse

tipo de problema teria o potencial para fomentar a prática de aprendizagem colaborativa entre esses estudantes, aplicamos um questionário composto por quatro questões de resposta fechada — nas quais as três primeiras estavam graduadas em uma escala do tipo *Likert* de cinco pontos.

— **Questionário final (QF):** com a finalidade de coletar dados que permitissem avaliar a viabilidade didática do SARF na perspectiva dos estudantes, no âmbito do ES, ao final do processo de implementação das AD, disponibilizamos *online* um questionário de preenchimento não obrigatório.

Quanto ao QF, salientamos que ao avaliarmos os dados coletados com esse instrumento, faremos uma análise dirigida. Para tanto, transcrevemos nos respectivos quadros cada uma das questões que serão abordadas nessa análise. É importante, ainda, sublinhar que quase todas as questões de múltipla escolha estavam graduadas em uma escala do tipo *Likert* de cinco pontos, isto é, cinco alternativas distintas, em que a posição três correspondia a uma alternativa média ou neutra. Além disso, esclarecemos que apenas uma parcela dos estudantes envolvidos preencheu e submeteu suas resposta para o QF — 31 dos 108 estudantes participantes. Acreditamos que isso tenha ocorrido devido ao caráter não obrigatório e não avaliativo do referido questionário, bem como devido à época em que ele foi implementado: última semana do semestre. Contudo, entendemos que essas respostas contêm importantes indícios para o nosso trabalho de investigação. Assim como consideramos que esses 31 estudantes constituem uma amostra relevante do total de alunos que frequentaram a disciplina.

— **Entrevista:** com o objetivo de coletar dados que permitissem avaliar a viabilidade didática do SARF segundo a perspectiva do professor, realizamos entrevistas com os profissionais que o utilizaram na prática. Essas entrevistas foram guiadas por um questionário semiestruturado composto por oito questões guias, as quais versavam sobre o uso da plataforma gxq no desenvolvimento das AD nas disciplinas em que os professores entrevistados atuam.

6.1 IMPLEMENTAÇÃO DA PLATAFORMA GXQ

A plataforma *online* gxq foi desenvolvida com o intuito de viabilizar o processo de elaboração, implementação e avaliação de conjuntos de AF e AR, tais como AI, ADC e Testes EaD. Isto é, automatizar total ou parcialmente o trabalho do professor, de modo que o

ciclo completo de uma atividade didática (o qual termina quando o aluno recebe o *feedback* da tarefa que entregou) seja completado no menor tempo possível, bem como para viabilizar a implementação integrada dos referidos conjuntos de AD. Ou seja, essa plataforma *online* é uma das ferramentas computacionais que constituem parte da solução encaminhada para a problemática que identificamos neste trabalho, que é a dificuldade de implementar processos avaliativos contínuos, em contextos reais, devido à sobrecarga do professor em relação ao tempo de correção e fornecimento de *feedbacks* das tarefas que compõem esse tipo de processo.

Cabe destacar que essa problemática poderia ter sido encaminhada por outras ferramentas computacionais já existentes. Nesse sentido — conforme já discutimos no capítulo 3 deste texto — em etapas anteriores de nosso trabalho, investigamos, na prática, as potencialidades e limitações da plataforma *Drupal*. Por meio dessa investigação prévia, identificamos que embora o *Drupal* tenha potencialidades interessantes, o seu uso apresentou uma série de dificuldades relacionadas ao armazenamento das resoluções produzidas pelos estudantes, assim como à avaliação e ao fornecimento de *feedbacks* (todas essas dificuldades estão elencadas e discutidas na seção 3.2.1 do capítulo 3 deste texto). Portanto, no contexto de nosso trabalho, surgiu a necessidade de especificarmos uma plataforma *online* que superasse as referidas dificuldades e também desenvolvermos uma plataforma que atendesse minimamente essas especificações. Essa plataforma — denominada *gxq* — está descrita no capítulo 5 deste texto.

Com o objetivo de testar na prática a plataforma *online* *gxq* — em particular a sua robustez e viabilidade técnica — implementamos dois conjuntos integrados de AF e AR, ambos descritos no capítulo 5. O primeiro desses conjuntos foi implementado no contexto da disciplina de Física de quatro turmas de Ensino Médio com um total de 98 estudantes matriculados. No sentido de investigarmos a robustez da plataforma, no que concerne suportar diversos usuários, utilizando-a ao mesmo tempo, coletamos os dados apresentados na Tabela 1⁵⁷.

⁵⁷ Cabe destacar que, para tal, aproveitamos a oportunidade de que as primeiras AD, no contexto do EM, foram implementadas presencialmente. Isto é, nesses casos tínhamos a certeza de que todos os estudantes estavam usando a plataforma ao mesmo tempo.

Tabela 1 — Número de estudantes que usaram a plataforma ao mesmo tempo

Turma	ADC (exploração da SC): nº de estudantes	AI 1: nº de estudantes	ADC1: nº de estudantes
1	18	22	15
2	17	18	7
3	17	10	4
4	22	29	18

Fonte: elaborada pelo autor.

Inicialmente, cabe destacar que nem todos os estudantes matriculados nas disciplinas de Física do EM realizaram as tarefas implementadas, porque, neste contexto em particular, elas estão sendo implementadas como atividades obrigatórias apenas para os estudantes que estão em processo de recuperação paralela, ao passo que os alunos que não se encontram nessa condição podem realizá-las de forma voluntária. Ou seja, o conjunto de tarefas avaliativas-reflexivas estava sendo utilizado como uma alternativa às atividades tradicionalmente desenvolvidas pelo professor regente⁵⁸.

Em segundo lugar, embora o número de estudantes que utilizaram a plataforma, ao mesmo tempo, não tenha sido muito grande em nenhuma das tarefas realizadas (o maior número entre eles foi de 29 alunos⁵⁹), é importante destacar que em todas essas oportunidades a plataforma *online* gxq suportou bem a demanda, não apresentou falhas ou lentidão que comprometessem a realização das tarefas em andamento. Além disso, em todas essas oportunidades ela foi utilizada continuamente por um tempo de aproximadamente 100 minutos (informações provenientes dos registros do investigador).

Paralelamente, o segundo desses conjuntos foi implementado no contexto da disciplina de Física Geral e Experimental I de três turmas de cursos de engenharia de uma universidade federal com um total de 108 alunos matriculados (nem todos realizavam as tarefas regularmente). Nesse segundo conjunto, as AD que foram implementadas via plataforma *online* gxq eram as seguintes: oito AI; oito Testes EaD; seis ADC.

⁵⁸ Este aspecto está sendo investigado no trabalho do já referido colega de grupo de pesquisa (professor regente da turma) e, por isso, não será explorado no presente texto.

⁵⁹ É importante esclarecer que, em todos os casos apresentados na Tabela 2, possivelmente haviam mais estudantes acessando a plataforma gxq, uma vez que a implementação no contexto do ensino superior estava em pleno andamento.

Tabela 2 — Número de estudantes que usaram a plataforma gxq no contexto do ES

Tarefa	Nº de alunos	Tarefa	Nº de alunos	Tarefa	Nº de alunos
AI 1	89	ADC 1	80	Teste EaD 1	95
AI 2	89	ADC 2	77	Teste EaD 2	91
AI 3	88	ADC 3	68	Teste EaD 3	87
AI 4	76	ADC 4	72	Teste EaD 4	80
AI 5	78	ADC 5	58	Teste EaD 5	70
AI 6	60	ADC 6	60	Teste EaD 6	71
AI 7	59	-	-	Teste EaD 7	54
AI 8	60	-	-	Teste EaD 8	65

Fonte: elaborada pelo autor.

Nesse contexto (Ensino Superior), o teste de robustez e viabilidade técnica foi realizado de forma intermitente, isto é, não tínhamos controle do número de estudantes que estavam acessando, ao mesmo tempo, a plataforma gxq, e nem do intervalo de tempo que esses acessos duravam, uma vez que as referidas tarefas foram realizadas como atividades extraclasse. Além disso, outro fator ao qual não tínhamos controle era o sistema operacional que os estudantes usavam em seus computadores pessoais.

Logo, a plataforma *online* gxq teria que funcionar em tempo integral e em condições variadas e todos os materiais e aplicações nela disponibilizados tinham que funcionar corretamente, isto é, sem falhas que comprometessem a realização das tarefas que estavam em andamento. Para ilustrar a referida demanda, apresentamos na Tabela 2 o número de estudantes que efetivamente realizaram cada uma das tarefas implementadas via plataforma gxq no contexto do Ensino Superior.

Os dados, mostrados na Tabela 2, evidenciam que um número relativamente grande de estudantes acessou e utilizou a plataforma *online* gxq de forma continuada (semanalmente), já que esses alunos realizaram um total de 22 AD (AF e AR) ao longo de um semestre. Ou seja, segundo os dados apresentados na Tabela 2, é possível perceber que a plataforma gxq suportou um número grande de acessos sem apresentar falhas ou lentidão que comprometessem a realização das tarefas em andamento (vale lembrar que, neste mesmo período, ela estava sendo acessada também pelos estudantes de Ensino Médio).

Portanto — ainda que melhorias possam ser implementadas — considerando os dados apresentados acima, argumentamos que a plataforma *online* gxq (mesmo em seu formato mínimo) é uma ferramenta computacional que tem robustez e viabilidade técnica para apoiar o trabalho do professor em diferentes contextos de ensino e aprendizagem, os quais podem

conter um número relativamente grande de estudantes e contemplar uma variabilidade de atividades didáticas complexas (e/ou AF e AR).

6.1.1 Percepção dos estudantes do ES acerca da plataforma *online* gxq

No contexto do ES, a fim de termos elementos para avaliarmos a percepção dos estudantes acerca da plataforma *online* gxq, fizemos a seguinte pergunta no QF: *escreva livremente qual é a sua opinião acerca do site gxq*. As respostas dos estudantes para a referida questão estão transcritas no Quadro 2.

Quadro 2 — Respostas dos alunos acerca da plataforma *online* gxq

Avaliação	Nº	Resposta para a questão: <i>escreva livremente qual é a sua opinião acerca do site gxq</i> .
Positiva	1	<i>“Bastante simples e intuitivo. Muito bom.”</i>
	2	<i>“Muito interessante por facilitar o acesso dos alunos com a disciplina de forma organizada.”</i>
	3	<i>“Normal, fácil de entender.”</i>
	4	<i>“Muito bom.”</i>
	5	<i>“Ótimo, de fácil acesso e entendimento de como funciona.”</i>
	6	<i>“Não encontrei problemas. Gostei.”</i>
	7	<i>“Gostei de trabalhar nessa plataforma.”</i>
	8	<i>“Bom e útil.”</i>
	9	<i>“Muito bom o site, bem organizado e de uso fácil.”</i>
	10	<i>“É bom”</i>
	11	<i>“Muito bom, prático, poucos bugs.”</i>
	12	<i>“ACHEI UTIL”</i>
	13	<i>“É muito bom, organizado, ajuda bastante.”</i>
	14	<i>“É bom, simples.”</i>
	15	<i>“O site se mostra organizado e de fácil acesso, onde todas as informações pertinentes são mostradas.”</i>
	16	<i>“Simples e bom.”</i>
Positiva com ressalvas	17	<i>“Achei de forma geral interessante e bem limpo esteticamente, apenas não gostei do timeout que ele faz quando fica muito tempo sem fazer uma ação no site, teve vezes que deixava a AC aberta pra realizar o programa e depois na hora de responder e enviar ele me desconectava e perdia tudo que havia escrito. De resto foi ótimo.”</i>
	18	<i>Acredito ser um bom site, de simples entedimento, com comandos básicos e bem acessíveis. Acredito que peca na parte matemática, pois as equações tem de ser escritas uma por vez, se desse para escrever todas juntas agilizaria a escrita.</i>
	19	<i>“Bom. Teve alguns problemas como ‘site indisponível’ as vezes atualizar as páginas na hora de enviar e apagar as caixas de texto.”</i>
	20	<i>“Achei o site simples de operar. O único problema é quando você fica muito tempo com ele aberto, realizando as atividades, ele cai a conexão, e para retornar o aluno tem que logar novamente, perdendo, algumas vezes, o trabalho feito.”</i>
	21	<i>“Legal, mas esse sistema de recarregar a pag a cada 10 ou 20 min é muito ruim, faz a gente ter que refazer às vezes um trabalho todo.”</i>
	22	<i>“Gostei bastante, apesar de ele ter caído o sistema algumas vezes.”</i>
	23	<i>“Bom, mas poderia na parte de correções fazer a média das notas.”</i>
	24	<i>“Muito bom, nada a reclamar do SITE. Mas as questões do site deveriam ser melhor formuladas.”</i>
Outro	25	<i>“Primeira plataforma que utilizo para o devido fim.”</i>

Inicialmente, cabe destacar que — ao contrário das questões de resposta fechada — nem todos os 31 estudantes que preencheram o QF responderam as questões de respostas abertas. Entretanto, cabe esclarecer que nenhuma das questões que compunham o QF eram de preenchimento obrigatória; logo, já prevíamos que isso poderia acontecer.

As respostas elencadas no Quadro 2, foram categorizadas como sendo: (i) positivas; (ii) positivas com ressalvas; e (iii) outra (uma única resposta que não seguiu a tendência das demais). Pelas referidas respostas, podemos inferir que os estudantes perceberam o gxq como sendo: bom, útil e intuitivo de se usar. Além do mais, entendemos que os estudantes receberam bem o uso da referida plataforma. Assim como avaliaram positivamente o uso dessa ferramenta, classificando-a como útil para o desenvolvimento das AD propostas na disciplina.

Quanto às ressalvas por eles realizadas, cabe alguns comentários. No que diz respeito a indisponibilidade do site, sublinhamos que isso ocorreu com pouca frequência e foi causada pelas eventuais interrupções no fornecimento de energia elétrica ou do serviço de internet. Logo, não eram um problema diretamente ligada à plataforma gxq, inclusive, o servidor tinha uma função que a recolocava *online* de forma automática. Por outro lado, acerca do *timeout* — isto é, o servidor “*deslogor*” um usuário inativo a fim de poupar recursos computacionais —, esclarecemos que ele era de aproximadamente 50 minutos (e não de 10 ou 20 minutos) e, depois de alguns manifestações dos estudantes, concentramos esforços para otimizar essa função da plataforma *online* gxq. Por fim, destacamos que ambos os problemas apontados nas ressalvas eram pontuais e que, de modo geral, não impediram o desenvolvimento regular das AD implementadas.

6.1.2 Entrevista com os profissionais que usaram a plataforma gxq na implementação de AF e AR

Neste item, analisaremos as entrevistas conduzidas com os profissionais que utilizaram o SARF para viabilizar a implementação de conjuntos integrados de AF e AR, tanto no ES como no EM. Aqui, inicialmente, caracterizamos os envolvidos na implementação conduzida no ES. Depois, descrevermos os envolvidos no contexto do EM.

No contexto do Ensino Superior, pelo fato de o presente trabalho ter sido constituído por uma série de aplicações de diversos conjuntos de AD complexas em um ambiente real de

sala de aula, a etapa de implementação dessas AD contou com o trabalho conjunto de uma equipe de trabalho. A referida equipe era formada pelos seguintes membros:

- Professor regente da disciplina: atuou nas etapas de elaboração e análise das atividades didáticas.
- Aluno de doutorado I: atuou no planejamento, na implementação e avaliação das AD. É importante sublinhar que este estudante atuou como docente orientado da já referida disciplina de Física. Cabe destacar, ainda, que a contribuição deste aluno vai além da disciplina de Física I, uma vez que ela está relacionada também com o desenvolvimento de um trabalho paralelo (porém complementar) ao apresentado nesta tese;
- Aluno de doutorado II: colaborou na etapa de avaliação e fornecimento de *feedbacks* das AD desenvolvidas. Em especial, ele acompanhou e colaborou diretamente na avaliação e fornecimento de *feedbacks*, via *software* AMC, dos testes presenciais⁶⁰. É importante salientar que as ações desenvolvidas por este estudante estão associadas a continuidades futuras dos trabalhos que vêm sendo desenvolvidos no âmbito do grupo MPEAC;
- Aluno de doutorado III (autor deste texto): além de contribuir, em certa medida, nas etapas de planejamento e avaliação das referidas AD, concentrou esforços nas questões técnicas — por exemplo, escolha e desenvolvimento de *softwares* adequados — para viabilizar a implementação dos conjuntos de AD implementadas. Mas não só isso, pois, ao desenvolver o SARF, sintetizou especificações didáticas gerais (ou metodologias) que formataram, ao menos de forma geral, as AD criadas.

Salientamos que o trabalho colaborativo da referida equipe foi necessário para viabilizar esse primeiro processo de implementação das já referidas atividades didáticas no âmbito do ES. Isso porque, em etapas iniciais de desenvolvimento e aplicação, nem todas as ferramentas e procedimentos estão otimizados. Contudo, após essas etapas iniciais — por meio do uso dos recursos desenvolvidos/testados — pretendemos que apenas a atuação de um profissional baste para implementar os conjuntos de AD.

Paralelamente, no âmbito do EM, a equipe foi composta por dois membros:

- Aluno de mestrado: professor regente da disciplina de Física de quatro turmas de EM, nas quais foram implementadas atividades AF e AR no processo de

⁶⁰ É importante esclarecer que a avaliação dos TP, em geral, foi realizada por meio de um trabalho conjunto do autor deste texto com o aluno de doutorado II. Isso porque o uso do AMC exige um treinamento mínimo e, até então, somente autor deste texto e o professor regente haviam estudado as funcionalidades do AMC.

recuperação paralela, enfocando temas de Termodinâmica. Este professor atuou intensamente na implementação das referidas AD, assim como auxiliou no planejamento e avaliação de algumas delas. Ou seja, após um contato inicial, sendo auxiliado pelo autor da presente tese, com a plataforma *online* gxq, o referido docente passou a utilizá-la de maneira praticamente autônoma.

- Aluno de doutorado III (autor deste texto): além de contribuir diretamente nas etapas de desenvolvimento e avaliação das referidas AD, concentrou esforços também nas questões técnicas no intuito de viabilizar a implementação dos conjuntos de AD desenvolvidos.

No âmbito do ES, entrevistamos somente os alunos de doutorado I e II. Isso porque eram eles que estavam mais diretamente envolvidos no uso do SARF, em especial da plataforma *online* gxq. Já, no contexto do EM, entrevistamos o professor regente da disciplina de Física, em que o SARF foi implementado.

As referidas entrevistas foram conduzida de forma semiestruturada, tendo como apoio um roteiro por nós elaborado (mostrado no Apêndice B). O referido guia foi subdivido em blocos temáticos. Destacamos que todos esses blocos serão explicitados ao decorrer da discussão dos dados obtidos com as entrevistas realizadas. Os dados obtidos com essas entrevistas serão discutidos a seguir.

6.1.2.1 Resultados obtidos com as entrevistas

— **Bloco de questões I:** experiência prévia como professor/usuário de plataformas *online*. Para este primeiro bloco, obtivemos os seguintes resultados:

- O aluno de doutorado I já conhecia duas plataformas *online*, sendo uma delas o Moodle. Porém, antes de usar o gxq, ele somente tinha utilizado essas outras plataformas como estudante. Abaixo, exemplificamos com um excerto de sua resposta:

Então, eu tinha utilizado o Moodle em algumas disciplinas da graduação, né! E...também eu fiz alguns cursos pra tutor; então; eu conhecia um pouco mais do Moodle como plataforma online. Também conhecia umas outras [...], por exemplo, aquela do curso em Porto Alegre [...]que eu me recordo só o Moodle e essa do professor do minicurso de Porto Alegre.

- O aluno de doutorado II também já conhecia o Moodle, mas nunca o utilizou como docente. Cabe destacar que esse estudante já atuou como professor substituto, ministrando aulas de Física básica na mesma universidade em que este trabalho foi desenvolvido. O excerto, a seguir, exemplifica isso: “*Sim, o Moodle.*”. Porém, quando solicitado com qual finalidade ele havia utilizado essa plataforma e se já havia utilizado como professor, ele respondeu: “*Eu era aluno. [...] não, não, como professor não utilizei. Tinha acesso, mas nem lembrei de utilizar.*”
- O professor regente da disciplina de Física do EM (aluno de mestrado) também, até então, não havia utilizado nenhuma plataforma *online* específica para desenvolver AD em suas turmas. O excerto seguinte exemplifica isso: “*Não, foi a primeira vez. [...] Plataforma era quadro, giz e cuspe.*”

— **Bloco de questões II:** uso específico do gxq. Isto é, solicitamos que os entrevistados descrevessem a plataforma *online* gxq. Os resultados obtidos foram os seguintes:

- O aluno de doutorado I descreveu a plataforma gxq como sendo um portal que permite disponibilizar material didático para a disciplina. Mas, acima disso, como sendo uma ferramenta simples que permite fornecer *feedbacks* de maneira rápida para tarefas, dinamizando o trabalho do professor. A seguir, ilustramos isso:

Então, o gxq pra mim é, como eu digo, eu acho que ele é um portal que sem dúvida nenhuma se assemelha ao Moodle em alguns aspectos e avança em outros; principalmente, pela disponibilizar...por se tornar também um repositório de material didático, que não deixa de ser, onde a gente vai disponibilizando material pra disciplina. Mas o que mais ele... ele é, pra mim, interessante, é que ele viabiliza então que o professor e o aluno tenham um sistema de feedback mais rápido, onde o professor consegue, de uma maneira dinâmica e ágil, responder...é...as tarefas...avaliar as tarefas, né! E devolver essa tarefa avaliada pro aluno o mais rápido possível. Quando se tem uma turma muito grande isso pode se tornar uma tarefa mais complicada de fazer no Moodle que não é tanto sistemático assim, não é tão simples e ágil. O Moodle muita...das vezes tem funções que tu acaba se perdendo. Nesse sentido o gxq, pra mim, ele possibilita esse processo rápido.

Ainda neste bloco, quando perguntado acerca da importância dos *feedbacks* — fornecidos via gxq — para o processo de ensino e aprendizagem desenvolvido, o aluno de doutorado I destacou o seguinte:

Eu acho que esse aspecto é o aspecto principal da aplicação, porque a partir dos comentários que a gente ouvia dos alunos, nas próprias respostas que eles nos davam que, uma vez que recebiam esse feedback o mais rápido possível, eles utilizavam essas informações, desses feedbacks, pra então partir pras próximas com esse olhar já avaliado do professor. Então, a proposição de um sistema que proporcionasse um sistema ágil, rápido e que seja fácil de visualizar também, porque também o aluno tá em casa e ele já recebe a correção, ele loga o perfil dele no gxq, olha esse resultado e já tá munido desse resultado, pode responder pro professor. Então, esse processo acho que foi fundamental na disciplina de Física I.

Perceba, no excerto acima, que ele destaca o fornecimento rápido de *feedbacks* como sendo um dos aspectos principais da aplicação desenvolvida. Isto é, sublinhou a importância do fornecimento rápido de *feedbacks*, de maneira que os estudantes da disciplina de Física I pudessem utilizá-los em tarefas posteriores.

Já, no que diz respeito ao uso das ferramentas presentes na interface de avaliação, aluno de doutorado I destacou o seguinte:

[...] muito fácil, muito prático e muito simples... e bem rápido e... a caixa ali de ferramentas quem tem pra ti escrever, é uma caixa que tem a disponibilização de vários materiais, de várias ferramentas. Por exemplo: posso colocar equação, posso um monte coisa ali. O fato de ter comentários carregados previamente é uma coisa que facilita também; afinal, se o aluno tirou 100 ... é o aluno mais fácil de corrigir, então ele já aparece a nota 100 e abrir o comentário do 100. Agora, os alunos que vão indo a menos já vai aparecendo também [comentário automático], tu pode complementar; então nesse aspecto é bem simples.

Segundo ele, as ferramentas fornecidas na interface de correção são fáceis de usar e agilizam, em certa medida, o trabalho do professor na etapa de correção e fornecimento de *feedbacks*, principalmente os *feedbacks* padronizados que são carregados na etapa de correção automática.

- O aluno de doutorado II descreveu o gxq como uma ferramenta prática para a correção de tarefas; o excerto a seguir evidencia isso: *“Ele é prático, ele é prático...pra correção é prático [...] Ele não tem um design poluído, é simples, bem tranquilo de se encontrar.”*

Já acerca da importância dos *feedbacks* fornecidos, o estudante de doutorado II mencionou que não estava certo do quanto isso poderia ter influenciado no processo de ensino e aprendizagem. Veja o excerto a seguir: *“Nós não tivemos...eu acho que nós não tivemos retorno quanto a isso diretamente. Eu não sei até que ponto eles conseguiram utilizar o feedback pra alguma coisa.”*. Porém, ele avaliou que o uso das ferramentas de correção e

elaboração de *feedbacks* eram práticas e úteis, destacando, inclusive, os comentários padronizados gerados automaticamente: “*Sim, bem prático. Eu posso ter os meus...não um, mas eu posso ter algumas...alguns feedbacks padrões e colocando pra eles.*”.

- O professor regente da disciplina de Física do EM, descreveu o *gxq* como sendo um facilitador, o qual permitiu que ele desenvolvesse mais atividades didáticas com seus alunos durante o processo de recuperação paralela, permitindo um maior contato com os referidos estudantes. Veja o excerto a seguir:

Cara, como um facilitador, cara...uma das coisas assim, cara, que eu consegui trabalhar um monte, assim, trabalhar muito mais atividades com os pias [alunos]. A minha experiência foi trabalhar na recuperação paralela, então, em média, eu consigo assim... eu conseguia três encontros com os alunos, assim, por semestre. E, ó, velho, a gente conseguiu oito atividades ali; poderia até — se a gente tivesse tempo no final, que a gente termina em dezembro — ter feito nove atividades; então, isso aumenta um monte a média. Então eu trabalhei...foi muito facilitador, porque eu pude trabalhar muito mais com a gurizada [alunos].

No que diz respeito ao papel dos *feedbacks*, o professor do EM destacou o seguinte:

[...] eu achei show de bola, porque assim, quando a gente faz uma prova nesses moldes de...só objetivas, como se fosse uma prova de vestibular ou coisas assim; que alguns alunos, eles até querem que uma parte da avaliação seja dessa forma, por causa das preparações pra ENEM e tal. Mas a gente observa que muito aluno, ele estaria interessado em apenas em chegar na resposta correta e não porque que a gente chegou naquela resposta correta. [...] o feedback, eu acho que ele colabora nesse sentido de como ele chegar lá. Talvez o procedimento dele, como ele chegar na resposta, seja ela numérica ou conceitual; mas o que que faltou, onde foi que ele travou, né; identificar onde é que tá o erro do aluno, né; qual etapa que pra ele não tá clara. Com o feedback nas respostas...quando tu tem apenas uma letra e dá a resposta, tu satisfaz a vontade, muitas vezes, de saber a resposta correta; mas colabora menos pra auxiliar de como se chega lá.

Do trecho acima, entendemos que, segundo esse professor, os *feedbacks* qualificados — que envolvem mais do que somente o fornecimento da resposta final — são importantes para fomentar nos estudantes a atitude de refletir sobre o processo de resolução que os levou a resposta final de um problema. Em outras palavras, ainda que disponibilizar somente a resposta final satisfaça alguns estudantes, para esse professor, a referida prática contribuiria menos no processo de ensino e aprendizagem. Isso porque o estudante teria poucos elementos para refletir sobre o processo de resolução que praticou para poder chegar até a resposta final.

Ao lado disso, sobre as ferramentas de correção e *feedback* do *gxq*, esse professor destacou o seguinte:

Cara,...as questões que eram objetivas era é um tiro, né! Muito rápido. As questões que eram objetivas, eram muito rápidas de correção, porque tu lançava o gabarito anteriormente. E...talvez o que mais demorou são as questões abertas, mas aí ela, eu acho que ela não tem a ver com a ferramenta, né? Que não tem como tu prever uma resposta do aluno. Então o que demora na verdade, eu acho que é a leitura, né, pra ti perceber essa resposta. Mas, um detalhe só, que eu me lembro que eu cometi um erro, que um dia, é quando tu colocava ali o...o gabarito, tu tinha que tá sempre conferindo lá, se na pontuação do zero até o cem, se tava no cem direitinho, se não dava...corria o risco de dar a resposta correta e o zero na questão. Mas, assim, tomando esse cuidado, as correções foram bem rápidas, assim. E os alunos também, eles...eles naquele retorno ali, no comentário, especialmente nas questões abertas, eles liam os comentários...show, assim.

Observe que em sua fala, o professor reconhece que para as questões objetivas/fechadas o processo de correção e *feedback* era rápido. Por outro lado, para as questões abertas o processo era mais lento. Mas, no aspecto geral, o referido professor avaliou o processo de correção e *feedback* — executado via gxq — como sendo rápido. Ele destacou, ainda, que os seus estudantes demonstravam interesse pelos *feedbacks* fornecidos para as questões de resposta aberta.

— **Bloco III:** comparar a plataforma gxq com outras que eles conheciam. As respostas obtidas foram as seguintes:

- O aluno I de doutorado fez a seguinte comparação:

Então, a primeira coisa que eu comparo é que eles têm semelhanças e têm diferenças. O Moodle, ele torna-se um pouco complexo para a necessidade das turmas, na minha concepção. Ele é um pouco complexo...ele tem múltiplas funcionalidade, então, às vezes, acaba ultrapassando as necessidades do professor. O portal gxq, ele é construído especificamente pra ... é... pra suprir as necessidades do professor, específico. Então, ali tu sabes que tem tudo o que precisa. Essa é uma característica em relação, principalmente, a repositórios de materiais. Quando eu fiz como estudante e que eu acompanhei, eu via, por exemplo, os professores nas correções,...é muito mais simples corrigir no gxq do que no Moodle. No Moodle tem um processo um pouco mais trabalhoso e, também, ...eu não tenho certeza, não lembro se no Moodle você pode ter correção automática de questão parametrizada. Se não me engano, tu só pode ter correção de questões objetivas. Então, isso são coisas diferentes. Esse aspecto também é muito...interessante pro gxq, porque te possibilita corrigir uma questão numérica, de diferentes parâmetros, automaticamente é diferente, por mais que o professor tenha que ...que entender essa parametrização, mas acho que isso aí é fundamental.

- O aluno II de doutorado fez a seguinte comparação:

Olha, como professor, como eu falei, como professor eu não usei o Moodle, certo? Mas no sentido de comparação, o que eu posso te dizer, como estudante eu ia preferir muito mais o gxq, né! Porque nele fica mais fácil de enxergar as atividades, não precisa navegar em muitas páginas e tudo mais. Aí ...tem um, eu vi com mais

possibilidade de colocar um número maior de recursos; eu acho mais prático, mais difícil de se perder no site [gxq].

- O professor do EM, destacou o seguinte:

A gente tem um sistema aqui, que é um sistema, que é o Sistema Integrado de Gestão, SIG, que ele...ele registra a frequência, registra a aula. Tu até pode publicar, mas é mais é publicação de material didático, publicação de notas. E aí tu pública mais materiais pros alunos, publicar programação, publicar notas. Mas ele não tem essa...essa ferramenta da atividade didática. Ele não tem essa ferramenta da atividade didática que nem a gente tinha ali [no gxq]; entendeu? De tu propor uma atividade, fazer correção, dava o retorno, né! A gente não tem ali [SIG], se a gente propor pelo SIG, acaba que eles têm que imprimir; ou eles têm que entregar...é a característica diferente do gxq. E ela [SIG] é bem pouco usada, mais pra registro de aula, registro de nota e frequência.

Os três excertos acima parecem indicar que todos os entrevistados preferem utilizar a plataforma *online* gxq — no contexto das AD implementadas — do que as outras plataformas *online* que eles já conheciam. De forma geral, eles descrevem o gxq como sendo mais prático de se usar, assim como mais focado nas necessidades específicas (do professor e/ou do aluno) relacionadas à implementação de AF e AR, as quais podem prever o uso de diferentes recursos didáticos.

— **Bloco IV:** possibilidade de utilizar a plataforma *online* em outros contextos. Para este bloco, obtivemos as seguintes respostas:

- O estudante de doutorado I:

Então, em relação ao curso de Física ou qualquer curso do Ensino Superior, eu não tenho dúvida que ela é uma plataforma simples e fácil de usar, e que qualquer professor tem condições de usar, até porque tem um layout simples. O único contratempo, o único porém que eu vejo, assim — que não foi uma coisa que eu tive muito acesso, que eu não tive muito trabalho em relação a isso — foi...é subir as questões pro portal. [...] Mas, além disso, é tudo tranquilo, dá pra levar sem dúvida. Só que é fundamental, como se trata de um portal...uma ferramenta tecnológica no momento nova, em fase de alfa, beta, sei lá; [...] é fundamental que se tenham uma equipe...uma equipe não, pelo menos ... uma equipe, vamos dizer que nem que seja uma equipe de uma pessoa. Mas tem que ter um responsável pelo gerenciamento desse software, desse portal; porque no momento que tu leva pra muitos contextos, tu acaba aumentando a responsabilidade deste portal, e ele tem que dá uma conta maior do que vai acontecer. Então precisa fundamenta uma equipe de apoio tecnológico, vamos dizer assim, para qualquer situação que venha acontecer. Mas na aplicação que nós tivemos nesse semestre, só acabou ficando sem portal uma única vez, mas foi devido à queda de energia que foi rapidamente solucionado. [...] No mais, eu acho que tranquilamente.

Pelo trecho acima, percebemos que o entrevistado acredita que, no contexto do ES, a plataforma gxq poderá ser facilmente generalizada para outras disciplinas e/ou cursos de

graduação. Por outro lado, ele destaca que, pelo fato de o gxq estar ainda em fase inicial de desenvolvimento, seria recomendável ter uma equipe mínima de suporte técnico. Outra ressalva que ele fez, foi acerca de ler as questões do BQ e montar as atividades para os estudantes. Nesse aspecto, cabe destacarmos que a interface do professor, para este tipo de ação, ainda não estava pronta para essa primeira implementação. Mas, assim que ela estiver operacional, tanto o processo de escrita de itens como de criação de AD *online* será bastante facilitado, não exigindo nenhum conhecimento acerca da linguagem HTML, por exemplo.

➤ Aluno de doutorado II:

Sim, sim, mas facilitando um pouco para o professor, no sentido de colocar as atividades no ar. [...] Mas se tivesse um banco de questões seria muito prático. Aí o professor escolhe qual questão que vai utilizar e disponibiliza para a turma. Talvez um banco de questões separado por tema ou conteúdo; daí o professor vai lá escolhe algumas questões daquele conteúdo e disponibilizar pros alunos; aí sim, seria muito interessante.

Para esse entrevistado também seria possível generalizar para outras realidades o uso da plataforma gxq. No entanto, da mesma forma que o entrevistado anterior, ele demonstra certa preocupação com a escrita das questões (em HTML), bem como com o processo de colocar as AD *online*. Novamente, destacamos que para essa primeira implementação a interface do professor — para escrever questões e pôr tarefas *online* — ainda não estava pronta. Além do mais, destacamos que, nessa primeira implementação, já existiam as ferramentas para criar BQ, porém elas ainda não tinham uma interface amigável para o professor (este é um aprimoramento que ainda está sendo desenvolvido). Ao lado disso, o compartilhamento de BQ já estava em funcionamento; mas como esta foi a primeira implementação, os bancos de questões foram sendo criados durante o referido processo.

➤ O professor do EM comentou o seguinte:

Com certeza, cara, [...] eu acho que a gente pode expandir, cara. Eu pretendo seguir aqui...pelo menos muitos — eu utilizei na recuperação paralela — muitos alunos que não estavam, não precisavam da recuperação paralela, que não estavam convocados, eles seguiram até a última atividade trabalhando. [...] numa entrevista que eu fiz com eles, eles acharam positivo também atividades diferentes. [...] os que participaram, assim avaliaram positivamente; e pra mim também, muito positivo.

Pelo excerto acima, podemos perceber que o professor do EM acredita que o uso da plataforma *online* gxq — não só ela, mas o SARF no geral — pode ser generalizado para outras turmas suas. Vale destacar que ele se mostra disposto a continuar usando a plataforma

gxq (e o SARF), inclusive expandir a referida implementação para outras classes que ele é regente. Outro aspecto interessante, destacado por esse professor, é que mesmo os estudantes que não estavam em processo de recuperação paralela —isto é, que faziam as AD voluntariamente — continuaram realizando-as até o final da implementação; mesmo elas não sendo tarefas obrigatórias para eles. Isso nos dá indícios que os referidos estudantes entenderam as AF e AR desenvolvidas como interessantes e, alguma medida, importantes para formação escolar deles.

De forma geral — considerando o que foi abordado anteriormente — interpretamos que os profissionais que utilizaram plataforma *online* gxq, avaliaram-na como simples, útil e focada nas necessidades específicas do professor no processo de implementação de AF e AR. Além disso, podemos perceber que, segundo eles, o processo de avaliação e *feedback* foi facilitado por meio do uso dessa ferramenta. Ainda, cabe destacar que — ao menos na perspectiva de dois dos entrevistados — fornecimento de *feedbacks* qualificados e rápidos foi importante para o processo de ensino e aprendizagem desenvolvido. Por fim, a partir das discussões realizadas nesse item, temos indícios de que a plataforma gxq (e o SARF) tem viabilidade didática, segunda a perspectiva do professor.

6.2 IMPLEMENTAÇÃO DOS TESTES EAD

Conforme definimos no capítulo 5, os Testes EaD eram tarefas que empregavam como recurso didático problemas extraídos de livros-texto e adaptados para o meio eletrônico. Esses problemas, geralmente numéricos, eram parametrizados e fornecidos aos estudantes como uma forma de prepará-los para as avaliações mais tradicionais (provas e testes presenciais em “lápiz e papel”). Nesse tipo de tarefa, os estudantes também produziam as suas resoluções, as quais eram enviadas ao professor via plataforma *online* gxq. Após serem enviadas, essas resoluções — também por meio da plataforma *online* gxq — eram avaliadas e os *feedbacks* pertinentes eram disponibilizados aos estudantes⁶¹.

Entretanto, preparar os estudantes para as avaliações mais tradicionais — isto é, papel similar das tradicionais listas de exercícios e problemas para casa — não era a única finalidade didática dos Testes EaD. Isso porque, em primeiro lugar, durante todo o processo

⁶¹ Esta seção é uma adaptação de um artigo de nossa autoria — Alves, Sauerwein e Pastorio (2017) — que foi publicado na Revista de Enseñanza de la Física.

de implementação dos Testes EaD, os estudantes receberam *feedbacks* qualificados (comentários que iam além do simples correto/incorreto), nos quais se apontavam os equívocos mais pertinentes por eles cometidos nas resoluções apresentadas. Em segundo lugar, por essas tarefas serem realizadas em horário extraclasse e por serem constituídas de questões parametrizadas, elas também poderiam ter a potencialidade didática de fomentar nos estudantes a prática de aprendizagem colaborativa, já que esses estudantes tinham a possibilidade de dialogar durante o processo de resolução.

Nesse contexto, é importante destacar que a aprendizagem colaborativa — isto é: a troca de vivências e ideias entre estudantes (ABEGG; DE BASTOS; MÜLLER, 2010) — tem sido reconhecida com uma importante estratégia didática e, portanto, um tema de grande interesse para a pesquisa educacional (ONRUBIA et al., 2010). Assim como as tarefas colaborativas, em que conhecimentos são compartilhados, vêm se tornando cada vez mais pertinentes no âmbito das atividades escolares (ABEGG; DE BASTOS; MÜLLER, 2010). Paralelamente, como já enfatizamos anteriormente, a resolução de problemas já está consolidada como uma importante estratégia didática para o Ensino de Ciências e de Física (POZO et al., 1998; CLEMENT; TERRAZZAN, 2012). Em particular, o emprego de problemas abertos (aqueles que contêm múltiplas soluções válidas) é considerado uma das possíveis maneiras de estimular a prática de aprendizagem colaborativa (ABEGG; DE BASTOS; MÜLLER, 2010).

Porém — no contexto atual em que a quantidade de estudantes engajados nas disciplinas universitárias de Física básica vem aumentando consideravelmente (MELLO, 2015) — o emprego de problemas abertos torna-se pouco viável; uma vez que o seu processo de correção e *feedback* é bastante complexo e demorado para o docente. Além disso, o uso didático de problemas fechados (aqueles que contêm apenas uma solução válida), como os presentes no final dos capítulos de livros didáticos, é uma prática amplamente disseminada — sendo inclusive corriqueiramente empregados nas avaliações — no referido contexto de Ensino de Física.

No entanto, embora os problemas fechados sejam didaticamente importantes, o seu emprego pode não estimular a prática de aprendizagem colaborativa (ou da discussão entre pares). Ou seja, uma vez que eles contêm só uma solução válida, é provável que os alunos fiquem satisfeitos em apenas comparar as suas respostas numéricas finais. Essa prática pode acarretar numa discussão mais superficial acerca do processo de resolução usado. Logo, uma importante questão didática no âmbito do ensino de Física consiste em: como utilizar

problemas fechados e, ao mesmo tempo, estimular a prática de aprendizagem colaborativa no contexto do ensino universitário.

A dificuldade referida acima também era um problema prático de sala de aula que encontramos no âmbito do desenvolvimento deste trabalho. Para tentar resolvê-la, empregamos um conjunto de AR, denominadas de testes EAD, compostas de problemas numéricos e parametrizados, nos quais uma mesma situação-problema tinha diferentes conjuntos de dados numéricos (ou versões). Ou, em outras palavras, problemas em que os procedimentos de resolução eram os mesmos, mas os dados numéricos do enunciado e da resposta final podiam variar de um aluno para outro. Todos os testes EAD realizados continham quatro conjuntos de parâmetros (versões) e foram implementados *online* como atividades avaliativas extraclasse. Cabe destacar que os estudantes tinham a possibilidade de discutir as suas resoluções com os colegas de turma antes de submetê-las à correção, isto é, trabalhar colaborativamente.

A presente etapa de nosso trabalho foi desenvolvida no contexto do ensino universitário na disciplina de Física Geral e Experimental I dos cursos de Engenharia da Computação, Mecânica e Química de uma universidade federal brasileira. Cabe sublinhar que essa é uma das disciplinas em que os estudantes desses cursos têm os primeiros contatos com o ensino universitário; que nela são abordados os conteúdos de Mecânica, tais como: Cinemática, Dinâmica, Leis de Conservação, etc.; que sua bibliografia básica é um livro-texto de nível universitário, por exemplo: Halliday, Resnick e Walker (2008), Tipler e Mosca (2009) ou Serway e Jewett (2008); e que os problemas presentes nos finais dos capítulos do livro-texto adotado são utilizados como recurso didático — sendo empregados inclusive nas avaliações finais. Ou seja, no contexto da referida disciplina, a resolução desse tipo de problema é uma prática didática corrente tanto dos docentes — que os resolvem em sala de aula como forma de abordar os conteúdos da disciplina, como pelos estudantes — que os resolvem em casa como estratégia de estudo e preparação para as avaliações.

Nesse contexto em particular, com a finalidade de investigar: (i) como o uso de problemas numéricos parametrizados era recebido/percebido pelos estudantes participantes dessa disciplina⁶²; e (ii) se o uso desse tipo de problema teria o potencial para fomentar a prática de aprendizagem colaborativa (discussão acerca dos procedimentos de resolução usados) entre esses estudantes, elaboramos um questionário composto por quatro questões de resposta fechada — nas quais as três primeiras estão subdivididas em dois itens (a e b) e, cada

⁶² Ou seja, essa parte dos dados está relacionada com a viabilidade didática, segundo a perspectiva do aluno, do SARF.

um deles, graduados em uma escala do tipo *Likert* de cinco pontos que, segundo Dalmoro e Vieira (2013), é uma das escalas mais adequadas, uma vez que ela é bastante precisa e, ao mesmo tempo, dinâmica.

Esse questionário — aqui denominado de questionário *online* I — iniciava-se com a seguinte breve introdução: “nas atividades EAD uma mesma questão possui mais de uma versão. As **várias versões da mesma questão** diferem entre si apenas pelos valores das grandezas numéricas do enunciado. Entendemos que o estudo em grupo, inclusive a resolução de alguns problemas, é parte importante da vida acadêmica. Por favor, responda o questionário abaixo para que possamos avaliar o uso deste tipo de recurso”. Após essa introdução, tínhamos as seguintes questões, apresentadas abaixo.

A questão 1 do questionário *online* I, apresentada na Figura 23, tinha por objetivo investigar a concepção dos estudantes acerca da comparação direta da resposta final (numérica) de uma mesma versão de um problema parametrizado no que diz respeito: no item (a), a possibilidade de terem cometido erros numéricos e/ou algébricos; e, no item (b), a possibilidade de terem cometido os mesmos erros conceituais.

Figura 23 — Questão 1 do questionário *online* I

Considere a situação em que dois estudantes, cada um em sua casa, resolvem independentemente **a mesma versão** de uma questão EAD, chegam à **mesma resposta** e desejam conferir seus resultados. Assinale o seu grau de concordância com as afirmações que se seguem.

a. É pouco provável que ambos tenham cometido erros numéricos ou algébricos.
 1 (discordo fortemente) 2 3 4 5 (concordo fortemente)

b. A solução à qual chegaram não está necessariamente correta, pois ambos podem ter cometido o(s) mesmo(s) erro(s) conceitual(is).
 1 (discordo fortemente) 2 3 4 5 (concordo fortemente)

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 24 — Questão 2 do questionário *online* I

Considere a situação em que dois estudantes, cada um em sua casa, resolvem independentemente **versões distintas** de uma questão EAD e portanto chegam a **respostas numericamente diferentes**. Assinale o seu grau de concordância com as afirmações que se seguem.

a. Estes estudantes não conseguem conferir suas respostas.
 1 (discordo fortemente) 2 3 4 5 (concordo fortemente)

b. Ao comparar os procedimentos de resolução, ao invés de simplesmente suas respostas, os estudantes têm a oportunidade de aprender conjuntamente.
 1 (discordo fortemente) 2 3 4 5 (concordo fortemente)

Fonte: elaborada pelo autor.

A questão 2 do questionário *online* I, apresentada na Figura 24, tinha por objetivo, no item (a), investigar o que os estudantes pensam acerca da viabilidade de conferir, com os colegas, a resposta final de versões diferentes de um problema parametrizado; e, no item (b), se a comparação (discussão), entre colegas, dos procedimentos de resolução de um problema desse tipo pode oportunizar a aprendizagem colaborativa.

Figura 25 — Questão 3 do questionário *online* I

a. Você costuma conferir os resultados das questões EAD com algum colega que faz a mesma versão que a sua?
 1 (nunca) 2 3 4 5 (sempre que possível)

b. Você costuma discutir o procedimento de resolução das questões EAD com colegas que fazem versões diferentes da sua?
 1 (nunca) 2 3 4 5 (sempre que possível)

Fonte: elaborada pelo autor.

A questão 3 do questionário *online* I, apresentada na Figura 25, tinha por objetivo, no item (a), investigar se os estudantes costumavam conferir, com colegas que resolveram a mesma versão de um problema, a resposta final; e, no item (b), se costumavam discutir, com colegas que resolveram versões diferentes de um problema, os procedimentos de resolução empregados.

Por fim, a questão 4 do questionário *online* I, apresentada na Figura 26, tinha por objetivo investigar qual seria, na concepção desses estudantes, o número ideal de versões (conjunto de parâmetros) para um problema fechado, no sentido de possibilitar ou não a comparação direta das respostas finais.

Figura 26 — Questão 4 do questionário *online* I

Em sua opinião, para uma turma de 40 estudantes qual o esquema de versões para as questões EAD que deve ser utilizado?

- Esquema de **uma única** versão. Todos os estudantes podem comparar seus resultados diretamente. Este esquema não busca introduzir estímulos adicionais para que se discutam procedimentos de resolução.
- Esquema de **quatro** versões. Há poucas versões, logo é provável que em um mesmo grupo de estudo haja colegas com versões iguais e versões diferentes. Desta forma, este esquema estimula a discussão de procedimentos sem eliminar a possibilidade de comparações diretas que continuam fáceis.
- Esquema com **vinte** versões. O número de versões é grande. Este esquema enfatiza a discussão de procedimentos e dificulta comparações diretas que, no entanto, continuam possíveis.
- Esquema com **quarenta** versões. Cada estudante faz sua própria versão. Este esquema elimina a possibilidade de comparações diretas, pois considera que, didaticamente, o estudo e compartilhamento dos procedimentos de resolução é muito mais importante.
- Um esquema com um número diferente de versões que as especificadas anteriormente.

Fonte: elaborada pelo autor.

Portanto, o material de análise utilizado nesta etapa de nosso trabalho foram as respostas dos estudantes para o questionário apresentado acima. O processo de investigação seguiu as seguintes etapas:

- (1) Desenvolvimento e implementação *online* — como AR extraclasse avaliativas da disciplina de Física Geral e Experimental I — de um conjunto de atividades avaliativas-reflexivas compostas de um ou dois problemas numéricos e parametrizados (com quatro versões cada), denominados de testes EAD, relativos aos conteúdos que já haviam sido abordados em classe;
- (2) Aplicação *online* — após a implementação de cinco testes EAD de um total de oito⁶³, isto é, praticamente no meio de seu processo de implementação⁶⁴ — de um questionário de opinião (questionário *online* I) acerca desses testes, o qual não era de preenchimento obrigatório e nem de caráter avaliativo;
- (3) A última etapa se constituiu da compilação e análise dos dados, os quais estão descritos e analisados na próxima seção.

⁶³ No planejamento original, era para terem sido implementados 10 desses testes, mas devido às contingências do semestre foram aplicados um total de oito.

⁶⁴ A aplicação do referido questionário ocorreu praticamente meio do processo de implementação, porque consideramos que nesse estágio os estudantes já tinham tido bastante experiência em resolver os testes EAD e, ainda, não estavam envolvidos com as avaliações finais das demais disciplinas; logo, o preenchimento do questionário *online* I não os prejudicaria em termos de tempo de estudo.

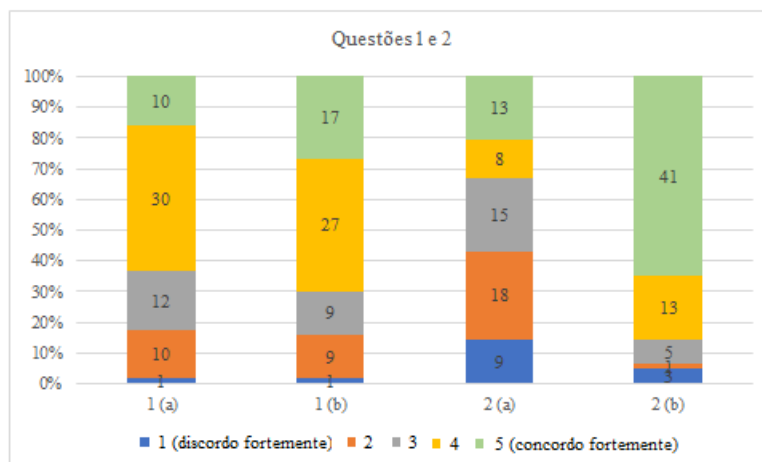
6.2.1 Análise dos dados e resultados

Nesta parte de nosso trabalho, tínhamos por objetivo explorar como o uso de problemas numéricos parametrizados, no contexto da disciplina de Física Geral e Experimental I, era recebido/percebido por estudantes universitários de Cursos de Engenharia participantes dessa disciplina. Também objetivávamos investigar se o uso desse tipo de problema tem potencial para fomentar a prática de aprendizagem colaborativa entre esses estudantes.

Para tanto, durante o processo de implementação dos testes EAD, disponibilizamos para os participantes da referida disciplina um questionário *online* (questionário *online* I) relativo aos problemas empregados nesses testes. Esse questionário era constituído de quatro questões de resposta direta, e o seu preenchimento não era obrigatório. De um total de 97⁶⁵ participantes efetivos dessa disciplina, 63 o responderam dentro do prazo estabelecido. Consideramos esse número de respostas razoável, já que representa mais de cinquenta por cento dos estudantes envolvidos. Por fim, essas respostas foram compiladas e analisadas conforme segue abaixo.

Os dados da Figura 27, questão 1 (a), mostram que: (i) 11/63 participantes (categorias 1 e 2) responderam que estudantes que tenham chegado à mesma resposta final podem ter cometido erros numéricos e/ou algébricos em suas resoluções; (ii) 12/63 participantes (categoria 3) responderam de forma neutra; e (iii) 40/63 participantes (categorias 4 e 5) responderam que é pouco provável que estudantes que tenham chegado à mesma resposta final tenham cometido erros numéricos e/ou algébricos em suas resoluções. Ou seja, desses resultados, temos indícios de que uma parcela significativa (40/63) dos participantes acredita que a comparação direta de respostas finais de um problema é suficiente para se ter sólidas garantias de que não se tenha cometido erros numéricos e/ou algébricos no processo de resolução.

⁶⁵ Aqui consideramos apenas os estudantes que haviam entregue, no mínimo, 50 por cento dos testes EaD que haviam sido implementados até o momento de aplicação do questionário de opinião. Por isso, então, para essa análise, consideramos o número total como sendo 97 e não os 108 matriculados.

Figura 27 — Respostas dos participantes para as questões 1 e 2 do questionário *online I*

Fonte: elaborada pelo autor.

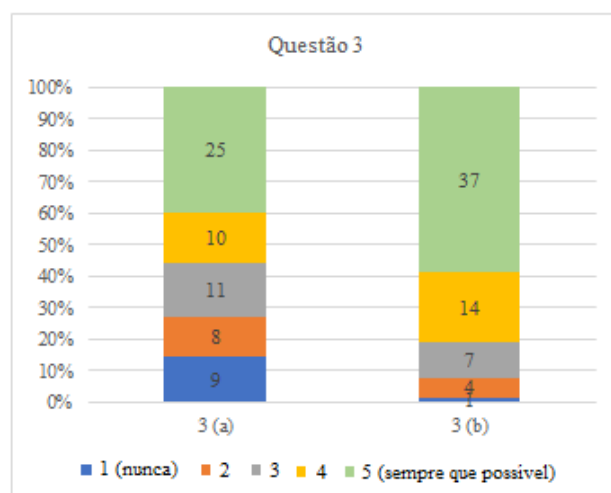
Os dados representados na Figura 27, questão 1 (b), mostram que: (i) 10/63 participantes (categorias 1 e 2) responderam que estudantes que tenham chegado à mesma resposta final possivelmente não tenham cometido os mesmos erros conceituais em suas resoluções; (ii) 9/63 participantes (categoria 3) responderam de forma neutra; e (iii) 44/63 participantes (categorias 4 e 5) responderam que estudantes que tenham chegado à mesma resposta final podem ter cometido os mesmos erros conceituais em suas resoluções. Ou seja, esses resultados indicam que uma parcela significativa (44/63) de participantes reconhece que conferir diretamente as respostas finais não fornece sólidas garantias de que não se tenha cometido erros conceituais. Em outras palavras, essa prática não seria suficiente para se ter boas garantias de que o problema foi resolvido corretamente.

Os dados da Figura 27, para a questão 2 (a), mostram que: (i) 27/63 participantes (categorias 1 e 2) responderam que, mesmo resolvendo problemas parametrizados, seria possível conferir as respostas com os colegas; (ii) 15/63 participantes (categoria 3) responderam de forma neutra; e (iii) 21/63 participantes (categorias 4 e 5) responderam que resolvendo problemas parametrizados não seria possível conferir as respostas com os colegas. Ou seja, esses resultados indicam que, embora haja um equilíbrio entre as respostas, uma parcela significativa dos participantes (27/63) reconhece que seria possível conferir as respostas com os colegas, mesmo tendo resolvido um problema parametrizado.

Os dados da Figura 27, questão 2 (b), mostram que: (i) 4/63 participantes (categorias 1 e 2) responderam que não é possível aprender colaborativamente com os colegas comparando e discutindo os procedimentos realizados na resolução de um problema; (ii) 5/63 responderam de forma neutra; e (iii) 54/63 participantes (categorias 4 e 5) responderam que é possível

aprender colaborativamente com os colegas comparando e discutindo os procedimentos realizados na resolução de um problema. Ou seja, esses resultados indicam que a grande maioria de participantes investigados (54/63) reconhece que a prática de discutir e comparar procedimentos de resolução pode permitir (ou fomentar) a aprendizagem colaborativa.

Figura 28 — Respostas dos participantes para a questão 3 do questionário *online* I

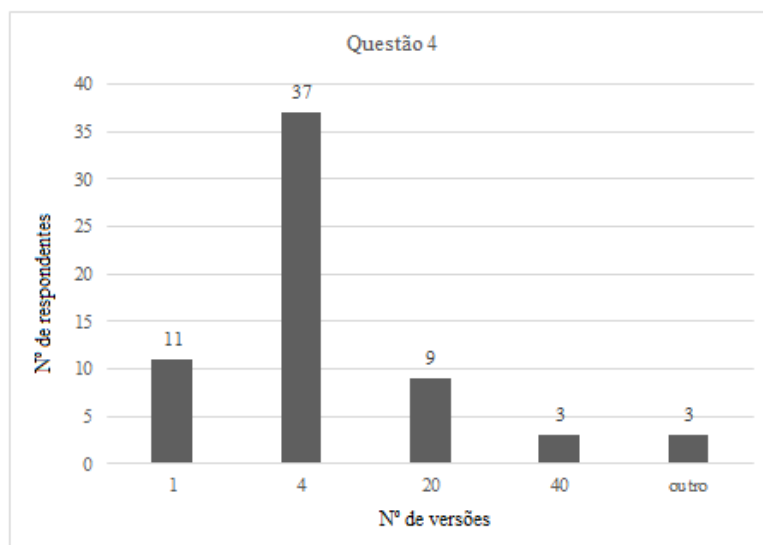


Fonte: elaborada pelo autor.

Os dados da Figura 28, questão 3 (a), mostram que: (i) 17/63 participantes (categorias 1 e 2) responderam que não costumam conferir com os colegas as respostas finais dos problemas resolvidos *online* (teste EAD); (ii) 11/63 responderam de forma neutra; e (iii) 35/63 participantes responderam que costumam conferir com os colegas, sempre que possível, as suas respostas finais dos problemas dos testes EAD. Ou seja, esses resultados indicam que uma parcela significativa de participantes (35/63) costuma conferir com os colegas as respostas finais dos problemas dos testes EAD. Disso, podemos inferir que a comparação de respostas finais das atividades *online* avaliativas é uma prática comum entre os participantes investigados.

Os dados da Figura 28, questão 3 (b), mostram que: (i) 5/63 participantes (categorias 1 e 2) responderam que não costumam discutir com os colegas os procedimentos que usaram para resolver um problema *online* (teste EAD); (ii) 7/63 participantes (categoria 3) responderam de forma neutra; e (iii) 51/63 participantes (categorias 4 e 5) responderam que costumam discutir com os colegas, sempre que possível, os procedimentos que usaram para resolver um problema dos testes EAD. Ou seja, esses resultados indicam que discutir com os colegas os procedimentos usados para resolver um problema *online* era uma prática bastante disseminada entre os participantes investigados.

Figura 29 — Respostas dos participantes para a questão 4 do questionário *online* I



Fonte: elaborada pelo autor.

Os dados da Figura 29, questão 4, mostram que: (i) 11/63 participantes responderam que seria adequado que um problema *online* (teste EAD) tivesse apenas um conjunto de parâmetros (versão) para todos os estudantes, uma vez que seria mais fácil comparar diretamente a resposta final sem ter que discutir os procedimentos realizados; (ii) 37/63 participantes responderam que seria adequado que um problema *online* tivesse um conjunto de parâmetros para cada dez estudantes, uma vez que estimularia a discussão acerca dos procedimentos de resolução empregados, mas também possibilitaria, com relativa facilidade, a comparação direta das respostas finais; (iii) 12/63 (categorias 20 e 40) responderam que seria adequado que um problema *online* tivesse um conjunto de parâmetro cada dois (ou apenas um) estudantes, uma vez que seria dado ênfase apenas na discussão dos procedimentos de resolução empregados; e (iv) 3/63 participantes responderam que seria adequado que um problema *online* tivesse um conjunto de parâmetros diferente dos mencionados acima. Ou seja, esses dados indicam que a grande maioria dos participantes prefere problemas parametrizados (52/63). Entretanto, uma parcela significativa (37/63) destes que preferem problemas parametrizados gostariam que esses problemas tivessem um conjunto pequeno de parâmetros, já que isso ainda possibilitaria a comparação direta da resposta final (numérica) com relativa facilidade.

6.2.2 Bloco de questões do QF acerca dos testes EaD

Conforme já explicamos anteriormente, ao final do processo de implementação do conjunto integrado de AD no contexto do ES, aplicamos o QF. O referido questionário, de modo geral, estava dividido em blocos de questões e, neste tópico, analisamos aquelas relacionadas como os testes EaD. Os resultados obtidos com o bloco de questões referentes aos testes EaD estão sistematizado no Quadro 3.

Com relação ao número de testes EaD realizados, os dados da questão (1) — Quadro 3 — estão concentrados no intervalo que vai de médio/neutro (categoria 3) a excessivo (categoria 5). Especificamente, temos que 51,6% dos alunos respondeu de forma neutra e uma parcela de 48,4% (categorias 4 e 5) desses alunos considerou o número de testes realizado grande/excessivo. Destacamos que foram realizados um total de oito testes desse tipo ao longo do semestre e, provavelmente, isso pode ter sido entendido como um número alto quando comparado com o número de tarefas que esses estudantes normalmente realizam em outras disciplinas de seus cursos.

Acerca do prazo de entrega desses testes, os dados da questão (2) — Quadro 3 — mostram que: (a) 35,5% (categorias 1 e 2) dos estudantes avaliou esse prazo como muito curto/curto; (b) 58% respondeu de forma neutra; e (c) cerca de 6,5% (categoria 4) o considerou como longo. Esses resultados indicam que uma parcela razoável de estudantes considerou o prazo de entrega dos testes EaD como sendo muito curto/curto. Por outro lado, a maioria desses estudantes respondeu de forma neutra, ou seja, entenderam esse prazo de entrega como normal, estando, portanto, dentro do esperado/aceitável.

Quadro 3 — Respostas dos alunos ao questionário final quanto às questões acerca dos testes EaD⁶⁶

Questão	Escala do tipo <i>Likert</i>				
	1	2	3	4	5
(1) O número de testes EaD foi:	(Insuficiente) 0	0	(Médio) 16	11	(Excessivo) 4
(2) Em geral, o prazo para entrega dos testes EaD foi:	(Muito curto) 4	7	(Médio) 18	2	(Muito longo) 0
(3) Em sua opinião, os testes EaD foram importantes para a sua aprendizagem:	(Nada importante) 1	1	(Médio) 5	14	(Muito importante) 10
(4) Em sua opinião, a realização dos testes EaD foram importantes para estimular o diálogo e troca de conhecimentos com os seus colegas:	(Nada importante) 2	3	(Médio) 4	9	(Muito importante) 13
(5) Em sua opinião, a quantidade de versões (quatro) de cada uma das questões dos testes EaD foi:	(Insuficiente) 0	1	(Médio) 24	2	(Excessiva) 4
(6) O que você achou dos testes EaD:	(Não gostei) 0	2	(Médio) 8	13	(Gostei muito) 8

Fonte: elaborado pelo autor.

Sobre a avaliação de que se os testes EaD foram importantes para aprendizagem dos estudantes, os resultados obtidos com a questão (3) — Quadro 3 — mostram que: (a) cerca de 6,5% (categorias 1 e 2) dos estudantes considerou que esses testes foram nada importantes/pouco importantes para a aprendizagem; (b) 16,1% respondeu de forma neutra; e (c) 74,4% (categorias 4 e 5) avaliou que os testes EaD foram importantes/muito importantes para a aprendizagem. Desses dados, observamos que a maioria desses estudantes avaliou os testes EaD como importantes para o processo de ensino e aprendizagem desenvolvido na disciplina. Ou seja, há indícios que estes alunos entenderam que a realização dos testes EaD contribuiu positivamente no processo de ensino aprendizagem.

Acerca da avaliação de que se os testes EaD foram importantes para estimular o diálogo (e, portanto, a prática de aprendizagem colaborativa), os dados da questão (4) — Quadro 3 — indicam que: (a) cerca de 16% (categorias 1 e 2) dos estudantes entendeu que os testes EaD como nada importantes/pouco importantes para estimular o diálogo com os seus colegas; (b) 13% respondeu de forma neutra; e (c) 71% (categorias 4 e 5) desses estudantes entendeu que os testes EaD como importantes/muito importantes para estimular o diálogo com os seus colegas. Esses dados evidenciam que uma parcela significativa dos estudantes

⁶⁶ É importante destacar que, nos quadros relativos aos dados do QF, no valor 3 da escala *Likert* foi colocado a palavra “Médio” para facilitar a leitura desses dados; porém a referida palavra não constava como uma das âncoras no questionário implementado na prática. No referido questionário somente constava as âncoras dos extremos.

entendeu que os testes EaD tinham potencial para fomentar a prática de aprendizagem colaborativa. Cabe destacar que esses resultados corroboram as conclusões que apresentamos na subseção anterior.

Acerca da quantidade de versões (quatro no total) empregadas nos testes EaD, os resultados obtidos com a questão (5) — Quadro 3 — apontam que: (a) 3,2% (categoria 2) dos estudantes considerou o número de versões usado como pequeno; (b) 77,4% respondeu de forma neutra; e (iii) 19,4% avaliou o número de versões com grande/excessivo. Ou seja, esses resultados evidenciam que, embora uma parcela de estudantes considerou o número de versões excessivo, a maior parcela deles entendeu esse número de versões como sendo normal ou razoável (estes resultados estão alinhados com os já discutidos anteriormente).

Finalmente, os dados da questão (6) — Quadro 3 — indicam que cerca de 6% (categoria 2) gostou pouco dos testes EaD, 26% respondeu de forma neutra e 68% (categorias 4 e 5) gostou/gostou muito dos referidos testes. Esses resultados apontam que os testes EaD, de forma geral, foram bem aceitos pelos estudantes. Além disso, considerando os resultados discutidos anteriormente, acreditamos que os esses testes foram compreendidos pelos estudantes como sendo importantes para promover um processo de ensino e aprendizagem mais efetivo. Cabe destacar, também, que as especificações gerais que formataram esses testes é proveniente do SARF. Bem como vale salientar que sua implementação foi viabilizada por meio do uso da plataforma *online* gxq e, portanto, esses resultados dão indícios que o SARF possui viabilidade didática, segundo a perspectiva do estudante.

6.3 IMPLEMENTAÇÃO DOS TESTES PRESENCIAIS APOIADA PELO *SOFTWARE* AMC

Conforme definimos no capítulo 5, os testes presenciais eram AR de resolução individual que empregavam como recurso didático problemas numéricos extraídos de livros-texto. Esses testes foram desenhados para serem implementados em classe no formato de “lápiz e papel” com um tempo de aplicação que podia variar de 20 a 25 minutos. Ademais, os TP eram compostos de uma ou duas questões, as quais eram problemas numéricos parametrizados de nível similar aos que seriam empregados nas provas finais da disciplina (mas não os mesmos). Ou seja, os referidos TP tinham a finalidade de preparar os estudantes para as provas gerais da disciplina.

Contudo, preparar os estudantes para as provas gerais da disciplina não era a única finalidade dos TP, porque esses testes presenciais eram também atividades avaliativas-reflexivas que compunham parte do processo avaliativo-reflexivo contínuo descrito no capítulo 5. Isto é, eram tarefas — que foram implementadas continuamente durante o desenvolvimento de toda a disciplina de Física Geral e Experimental I — para as quais os estudantes produziam suas resoluções e esperavam receber *feedbacks* pertinentes em tempo hábil para contribuir com sua aprendizagem.

Logo, devido às razões discutidas no capítulo 5, a implementação desses testes presenciais — articulada com outras AF e AR — não se constitui algo fácil de ser realizado no atual contexto educacional brasileiro. Por isso, como parte deste trabalho, investigamos as potencialidades e limitações do *software* AMC no sentido de viabilizar a implementações dos referidos TP no contexto do Ensino Superior.

A implementação dos TP se deu no contexto do ensino universitário na disciplina de Física Geral e Experimental I de cursos de Engenharia de uma universidade federal. Em particular, conforme já mencionamos anteriormente, essa é uma das disciplinas em que esses estudantes têm os primeiros contatos com o ensino universitário. Conforme também já detalhamos em seções anteriores, nela, em geral, são abordados os conteúdos de Mecânica, tais como Cinemática, Dinâmica, Leis de Conservação, etc. A bibliografia básica da referida disciplina é um livro-texto de nível universitário, tal como: Halliday, Resnick e Walker (2008), Tipler e Mosca (2009), entre outros já mencionados anteriormente. Destacamos, ainda, que os problemas presentes nos finais dos capítulos do livro-texto adotado são utilizados como recurso didático — sendo empregados inclusive nas avaliações finais (cumulativas) — isto é, no contexto da referida disciplina, pois a resolução desse tipo de problema é uma prática didática comum tanto dos docentes quanto dos estudantes.

Com a finalidade de analisarmos as potencialidades de uso do AMC⁶⁷, registramos o tempo utilizado nas etapas de correção e elaboração de *feedbacks* dos testes que implementamos, anotando, para isso, os tempos empregados para executar cada um dos passos diretamente relacionados com essas duas etapas. Abaixo, apresentamos uma amostra de dados coletados com a avaliação de seis testes presenciais⁶⁸, representados na Tabela 3.

⁶⁷ Ou seja, essa parte dos dados está relacionada com a viabilidade didática, segundo a perspectiva do professor, do sistema integrado de tarefas avaliativas-reflexivas.

⁶⁸ Embora tenham sido realizados sete TP, apresentamos na Tabela 3 os dados relativos a apenas seis deles, uma vez que para o primeiro TP não foi possível registrarmos o tempo com precisão porque estávamos ajustando o equipamento e protocolo de correção. Ademais, cabe destacar que os dados da Tabela 3 são relativos a uma amostra de 66 alunos (2 turmas) do total de 108 estudantes (3 turmas). Os resultados dos demais (42) estudantes não foram coletados de forma homogênea, já que na avaliação de alguns dos TP desses 42 estudantes testamos

Tabela 3 — Tempo usado para executar cada uma das etapas do processo de avaliação dos TP

	TP 1	TP 2	TP 3	TP 4	TP 5	TP 6	Tempo médio por teste
Número de testes (cada teste continha uma questão)	55	60	53	54	52	45	-
(4) tempo de digitalização (min)	21,20	19,10	19,27	17,00	19,00	14,32	0,36
(5) tempo de processamento (min)	6,18	9,30	6,38	6,40	7,00	6,13	0,13
Tempo de avaliação não automática da justificativa (min)	75,00	57,30	126,00	39,00	38,00	30,00	1,13
Tempo médio total de avaliação por teste (min)	1,86	1,43	2,86	1,15	1,23	1,21	1,62

Fonte: elaborada pelo autor.

Com base nos dados mostrados na Tabela 3, apontamos as seguintes principais considerações:

- Cada teste, normalmente, continha apenas uma questão (problema), mas o tempo de digitalização leva em conta, em geral, apenas o número de folhas de respostas. Caso uma folha de resposta tenha mais que uma questão, o tempo empregado será o mesmo, o que pode ser considerado com uma vantagem em se utilizar o AMC;
- O tempo médio de digitalização de cada folha de resposta foi cerca de 0,36 minutos (21,6 segundos). Cabe destacar que, embora a digitalização tenha sido realizada manualmente, esse tempo está relacionado com o desempenho do equipamento empregado na digitalização das folhas respostas. Ou seja, se tivéssemos utilizado uma máquina que realizasse essa tarefa automaticamente, esse tempo teria sido reduzido consideravelmente;
- O tempo médio de processamento, por teste, foi de aproximadamente 0,13 minutos (7,8 segundos), o qual é praticamente irrelevante. Além disso, essa etapa apresenta as seguintes vantagens: (i) realizar uma análise prévia das resoluções dos alunos; e (ii) diminuir o risco de erro humano na etapa de correção (e atribuição de nota) da parte numérica da solução desses alunos;
- O tempo médio de avaliação das justificativas, por teste, foi de 1,13 minutos. Embora essa etapa da avaliação tenha sido executada manualmente (isto é, pelo

um equipamento e um procedimento diferente daquele que normalmente usávamos e, por isso, resolvemos não usar esses dados em nossa análise.

docente), ela foi bastante facilitada pela já referida análise prévia executada na etapa de processamento. Por outro lado, caso o professor opte por considerar apenas a parte numérica das questões, essa etapa não seria realizada. Conseqüentemente, o tempo de correção dos testes seria reduzido drasticamente.

- Por fim, o AMC oferece a potencialidade de enviar automaticamente o *feedback* personalizado (folha de resposta avaliada — editada e comentada via editor de imagem) diretamente para o *e-mail* de cada um dos alunos. Ou seja, cada estudante recebe, no *e-mail* pessoal dele, somente o seu teste corrigido (com a nota e comentários pertinentes).

Portanto, considerando os dados apresentados acima, argumentamos que o *software* AMC é uma ferramenta computacional útil para viabilizar a implementação contínua de atividades avaliativas-reflexivas que — embora mais alinhadas com os instrumentos avaliativos tradicionais: provas e testes — têm também importante finalidade didática no processo de ensino e aprendizagem, qual seja: auxiliar os estudantes a avaliar o nível de suas aprendizagem (de conceitos e procedimentos) relativas à parte de abordagem mais formal da disciplina.

6.3.1 Bloco de questões do QF acerca dos TP

Com os dados coletados com esse bloco de questões, tínhamos por objetivo investigar a percepção dos estudantes acerca do processo avaliativo-reflexivo desenvolvido com o emprego dos TP. Assim como avaliar a percepção desses estudantes sobre o uso da ferramenta computacional (AMC) utilizada para viabilizar o referido processo. Além do mais, a referida investigação, em última análise, teve por finalidade elencar elementos que nos permitissem avaliar se o SARF tem viabilidade didática, segundo a perspectiva dos estudantes. Os resultados obtidos com esse bloco de questões do QF estão sistematizado no Quadro 4.

A partir dos dados apresentados no Quadro 4 para a questão (1), podemos perceber que os estudantes consideraram o número de TP realizados de médio/normal a excessivo, uma vez que, das trinta e uma respostas submetidas, todas se concentram nesse intervalo. Porém, aproximadamente 64,5% % desses estudantes escolheram a opção neutra (categoria 3), o que indica que a maior parcela desses estudantes considerou que o número de TP desenvolvidos

não excedeu ao número normal de tarefas que se poderia esperar em uma disciplina do ES. Por outro lado, uma parcela razoável de estudantes (cerca de 32,3%) considerou no número desses testes como excessivo. Temos por hipótese que este último resultado se deva ao fato de que, possivelmente, esses estudantes não costumam resolver com tanta frequência tarefas desse tipo em outras disciplinas.

Quadro 4 — Respostas dos alunos ao questionário final quanto às questões acerca dos testes presenciais

Questão	Escala do tipo <i>Likert</i>				
	1	2	3	4	5
(1) O número de TP foi:	(Insuficiente) 0	1	(Médio) 20	7	(Excessivo) 3
(2) Em geral, o tempo de realização dos TP (15 a 20 min) foi:	(Muito curto) 1	2	(Médio) 22	5	(Muito longo) 1
(3) Em sua opinião, as avaliações (<i>feedbacks</i>) dos TP, em relação à instrução, foram:	(Nada instrutivas) 5	2	(Médio) 9	4	(Muito instrutivas) 11
(4) Em sua opinião, as avaliações (<i>feedbacks</i>) dos TP, em relação à utilidade, foram:	(Nada úteis) 4	2	(Médio) 5	9	(Muito úteis) 11
(5) Em sua opinião, as avaliações (<i>feedbacks</i>) dos TP, em relação ao tempo de envio, foram:	(Muito lentas) 1	4	(Médio) 10	9	(Muito rápidas) 7
(6) Em sua opinião, as avaliações (<i>feedbacks</i>) dos TP, de forma geral, foram:	(Muito fracas) 4	3	(Médio) 4	12	(Ótimas) 8
(7) No âmbito da correção automática desenvolvida na disciplina, você considera os critérios empregados no referido processo:	(Nada justos) 2	6	(Médio) 9	8	(Muito Justos) 6
(8) Em sua opinião, é válido separar a correção da parte numérica da parte de justificativa:	(Nada válido) 4	5	(Médio) 2	5	(Muito válido) 15

Fonte: elaborado pelo autor.

Com relação ao tempo de realização dos TP, os dados da questão (2) — Quadro 4 — indicam que: (a) cerca de 9,7% (categorias 1 e 2) dos estudantes considerou que esse tempo foi muito curto/curto; (b) 71% respondeu de forma neutra; e (c) 19,3% avaliou o tempo de realização do TP como sendo longo/muito longo. Esses dados indicam que a maior parcela (71%) dos estudantes considerou o tempo de realização dos TP como sendo razoável para as características desse tipo de tarefa.

Com relação a se os *feedbacks* fornecidos para os TP foram ou não instrutivos, os dados da questão (3) — Quadro 4 — indicam que: (a) por volta de 22,6% (categorias 1 e 2) avaliou que os *feedbacks* fornecidos para os TP como nada instrutivos/pouco instrutivos; (b)

29 % respondeu de forma neutra; e (c) 48,4% (categorias 4 e 5) considerou esses *feedbacks* como instrutivos/muito instrutivos. Entendemos que, embora uma parcela razoável de estudantes considerou os *feedbacks* fornecidos para os TP como nada instrutivos/pouco instrutivos, a maior parte deles avaliou os referido *feedbacks* como tão instrutivos quanto os que costumam receber em tarefas de outras disciplinas ou instrutivos/muito instrutivos. Esses resultados nos dão indícios que os *feedbacks* foram importantes para boa parte desses estudantes.

No que diz respeito à utilidade dos *feedbacks* fornecidos, os dados da questão (4) — Quadro 4 — mostram que: (a) 19,4% (categorias 1 e 2) dos estudantes considerou que os *feedbacks* como nada úteis/pouco úteis; (b) 16,1% respondeu de forma neutra; e (c) 64,5% (categorias 4 e 5) avaliou os referidos *feedbacks* como úteis/muito úteis. Ou seja, há evidências que os *feedbacks* fornecidos para os TP foram vistos, para uma parcela significativa dos estudantes que responderam o QF, como sendo úteis em seus processos de ensino e aprendizagem. Cabe destacar que, em certa proporção, esses resultados estão em consonância com os obtidos com a questão (3) acima.

Acerca do tempo de envio dos *feedbacks* dos TP, os resultados obtidos como a questão (5) — Quadro 4 — evidenciam que: (a) por volta de 16,1% (categorias 1 e 2) avaliou o tempo como muito lento/lento; (b) 32,3% respondeu de forma neutra; e (c) 51,6% (categorias 4 e 5) considerou que o tempo de envio como rápido/muito rápido. Entendemos esses resultados como sendo positivos, uma vez que a maioria das respostas está concentrada no intervalo que vai de médio/neutro a muito rápido. De certa maneira, isso evidencia que o uso sistemático do *software* AMC possibilita desenvolver um processo avaliativo-reflexivo contínuo. Apesar disso, os dados indicam também que uma parcela razoável de estudantes classificou o referido tempo como muito lento/lento. Contudo, vale ressaltar que — apesar do número relativamente alto de testes que eram avaliados quase que semanalmente — os *feedbacks* de cada um dos TP eram sistematicamente enviados para os estudantes antes que estes resolvessem o teste seguinte. Isso era feito com o intuito de que os estudantes pudessem se valer dessas informações para avaliarem continuamente sua aprendizagem e desempenho na disciplina.

De forma geral, os dados da questão (6) — Quadro 4 — indicam que os estudantes avaliaram os *feedbacks* fornecidos da seguinte forma: (a) 22,5% (categorias 1 e 2) muito fracos/fracos; (b) 13% responderam de forma neutra; e (c) 64,5 % (categorias 4 e 5) bons/ótimos. Desses dados, percebemos que a maioria dos alunos avaliou os *feedbacks* de forma positiva (ou ao menos os considerou tão bons quanto os regularmente recebidos em outras disciplinas). Em contraste, um número razoável de alunos (22,5%) avaliou

negativamente os referidos *feedbacks*. Porém, ainda não temos elementos suficientes que nos permitam formular uma hipótese de porquê esses estudantes realizaram esse tipo de avaliação.

Ao avaliarem os critérios empregados nas correções dos TP, os dados da questão (7) — Quadro 4 — mostram que: (a) 26% dos estudantes os considerou nada justos/poucos justos; (b) 13 % deles respondeu de forma neutra; e (c) 45% avaliou-os como sendo válidos/muito válidos. Esses dados indicam que a maioria dos estudantes entendeu que esses critérios eram válidos ou ao menos estavam dentro de suas expectativas, o que consideramos como sendo um aspecto positivo do processo realizado. Em contra partida, um número relativamente considerável de estudantes (26%) entendeu que os critérios de correção eram nada justos/pouco justos. Acreditamos que isso esteja relacionado com o esquema de correção dos TP, o qual previa que metade da nota de uma questão era atribuída a resposta final e a outra metade ao desenvolvimento que justificava essa resposta (há indícios disso nos dados que serão apresentados no Quadro 5).

Ao avaliarem se era válido ou não separar a correção da parte numérica (resposta final) de sua justificativa (desenvolvimento), os dados coletados com a questão (8) — Quadro 4 — indicam que: (a) cerca de 29% (categorias 1 e 2) considerou essa separação nada válida/pouco válida; (b) 6,5% respondeu de forma neutra; e (c) cerca de 48,4% (categorias 4 e 5) dos alunos entendeu-a como sendo válida/muito válida. Esses resultados indicam que a referida separação foi relativamente bem aceita por um parcela significativa dos estudantes (categorias 3, 4 e 5). Por outro lado, um número razoável deles considerou essa separação nada justa/pouco justa. Novamente, acreditamos que isso tenha ocorrido devido aos pesos dados para cada uma das notas dessas partes (50% resposta numérica e 50% justificativa).

Os dados discutidos acima evidenciam que o sistema empregado para desenvolver os TP foi bem aceito por uma parcela significativa dos estudantes que responderam o QF. Paralelamente, esses resultados também indicam que o uso sistemático do AMC tem potencial para desenvolver um processo avaliativo-reflexivo contínuo (em particular no que diz respeito aos *feedbacks*) no contexto de turmas com um número razoável de estudantes. Além disso — tendo em conta que o AMC faz parte do SARF e que as especificações gerais dos TP provem desse sistema — consideramos que os referido resultados nos fornecem alguns indícios de que o SARF possui viabilidade didática, segundo a perspectiva dos estudantes.

6.4 ANÁLISE DO BLOCO DE QUESTÕES DO QF ACERCA DAS AF E AR DE FORMA GERAL

Neste item, apresentamos e discutimos os dados coletados com as questões do QF que abordavam os conjuntos de AF e AR — desenvolvidas no âmbito do ES — em uma perspectiva global. Essa análise foi realizada com a finalidade elencar elementos que nos permitissem avaliar se o SARF tem viabilidade didática, segundo a perspectiva dos estudantes. Os dados obtidos com esse bloco de questões estão sistematizados nos quadros abaixo.

Quadro 5 — Respostas dos alunos ao questionário final quanto às questões acerca dos conjuntos de avaliações (AF e AR) como um todo

Questão	Escala do tipo <i>Likert</i>				
	1	2	3	4	5
(1) O número de avaliações da disciplina foi:	(Insuficiente) 0	0	(Médio) 13	8	(Excessivo) 10
(2) Em sua opinião, o conjunto de avaliações da disciplina, em relação à instrução, foi:	(Nada instrutivo) 0	4	(Médio) 14	8	(Muito instrutivo) 5
(3) Em sua opinião, o conjunto de avaliações da disciplina, em relação à dificuldade, foi:	(Muito difícil) 5	12	(Médio) 13	1	(Muito fácil) 0
(4) Em sua opinião, o conjunto de avaliações da disciplina, em relação ao trabalho, foi:	(Nada trabalhoso) 0	3	(Médio) 8	13	(Muito trabalhoso) 7
(5) Em sua opinião, o conjunto de avaliações da disciplina, em relação ao interesse, foi:	(Nada interessante) 1	5	(Médio) 14	7	(Muito interessante) 4
(6) Em sua opinião, o conjunto de avaliações da disciplina, de forma geral, foi:	(Muito fraco) 0	4	(Médio) 15	8	(Ótimo) 4
(7) Na correção dos testes e provas presenciais, o que você prefere:	(Somente manual) 18	-	(Mista) 13	-	(Somente automática) 0

Fonte: elaborado pelo autor.

A partir dos dados apresentados no Quadro 5 para a questão (1), podemos perceber que os estudantes consideraram o número de AF e AR (avaliações) de médio a excessivo, uma vez que, das trinta e uma respostas submetidas, todas se concentram nesse intervalo. Porém, aproximadamente 42% desses estudantes escolheram a opção neutra (Médio), o que indica que uma parcela significativa desses estudantes — que responderam o referido questionário — considerou que o número de atividades AF e AR desenvolvidas não excedeu

ao número normal de tarefas que se poderia esperar em uma disciplina do ES. Por outro lado, a maioria (aproximadamente 58%) considerou no número de AF e AR excessivo. Acreditamos que isso se deva ao fato de que, em geral, os estudantes estão habituados a realizarem um número relativamente pequenos de atividades que tenham algum caráter avaliativo-reflexivo em outras disciplinas, uma vez que a avaliação continuada não é habitualmente realizado no contexto prático do ES.

Os dados da questão (2), Quadro 5, evidenciam que: (a) aproximadamente 13% (categorias 1 e 2) dos estudantes considerou que a realização dos conjunto integrados AF e AR foi nada ou pouco instrutivo; (b) cerca de 45 % (categoria 3) responderam de forma neutra; e (c) por volta de 42% (categorias 4 e 5) desses estudantes considerou que a realização do referido conjunto integrado de AD foi instrutivo. Ou seja, esses dados indicam que uma parcela significativa desses estudantes entendeu que — no contexto geral — a realização dessas atividades foi instrutiva ou, ao menos, tão instrutiva quanto as tarefas que são geralmente realizadas em outras disciplinas.

Os resultados obtidos com a questão (3), Quadro 5, indicam que: (a) cerca de 55% dos alunos considerou que a realização dos conjuntos de AF e AR foi difícil ou muito difícil; (b) aproximadamente 42% desses estudantes respondeu de forma neutra; e (c) 3% acredita que a realização dessas tarefas era fácil. Como podemos ver, aproximadamente a metade dos estudantes considerou que a realização dos conjuntos de AF e AR foram difíceis ou muito difíceis. Acreditamos que isso tenham ocorrido porque era o primeiro contato desses estudantes com a realização periódica de atividades desse gênero. Em contraste, uma parcela significativa desses estudantes respondeu de forma neutra; ou seja, consideraram o grau de dificuldade dos conjuntos de AF e AR equivalentes aos de tarefas habitualmente realizadas em outras disciplinas. Em resumo, os resultados evidenciam que a maioria desses estudantes considerou a realização dos conjuntos de AD difíceis ou equivalentes a tarefas realizadas em outras disciplinas de seu curso.

Os dados da questão (4), Quadro 5, mostram que: (a) aproximadamente 10% (categoria 2) dos estudantes respondeu que os conjuntos de AD realizados eram pouco trabalhosos; (b) 26% desses alunos respondeu de forma neutra; e (c) 64% (categorias 4 e 5) considerou que as tarefas realizadas eram trabalhosas/muito trabalhosas. Esses dados indicam que mais da metade desses estudantes considerou que as referidas tarefas exigiam bastante trabalho em suas realizações. Temos por hipótese que isso tenham ocorrido porque o tempo previsto para a realização de algumas das tarefas era longo — por exemplo, ADC — uma vez que elas continham problemas abertos e exigem a coleta e tratamento de dados.

Paralelamente, uma parcela razoável desses estudantes respondeu de forma neutra. Isto é, consideraram que realizar os conjuntos de AR e AF foi tão trabalhoso quanto resolver as tarefas rotineiramente realizadas em outras disciplinas.

Os dados da questão (5), Quadro 5, mostram que: (a) 19% (categorias 1 e 2) dos estudantes considerou que os conjuntos de AF e AR foram nada interessantes/pouco interessantes; (b) 45% respondeu de forma neutra; e (c) 36% (categorias 4 e 5) dos referidos estudantes avaliaram esses conjuntos de atividades como interessantes/muito interessantes. Esses dados evidenciam que — embora não possamos desconsiderar aqueles que avaliaram os conjuntos de AD como nada interessante/pouco interessantes — uma parcela razoável deles considerou os referidos conjuntos de tarefas como interessantes/muito interessantes. Somado a isso, uma parcela significativa desses estudantes (45%) avaliou que esses conjuntos de AD foram tão interessantes quanto os realizados em outras disciplinas. Acreditamos que esses resultados indicam que a maioria dos estudantes entendeu que os conjuntos de AF e AR estavam diretamente relacionados com os conteúdos da disciplina desenvolvidas, bem como tinham potencial para contribuir de alguma forma com a sua formação acadêmica.

Os dados coletado com a questão (6), Quadro 5, mostram que: (a) 13% (categoria 2) avaliou que — no geral — os conjuntos de AF e AR como fracos; (b) 48% (categoria 3%) respondeu de forma neutra; e (c) 39% desses estudantes considerou que o desenvolvimento dos referidos conjuntos de tarefas — no âmbito geral — foi bom/ótimo. Portanto, temos indicativos que uma parcela razoável de estudantes (39%) considerou que o desenvolvimento dos conjuntos de AF e AR na disciplina foi bom/ótimo, ou seja, produtivo para eles. Somado a isso, uma parcela significativa desses estudantes (48%) avaliou que os referidos conjuntos de tarefas eram tão bons quanto os desenvolvidos em outras disciplinas. Isto é, acreditamos que a maioria desses estudantes tenha entendido a finalidade didática desses conjuntos de tarefas, bem como entenderam-nos como importantes elementos que objetivavam contribuir com a formação acadêmica deles.

Por fim, a questão (7), Quadro 5, objetivava levantar a opinião dos alunos quanto ao esquema de correção para os testes presenciais, os quais eram realizados em papel e avaliados como o auxílio do *software* AMC. Os resultados obtidos para essa questão indicam que 58% dos estudantes que responderam o questionário preferem somente a correção manual (feita somente pelo docente). Em contraste, 42% desses estudantes preferem o esquema de correção utilizado na disciplina, ou seja, mista. É importante destacar que nenhum desses estudantes preferiu correção somente automática, isto é, que consideraria apenas a resposta final dos testes realizados.

Acreditamos que esses resultados estejam relacionados com o fato de que uma quantidade razoável dos estudantes considera a análise do desenvolvimento (justificativa) da resolução de uma questão/teste como sendo pertinente em sua avaliação. Além disso, temos por hipótese que uma parcela razoável de estudantes — mesmo cursando engenharia, área em que cálculos numéricos precisos são importantes — considerou o peso adotado para a parte numérica (50% da nota total da questão) excessivo. Do mesmo modo, acreditamos que esses estudantes consideraram que a margem de erro para uma resposta ser pontuada como gabarito era pequena (alguns elementos contidos nas respostas dos estudantes, elencadas no Quadro 6, corroboram com essa hipótese; vide, por exemplo, as respostas números 15, 16, 17 e 20).

Porém, conforme evidenciamos abaixo, boa parte dos estudantes avaliaram positivamente a adoção do referido esquema de correção, quando responderam a seguinte questão dissertativa presente no QF: *de forma geral, como você avalia o processo de correção automática?*

No Quadro 6, abaixo, elencamos as respostas dos estudantes para essa questão.

Quadro 6 — Respostas dos alunos acerca do esquema de correção automática adotado⁶⁹

(continua)

Avaliação	Nº	Resposta para a questão: <i>de forma geral, como você avalia o processo de correção automática?</i>
Positiva	1	<i>“Pelo fato da avaliação ser composta pela parte numérica e justificativa, ela acaba sendo justa, o aluno que pelo menos sabe fazer a questão e justificar, mas por alguma infelicidade errou a parte numérica ainda consegue ter algum acerto na questão.”</i>
	2	<i>“Processo que facilita a correção dos testes e agiliza tanto para os alunos quanto para os professores.”</i>
	3	<i>“Prático. Com os comentários da parte descritiva, fica melhor ainda.”</i>
	4	<i>“Bom, e efetivo.”</i>
	5	<i>“Bem prático e correto.”</i>
	6	<i>“Bom.”</i>
	7	<i>É um processo bom, relativamente rápido (mais rápido do que se fosse apenas um professor corrigindo 80 testes).</i>
	8	<i>“GOSTEI, POIS AVALIA O METODO QUE O ALUNO CHEGOU NA RESPOSTA”</i>
	9	<i>“É importante separar a parte numérica da justificativa pois algumas vezes há algum erro em alguma parte do cálculo e assim o aluno não sai prejudicado.”</i>
	10	<i>“10.” [Ou seja, avalia o processo como sendo bom].</i>
	11	<i>“Extremamente válido, possibilita um retorno mais rápido ao aluno para que ele possa corrigir seu raciocínio, caso esteja errado, a execução das tarefas seguintes.”</i>
	12	<i>“É bom.”</i>
Positiva com ressalvas	13	<i>“Muito bom é útil, o que com certeza agiliza o processo de correção. O grande problema (com os testes) foi que tomaram um grande tempo das aulas, que já não era muito.”</i>
	14	<i>Muito válido corrigir separadamente a parte numérica da justificativa. Na parte numérica, pelo número de [algarismos] significativos e arrendamentos deveriam considerar um ‘intervalo de erro’, principalmente nas questão que usamos o resultado de uma conta em outra, aumentando assim o ‘erro’.” [Destacamos que foi empregado um intervalo e tolerância na correção automática.]</i>

⁶⁹ Apenas 25 dos 31 estudantes que submeteram suas respostas responderam essa questão. Lembramos que todas as questões que estavam presentes no questionário *online* eram de preenchimento optativo. Além disso, quanto foi pertinente, inserimos complementos ou comentários nossos nas respostas dos alunos; esses comentários estão marcados por colchetes.

Quadro 6 — Respostas dos alunos acerca do esquema de correção automática

(conclusão)		
Avaliação	Nº	Resposta para a questão: de forma geral, como você avalia o processo de correção automática?
Positiva com ressalvas	15	“Bom, mas poderiam considerar se marcou um resultado fora dos 2%, mas não tão distante, em vez de dar zero, talvez uma nota baixa como um 10 ou 20 de 50.” [Destacamos que respostas como esses desvios eram consideradas, mas não com nota integral.]
	16	“Bom, mas considera pouco da resolução.”
	17	“Correto, porém acho melhor a correção feita pelo professor(a), que avalia melhor a questão, não sendo tão importante ter encontrado o resultado ‘correto’ - que esteja entre 2% e 10% (que no caso, vale muito menos)”
	18	“Ok, mas seria melhor se tivesse explicado o que o aluno errou.” [É importante destacar que, em geral, os alunos recebiam os <i>feedbacks</i> — tanto dos TP como dos testes EaD — com comentários evidenciando os principais equívocos por eles cometidos.]
	19	“Deve ser levado em conta, mas não do mesmo peso que a justificativa.”
Negativa	20	“Muito ruim. As vezes erramos apenas um detalhe e perdemos a metade da nota, isso desestimula o aluno a querer fazer as avaliações.”
	21	“As notas pelo meu entendimento, são separadas em três notas: 10 caso acerte tudo, 4,5 caso acerte o desenvolvimento e erre em algum estágio, 0 que não soube desenvolver a questão. Portanto se o aluno souber resolver, mas por algum motivo errou o resultado, vai para exame mesmo sabendo.”
	22	“A margem de erro dos valores é muito pequena, isso é ruim. As vezes o aluno acerta todo o desenvolvimento da questão e erra, às vezes, um pouco além da precisão e a nota é igual a 0.”
	23	“Acho injusto metade da avaliação ser apenas a resposta final, mas vezes fazemos o problema corretamente mas não ganhamos a questão inteira devido aos arredondamentos que não estão na margem de 2%.”
Negativa com ressalvas	24	“Não muito justo, porque podemos elaborar a justificativa totalmente errada, porém chutarmos valores que coincidem com valores corrigidos pelo computador. Mas, de certa forma é um incentivo para continuarmos tentando, porque um 20,30/100 é melhor que tirar zero.”
	25	“Não sou muito a favor do processo de correção automática, porém o suporte dado após essa correção, como por exemplo revisão de alguma questão é bom, então é indiferente o uso ou não do processo de correção automática caso tenha esse suporte em relação a algum erro ou algo semelhante.”

Fonte: elaborado pelo autor.

As respostas dos estudantes acerca do processo de correção automática, elencadas no Quadro 6, foram sistematizadas nas seguintes categorias: (i) avaliação positiva; (ii) avaliação positiva com ressalvas; (iii) avaliação negativa; e (iv) negativa com ressalvas. Como é possível ver no referido quadro, o maior número de avaliações se concentra nas categorias (i) e (ii), ou seja, os estudantes compreenderam que o processo de correção automática como útil e adequado.

Embora isso pareça contrastar com os resultados da questão (7) do Quadro 5, acreditamos que esse não seja o caso. Isso porque em uma das questões solicitamos que os estudantes avaliassem o processo de correção automática como um todo; já na outra, que eles elegessem o esquema de correção da preferência deles. Ou seja, as questões não estão avaliando o mesmo aspecto. Porém, ao compararmos os resultados obtidos como essas duas questões, consideramos que boa parte dos estudantes entendeu a correção automática positivamente; mas ainda preferem um esquema de correção que é regularmente adotado em outras disciplinas (somente correção manual do professor). Acreditamos que isso tenha

ocorrido porque esse foi um dos primeiros contatos efetivos desses estudantes com um processo de correção automática utilizado regularmente.

Por fim, vale destacar que os dados apresentados no Quadro 5 indicam que, no geral, os estudantes avaliaram que o número de AR e AF como excessivo; bem como consideraram essas AD difíceis e trabalhosas. Por outro lado, essas respostas também evidenciam que os estudantes julgaram as referidas AD como instrutivas e interessantes ou tão interessantes quanto as tarefas realizadas em outras disciplinas. O contraste dessas tendências nos indica que a realização das AF e AR — no geral — foi relativamente bem recebida pelos estudantes. Isso porque, embora avaliadas como difíceis/trabalhosas, elas eram também vistas como instrutivas/interessantes.

6.4.1 Questões específicas sobre os *feedbacks* das AR e AF

No Quadro 7, elencamos as respostas dos estudantes que estavam diretamente relacionadas com os *feedbacks* fornecidos para as AF e AR desenvolvidas.

Quadro 7 — Respostas dos alunos ao questionário final quanto às questões acerca dos *feedbacks* fornecidos para as atividades avaliativas (AF e AR) como um todo

Questão	Escala do tipo <i>Likert</i>				
	1	2	3	4	5
(1) Em sua opinião, os <i>feedbacks</i> nas atividades avaliativas, em relação à instrução, foram:	(Nada instrutivos) 2	4	(Médio) 6	14	(Muito instrutivos) 5
(2) Em sua opinião, os <i>feedbacks</i> nas atividades avaliativas, em relação à utilidade, foram:	(Nada úteis) 0	4	(Médio) 7	13	(Muito úteis) 7
(3) Em sua opinião, os <i>feedbacks</i> nas atividades avaliativas, em relação ao tempo de enviou, foram:	(Muito lentos) 1	1	(Médio) 8	14	(Muito rápidos) 7
(4) Em sua opinião, os <i>feedbacks</i> nas atividades avaliativas, em relação ao interesse, foram:	(Nada interessantes) 2	3	(Médio) 11	12	(Muito interessantes) 3
(5) Em sua opinião, os <i>feedbacks</i> nas atividades avaliativas, de forma geral, foram:	(Muito fracos) 1	4	(Médio) 7	13	(Ótimos) 6

Fonte: elaborado pelo autor.

Com relação à instrução alcançada com os *feedbacks* fornecidos, os dados da questão (1) — Quadro 7 — indicam que: (a) cerca de 19,3% (categorias 1 e 2) avaliou que os *feedbacks* foram nada instrutivos/pouco instrutivos; (b) 19,3% desses estudantes responderam de forma neutra; e (c) cerca de 61,3% (categorias 4 e 5) avaliou que os *feedbacks* foram instrutivos/muito instrutivos. Esses resultados evidenciam que a maioria dos estudantes reconheceu que os *feedbacks* foram instrutivos (ou tão instrutivos quanto os fornecidos para AD de outras disciplinas). Este resultado indica que, no geral, esses alunos consideram o fornecimento de *feedbacks* como um importante elemento do processo de ensino e aprendizagem.

No que diz respeito à utilidade dos *feedbacks* fornecidos, os dados da questão (2) — Quadro 7 — mostram que: (a) cerca de 13% (categoria 2) dos estudantes avaliou que os *feedbacks* foram pouco úteis; (b) aproximadamente 22,5% respondeu de forma neutra; e (c) 64,5% (categorias 4 e 5) avaliou os *feedbacks* como úteis/muito úteis. Esses resultados evidenciam que a maioria desses alunos considerou que os *feedbacks* fornecidos foram úteis/muito úteis. Isto é, eles compreenderam os referidos *feedbacks* como um importante elemento das atividades desenvolvidas ao longo da disciplina.

No que diz respeito ao tempo de envio dos *feedbacks*, os resultados da questão (3) — Quadro 7 — indicam que: (a) aproximadamente 6% (categorias 1 e 2) considerou que o tempo de envio dos *feedbacks* foi muito lento/lento; (b) 26% respondeu de forma neutra; e (c) 68% (categorias 4 e 5) avaliou o tempo de envio como sendo rápido/muito rápido. Os resultados obtidos com essa questão evidenciam que a maioria dos estudantes considerou o tempo de envio dos *feedbacks* como rápido/ muito rápido. Consideramos que esse resultado indica — em certa medida — a efetividade do SARF, uma vez que as AF e AR eram desenvolvidas com bastante frequência e num número bastante grande e, mesmo assim, o tempo de envio dos *feedbacks* foi considerado rápido. Paralelamente, esses resultados (juntamente como os das questões anteriores) indicam que uma das potencialidades do SARF é sua capacidade de fornecer *feedbacks* instrutivos e úteis a tempo de contribuir com a aprendizagem dos estudantes.

Acerca de que se os *feedbacks* fornecidos eram ou não interessantes, os dados obtidos com a questão (4) — Quadro 7 — evidenciam que: (a) cerca de 16,1% (categorias 1 e 2) dos estudantes considerou os *feedbacks* nada interessantes/pouco interessantes; (b) 35,5% respondeu de forma neutra; e (c) 48,4% (categorias 4 e 5) avaliou os *feedbacks* como interessantes/muito interessantes. A maior parte das respostas se concentra no intervalo que vai de médio/neutro (tão interessante quanto os de outras disciplinas) a muito interessantes. A

partir desses resultados, podemos inferir que a maioria desses estudantes considerou que os *feedbacks* fornecidos para as AF e AR eram relevantes e estavam diretamente relacionados com os temas abordados em sala de aula. Inferimos, também, que eles consideraram os *feedbacks* fornecidos como importantes para sua aprendizagem.

Por fim, sobre a avaliação geral dos estudantes quanto à esses *feedbacks*, os resultados obtidos com a questão (5) — Quadro 7 — indicam que: (a) cerca de 16,5% (categorias 1 e 2) dos estudantes avaliou os *feedbacks* como muito fracos/fracos; (b) 22,6% respondeu de forma neutra; e (c) 61,3% (categorias 4 e 5) considerou os *feedbacks* fornecidos como bons/ótimos. Esses dados mostram que a maior parcela das respostas está concentrada no intervalo que vai desde neutro a ótimo. Disso, entendemos que a maioria dos estudantes compreendeu que os *feedbacks* fornecidos eram qualificados e tinham potencial para contribuir com a formação acadêmica deles.

A partir dos resultados discutidos acima, consideramos que os *feedbacks* fornecidos foram entendidos pela maioria dos estudantes como um importante elemento para o processo de ensino aprendizagem desenvolvido na disciplina; uma vez que eles foram considerados qualificados, instrutivos e relevantes. Paralelamente, esses resultados, ao nosso entender, também evidenciam que uma das potencialidades do SARF é sua capacidade de permitir o fornecimento de *feedbacks* instrutivos e úteis a tempo de contribuir com a aprendizagem dos estudantes. Além disso — considerando todos os dados discutidos até aqui — interpretamos que o SARF tem viabilidade didática, segundo a perspectiva dos estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito da concepção de pesquisa EDR, na qual, de maneira geral, busca-se identificar um problema real em contextos concretos de ensino e aprendizagem. Dessa forma, neste trabalho, identificamos que uma importante problemática (prática) atual de ensino consiste em viabilizar o ciclo completo — elaboração, implementação e avaliação (correção e *feedback*) — de atividades avaliativas-formativas e/ou avaliativas-reflexivas e, por meio disso, facilitar o desenvolvimento de um processo avaliativo-reflexivo contínuo que perpassa todo o contexto de ensino e aprendizagem de uma disciplina.

Em outras palavras, nossos trabalhos prévios nos convenceram sobre a necessidade de desenvolver e implementar um conjunto integrado de AF e/ou de AR de modo contínuo para que os alunos tenham a oportunidade de aferir (e ter consciência) do nível de compreensão que eles desenvolveram acerca dos conteúdos e competências abordados em sala de aula. Isto é, desenvolver atividades didáticas que — além de terem a finalidade explícita de abordar o conteúdo disciplinar de forma mais ampla⁷⁰ — sejam também instrumentos que permitam desenvolver um processo avaliativo-reflexivo contínuo e integrado ao ensino e aprendizagem de uma dada disciplina, quer seja no âmbito do EM quer seja no contexto do ES.

Porém, é importante frisar novamente que a etapa de avaliação de tarefas ou atividades — como as mencionadas anteriormente — impacta significativamente na carga de trabalho do professor, a qual muitas vezes já é excessiva. Nesse sentido, o uso de ferramentas computacionais que possam automatizar total ou parcialmente algumas etapas do processo de avaliação das tarefas realizadas pelos estudantes — especialmente no contexto de turmas grandes — é um aspecto determinante para a viabilidade de implementação contínua das já referidas atividades avaliativas-reflexivas e/ou avaliativas-formativas. Ou seja, no presente trabalho, propusemos que usar essas ferramentas no sentido de dinamizar a etapa elaboração, assim como de correção e *feedback* de AF e AR, pode ser um dos passos fundamentais para viabilizar a realização de um processo avaliativo mais efetivo nas disciplinas de física em que uma grande quantidade de estudantes são atendidos e, conseqüentemente, alcançar um processo de ensino e aprendizagem que seja mais efetivo.

⁷⁰ Ou seja, envolvendo os conteúdos conceituais e procedimentais, por exemplo.

No sentido de focalizarmos uma possível solução para essa problemática, neste trabalho definimos o seguinte objetivo geral: desenvolver e testar ferramentas computacionais e metodologias didáticas que viabilizem a elaboração e o fornecimento frequente — em tempo hábil para contribuir com a aprendizagem dos estudantes — de *feedbacks* qualificados, de maneira a facilitar o desenvolvimento de um processo avaliativo (reflexivo) contínuo em contextos reais de sala de aula.

Portanto, no contexto de nosso trabalho, surgiu a necessidade de elaborar e investigar um sistema integrado de ferramentas e metodologias voltado a viabilizar o desenvolvimento de um processo avaliativo-reflexivo contínuo. Para isso, desenvolvemos o SARF, o qual é um sistema que especifica metodologias didáticas e ferramentas computacionais que viabilizam a implementação dessas metodologias em ambientes reais de ensino e aprendizagem. Em particular, como uma das ferramentas que compõe o SARF, especificamos uma plataforma *online* — denominada *gxq* — e desenvolvemos um *software* que atendesse minimamente essas especificações. Por fim, com o objetivo de investigar a viabilidade do SARF — quanto às seguintes dimensões: (1) técnica; (2) didática, segundo a perspectiva do aluno; e (3) didática, segundo a perspectiva do professor — implementamos dois conjuntos de atividades didáticas compostos pela integração de diversas AF e/ou AR em ambientes concretos de ensino e aprendizagem (EM e ES).

Os dados apresentados no capítulo 6 evidenciaram que a plataforma *online gxq* (mesmo em seu formato mínimo) é uma ferramenta computacional que tem robustez e viabilidade técnica para apoiar o trabalho do professor em diferentes contextos de ensino e aprendizagem, os quais podem conter um número relativamente grande de estudantes e contemplar uma variabilidade razoável de atividades didáticas complexas.

Ainda, no sentido de encaminhar a problemática descrita acima, argumentamos em capítulos anteriores que outro passo importante no sentido de viabilizar um processo avaliativo-reflexivo contínuo consistiria em dinamizar a etapa de correção e *feedback* de AF e AR. Argumentamos, também, que para o caso particular de AR, que têm como característica serem realizadas presencialmente no formato de “lápiz e papel”, uma das possíveis alternativas para essa dinamização seria a de empregar instrumentos avaliativos compostos por problemas numéricos — como aqueles presentes no final de capítulos de livros didáticos — aliados a um *software* de correção automática, tal como o AMC. Ou seja, neste trabalho, tínhamos como um de nossos objetivos específicos caracterizar as potencialidades desse *software* no sentido de dinamizar o processo de correção e *feedback* de provas e testes desse tipo.

Considerando esse objetivo específico, destacamos as seguintes potencialidades do *software* AMC: (i) correção automática da resposta numérica final ou da alternativa correta; (ii) possibilidade de variar os dados numéricos do enunciado de uma mesma questão (parametrizá-la), bem como as respostas numéricas finais, individualizando-as; (iii) possibilidade de criar um banco de questões que podem ser reutilizadas e/ou compartilhadas; (iv) possibilidade de variar a ordem das questões de uma prova ou teste, criando diversas versões deles; (v) possibilidade de ajustar uma margem de erro para essa resposta numérica final; (vi) redução do risco de erro humano na correção numérica; e (vii) possibilidade de enviar o resultado da correção diretamente para o *e-mail* do aluno.

Por fim, sublinhamos que, em consequência das potencialidades listadas anteriormente, o emprego do *software* AMC permite dinamizar a etapa de correção e *feedback* de testes e provas que utilizam questões baseadas em resolução de problemas, em “lápiz e papel”, para avaliar reflexivamente a aprendizagem dos estudantes. Ou seja, essa ferramenta é uma alternativa útil no sentido de viabilizar a realização de um processo avaliativo contínuo — que se dá ao longo do desenvolvimento de toda a disciplina —, permitindo fornecer *feedbacks* rápidos e frequentes para os estudantes, em particular no contexto de turmas compostas por um grande número de estudantes.

Paralelamente, tínhamos, ainda, como um de nossos objetivos específicos explorar como o uso de problemas numéricos parametrizados — no contexto da disciplina de Física Geral e Experimental I — foi recebido e percebido por estudantes universitários de cursos de engenharia participantes dessa disciplina. Também objetivávamos investigar se o uso desse tipo de problema tem potencial para fomentar a prática de aprendizagem colaborativa (discussão acerca dos procedimentos de resolução usados) entre esses estudantes. Para tanto, — após a implementação de cinco testes desse tipo de um total de oito — aplicamos um questionário *online* acerca dessas tarefas (testes EaD).

Os resultados obtidos com a análise das respostas para o referido questionário (questionário *online* I) indicaram que uma parcela significativa dos participantes investigados prefere resolver problemas parametrizados. Isso porque esses alunos reconhecem que problemas desse tipo são didaticamente importantes, no sentido de estimular, entre colegas de turma, a discussão dos procedimentos de resolução empregados. Salientamos, porém, que a grande maioria dos participantes investigados prefere também que esses problemas não excluam totalmente a possibilidade de comparação direta das respostas numéricas finais. Acreditamos que isso se deva ao fato de que os estudantes reconhecem que a prática de comparar diretamente essas respostas finais pode lhes dar alguma garantia de que tenham

resolvido o problema corretamente, ao menos no que diz respeito a erros numéricos e algébricos.

Finalmente, ainda que estudos mais aprofundados sejam necessários, os resultados discutidos anteriormente indicam que o uso de problemas numéricos parametrizados pode estimular os estudantes a discutir os procedimentos que empregaram na elaboração de suas resoluções. Isto é, há evidências que esse tipo de tarefa didática pode fomentar nos estudantes a prática de aprendizagem colaborativa, uma vez que ela enfatizaria uma troca de vivências mais significativa do que a mera comparação de respostas numéricas finais. Por esse motivo, acreditamos que essa prática didática tem potencial para ser generalizada para outras disciplinas de Física, assim como para outros níveis de ensino, tais como o Ensino Médio.

Além disso — de maneira sintética e considerando os resultados que discutimos neste trabalho, dentre eles, os obtidos com o QF e com as entrevistas realizadas com os professores — acreditamos que o SARF viabiliza a elaboração e o fornecimento frequente de *feedbacks* qualificados, facilitando a implementação de atividades didáticas complexas (AF e/ou AR) em contextos reais de sala de aula e, conseqüentemente, o desenvolvimento de um processo avaliativo-reflexivo contínuo nesses contextos. Isto é: defendemos, no presente trabalho, que o emprego do SARF viabiliza a elaboração e o fornecimento frequente — em tempo hábil para contribuir com a aprendizagem dos estudantes — de *feedbacks* qualificados, de maneira a facilitar o desenvolvimento de um processo avaliativo (reflexivo) contínuo em contextos reais de sala de aula. Da mesma forma, acreditamos que os referidos resultados apontam que o SARF apresenta viabilidade técnica; bem como viabilidade didática, tanto da perspectiva do aluno quanto do professor. Além disso, com base no que discutimos neste texto, temos a convicção de que o SARF tem potencial para ser generalizado para outros contextos educacionais.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M.C.P.S. **Ensino por investigação**: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, Anna M. P. Ensino de Ciências: unindo pesquisa e prática. p. 19-33, São Paulo: Thompson, 1999.
- ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do *PhET*. **Física na Escola**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010.
- ABEGG, I.; DE BASTOS, F. P; MÜLLER, F.M. (2010). Ensino-aprendizagem colaborativo mediado pelo wiki do Moodle. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 1, n. 38, p. 205-218, 2010.
- ALVES, J. **Atividades didáticas inovadoras de Termodinâmica baseadas em resolução de problemas e TIC**. 2014. 141 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014. Disponível em: <<http://pgeec.ufsm.br/images/producoes/2014/dissertacoes/josemar.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2017.
- ALVES, J. et al. Descrição e análise de oficinas sobre atividades didáticas de Física mediadas por recursos tecnológicos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, p. 158-168, 2017.
- ALVES, J.; SAUERWEIN, R. A.; PASTORIO, D. P. A resolução de problemas parametrizados: uma estratégia para estimular a aprendizagem colaborativa. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 29, n. extra, p. 113-119, 2017.
- COLL, C. et al. **Os conteúdos na reforma**: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Tradução Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- COVALAN, S. C. T.; SILVA, D. A entropia no ensino médio: utilizando concepções prévias dos estudantes e aspectos da evolução do conceito. **Ciência & Educação**, Bauru, v.11, n. 1, p. 98-117, 2005.
- COLL, C.; MONEREO, C. **Psicologia da Educação Virtual**: Aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação. Tradução Naila Freitas. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. Atividades didáticas de resolução de problemas e o ensino de conteúdos procedimentais. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 6, n. 1, p. 87-101, 2011.
- CRUZ, E.; DIAS, H. KORTEMEYER. *The effect of formative assessment in Brazilian university physics courses*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, p. 1-7, 2011.
- CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. Resolução de problemas de lápis e papel numa abordagem investigativa. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.7, n. 2, p.98-116, 2012.

DBRC (DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE). *Design-Based Research: an emerging paradigm for educational inquiry*. **Educational Researcher**, v. 32, n. 1, p. 5-8, 2003.

DOS ANJOS, A. J. S. As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 569-600, 2008.

DALMORO, M.; VIEIRA, K. M. Dilemas na construção de escalas do tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados? **Revista Gestão Organizacional**, v. 6, n. 3, p. 161-174, 2013.

FERREIRA, V. F. As tecnologias interativas no ensino. **Química nova**, São Paulo, v. 21, n. 6, p. 780-786, 1998.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 259-272, 2003.

GIORDAN, M. O computador na educação em ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 2, p. 279-304, 2005.

GONÇALVES, L. J.; VEIT, E. A.; SILVEIRA, F. L. Textos, animações e vídeos para o ensino-aprendizagem de física térmica no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciência**, v. 1, n. 1, p. 33-42, 2006.

GIL, D. et al. Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 9, n. 1, p. 7-19, 1992.

GIL, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993.

GIL, D. P.; TORREGROSA, J. M.; PÉREZ, F. S. El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 131-146, 1988.

HEINECK, R.; VALIATI, E. R. A.; ROSA, C. T. W. *Software* educativo no ensino de Física: análise quantitativa e qualitativa. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 42, n. 6, p. 1-12, 2007.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Mecânica**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2008.

HAGUENAUER, C.; MUSSI, M. V.; FILHO, F. C. Ambientes virtuais de aprendizagem: definições e singularidades. **Revista Educaonline**, v. 3, n. 2, p. 1-23, 2009.

JUUTI, K.; LAVONEN, J. *Design-Based Research in science education: one step towards methodology*. **Nordic Studies in Science Education**, v. 4, n. 2, p. 54-68, 2006.

KNEUBIL, F. B.; PIETROCOLA, M. A pesquisa baseada em *design*: visão geral e contribuições para o Ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 1-16, 2017.

LÉVY, P. A revolução contemporânea em matéria de comunicação. Tradução Juremir Machado da Silva. **Revista FAMECOS: mídia, cultura e tecnologia**, Porto Alegre, v. 1, n. 9, p. 37-49, 1998.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002.

MAXIMO, L. F.; RAABE, A. L. A.; BARONE, D. A. C. Avaliação formativa assistida por computador no ensino a distância. **RENOTE Revista Novas Tecnologias na Educação**, v.5, n. 1, p. 1-10, 2007.

MONTEIRO, M. A. A. et al. Proposta de atividade para abordagem do conceito de entropia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p. 367-378, 2009.

MCKENNEY, S.; REEVES, T. C. **Conducting Educational Desing Research**. Primeira edição. Routledge: Londres e Nova York, 2012.

MACÊDO, J. A.; DCKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. especial 1, p. 562-613, 2012.

MACÊDO, J. A. et al. Levantamento das abordagens e tendências dos trabalhos sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação apresentados no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n.1, p. 1667-197, 2014.

MATTA, A. E. R.; SILVA, F. de P. S.; BOAVENTURA, E. M. *Design-based research* ou Pesquisa de Desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação e educação do século XXI. **Revista da FAEEBA — Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 23, n. 42, p. 23-36, 2014.

MOORE et al. *PhET interactive simulations: Transformative Tools for Teaching Chemistry*. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 8, p. 1191-1197.

MOTA, R.; SCOTT, D. **Educando para inovação e aprendizagem independente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

MELLO, B. A. Aumento na quantidade de alunos em disciplinas básicas: Como obter vantagens dessa realidade universitária. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 1-9, 2015.

OTSUKA, J. L. et al. Um modelo de suporte à avaliação formativa no ambiente TelEduc. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 11, n. 2, p. 100-110, 2003.

OTSUKA, J. L.; DA ROCHA, H. V. Avaliação formativa em ambientes EaD: uma proposta de suporte tecnológico e conceitual. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 13, n. 2, p. 33-41, 2005.

ONRUBIA, J.; COLOMINA, R.; ENGEL, A. Os ambientes virtuais de aprendizagem baseados no trabalho em grupo e na aprendizagem colaborativa. In: COLL, C.; MONERO, C. **Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as Tecnologias da Informação e Comunicação**. Tradução Naila Freitas. Porto Alegre: Artmed, 2010.

POZO, J. I. et. al. **A solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Tradução Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artmed, 1998.

PASSOS, J. C. Carnot e a Segunda Lei da Termodinâmica. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 22, n. 1, p. 25-31, 2003.

PERKINS, K. et al. PhET: *interactive simulations for teaching and learning Physics*. **The Physics Teacher**, v. 44, n. 1, p. 18-23, 2006.

PASSOS, J. C. Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 1-8, 2009.

PASTORIO, D. P. **Atividades didáticas inovadoras de mecânica de partículas com desenvolvimento de competências em um ambiente de computação numérica**. 2014. 134 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014. Disponível em: <<http://pgeec.ufsm.br/images/producoes/2014/dissertacoes/dioni.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2017.

PÉREZ-BENEDITO, J. L. et al. Optical mark recognition in student continuous assessment. **Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, v. 9, n. 4, p. 133-138, 2014.

PESSANHA, M.; PIETROCOLA, M. O ensino de estrutura da matéria e aceleradores de partículas: uma pesquisa baseada em *design*. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 2, p. 361- 388, 2016.

RAVITZ, J. CILT2000: using technology to support ongoing formative assessment in the classroom. **Journal of Science Education and Technology**, v. 11, n.3, p. 293-296, 2002.

RAMOS, P.; GIANNELLA, T. R.; STRUCHINER, M. A Pesquisa Baseada em Design em artigos científicos sobre o uso de ambientes de aprendizagem mediados pelas Tecnologias da Informação e da Comunicação no Ensino de Ciências: uma análise preliminar. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: VII ENPEC, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/1707.pdf>> Acesso em: 30 out. 2017.

RAMOS, P.; GIANNELLA, T. R.; STRUCHINER, M. A Pesquisa Baseada em Design em Artigos Científicos Sobre o Uso de Ambientes de Aprendizagem Mediados Pelas Tecnologias da Informação e da Comunicação no Ensino de Ciências. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.3, n.1, 2010, p.77-102.

SHAVELSON, R.J. et al. *On the Science of Education Design Studies*. **Educational Researcher**, v. 32, n.1, p. 25-28, 2003.

SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. **Princípios de Física**. São Paulo: Thomson, 2008.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2009.

VITTURINI, M.; BENEDETTI, L.; SEÑAS, P. *Una nueva herramienta de evaluación basada en Filtros de Corrección Automática (FCA)*. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**. n.6, p. 43-51, 2011.

WIEMAN, C. E.; ADAMS, W. K.; PERKINS, K. K. PhET: *simulations that enhance learning*. **Science**, v. 322, n. 5902, p. 682-683, 2008.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Tradução de Carlos Henrique Lucas Lima. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Implementação de atividades investigativas na disciplina de ciências em escolas públicas: uma experiência didática. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 3, p. 675-684, 2012.

APÊNDICE A — EXEMPLAR DE UM TESTE GERADO VIA *SOFTWARE* AMC



+1/1/60+

UFSM - Física 1

Movimento Unidimensional

Teste 02

Número na turma:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Nome:

.....

1 O motorista de um carro pisa nos freios quando vê uma árvore bloqueando a estrada. A velocidade do carro diminui com aceleração constante de $4,13 \text{ m/s}^2$ por $2,55 \text{ s}$, deixando marcas de frenagem de $37,8 \text{ m}$ de comprimento até chegar na árvore. Com que velocidade, em km/h , o carro bate na árvore?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

2 Justificativas das respostas anteriores: Não preencher: 0 1 2 3 4 5

use: $g = 9,80 \text{ m/s}^2$

APÊNDICE B — EXEMPLAR DO ROTEIRO USADO NA ENTREVISTA

Bloco I: questões relacionadas à experiência prévia do professor/usuário acerca do uso de plataformas *online*.

- 1) Você já utilizou outras plataformas *online*?
 - a. Quais?
 - b. Com quais finalidades?

Bloco II: questões relacionadas ao uso específico do gxq.

- 2) Como você descreveria o gxq?
 - a. Uma ferramenta de publicação de atividades didáticas.
 - i. Neste aspecto, seu uso foi fácil?
 - ii. Você teria alguma sugestão para melhorar este aspecto?
 - b. Uma ferramenta de gestão de atividades didática.
 - i. Neste aspecto, seu uso foi fácil?
 - ii. Você teria alguma sugestão para melhorar este aspecto?
 - c. Uma ferramenta de correção e *feedback*.
 - i. O uso do gxq com essa finalidade foi fácil?
 - ii. Você acredita que o fornecimento de *feedbacks* — possibilitado pelo uso dessa ferramenta — contribui para o processo de ensino e aprendizagem? Como?
 - iii. Você teria algum sugestão para melhorar este aspecto?

Bloco III: questões comparativas quanto à outras plataformas *online*.

- 3) Como você compara o gxq com outras plataformas *online* que você conhece?
 - a. Quais vantagens e/ou desvantagens do gxq você destacaria em relação a essas plataformas?

Bloco IV: questões relacionadas à possibilidade de usar o gxq em outros contextos.

- 4) Você acredita que a plataforma *online* gxq poderia ser utilizada em outros contextos (turmas e/ou outros níveis de ensino)? Por quê?