

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SÃO PAULO**

CRISTIANO SANTANA CUNHA DE OLIVEIRA

**DISPOSITIVOS MÓVEIS DIGITAIS E SISTEMAS DE RESPOSTA EM SALA DE AULA:
INVESTIGANDO POSSIBILIDADES NO PROCESSO PEDAGÓGICO
QUE BUSCA DIÁLOGO COM OS ALUNOS**

**SÃO PAULO
2018**

Dispositivos Móveis Digitais e Sistemas de Respostas em Sala de Aula: Investigando possibilidades no processo pedagógico que busca diálogo com os alunos

Cristiano Santana Cunha de Oliveira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, orientada pelo Prof. Dr. José Paulo Cury Kirkorian.

Catálogo na fonte
Biblioteca Francisco Montojos - IFSP Campus São Paulo
Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

O48d	<p>Oliveira, Cristiano Santana Cunha de Dispositivos móveis digitais e sistemas de respostas em sala de aula: investigando possibilidades no processo pedagógico que busca diálogo com os alunos / Cristiano Santana Cunha de Oliveira. São Paulo: [s.n.], 2018. 209 f.</p> <p style="text-align: center;">Orientador: José Paulo Cury Kirkorian</p> <p style="text-align: center;">Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, 2018.</p> <p style="text-align: center;">1. Smartphone. 2. Diálogo. 3. Ensino de Ciências E Matemática. 4. Ensino Superior. 5. Classroom Response System. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo II. Título.</p> <p>CDD 510</p>
------	---

CRISTIANO SANTANA CUNHA DE OLIVEIRA

DISPOSITIVOS MÓVEIS DIGITAIS E SISTEMAS DE RESPOSTAS EM SALA DE AULA:
Investigando possibilidades no processo pedagógico que busca diálogo com os alunos

Dissertação apresentada em 05 de julho de 2018 como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. José Paulo Cury Kirkorian
IFSP – Campus São Paulo
Orientador e Presidente da Banca

Prof. Dr. Armando Traldi Júnior
IFSP – Campus São Paulo
Membro da Banca

Profa. Dra. Lucila Maria Pesce de Oliveira
Universidade Federal de São Paulo – Campus Guarulhos
Membro da Banca

*À minha esposa,
minha filha, meu filho
e aos outros filhos
que virão*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus.

Quando oportunidades, *insights*, necessárias contradições e coincidências inusitadas ocorrerem em uma cadência harmônica, perceber que um sorriso deve ser oferecido para o alto em gratidão pelo providente benquerer sabidamente não merecido “é uma necessidade que é imposta para mim” (I Cor 9,16). Necessidade que “explode” em um sincero muito obrigado.

Entre estas boas coincidências, a orientação desse trabalho. Agradeço ao professor José Paulo Cury Kirkorian, que além de orientar esta pesquisa, em cada encontro ao controverter meus achados, ajudava-me a confirmá-los, bem como, aproximar-me do objeto da pesquisa com convergência metódica e olhar crítico.

Agradeço aos professores que participaram nas bancas pela disponibilidade em se debruçarem nestas páginas, e principalmente, por sugerirem preciosas e necessárias contribuições ao estudo.

Agradeço também ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo por oferecer tudo aquilo que permitiu seu desenvolvimento, seja em apoio humano, infraestrutura, acesso à informação, tempo e toda sorte de incentivos.

E como não poderia ser diferente, agradeço a meus pais, a minha esposa e a meus filhos. Deles recebi amor, apoio e momentos de grande alegria e relaxamento, abrandando as “intemperes” desse percurso.

“Desejo precisamente que o diálogo entre nós ajude a construir pontes entre todos os homens, de tal modo que cada um possa encontrar no outro não um inimigo nem um concorrente, mas um irmão que se deve acolher e abraçar”.

Papa Francisco

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo investigar possibilidades de favorecer a interação dialógica entre professores e estudantes em uma sala de aula a partir do uso de recursos didáticos oferecidos por um *software* da família conhecida como *Classroom Response System*, ou Sistema de Resposta em Sala de Aula, por meio dos *smartphones* dos estudantes. A plataforma selecionada foi a *Nearpod™*, uma opção com documentação e alguns recursos gratuitos. A pesquisa foi desenvolvida com uma turma (docente e estudantes) de um curso superior em Tecnologia, em disciplina cujo tema era a Eletrostática. Quatro intervenções didáticas foram desenvolvidas em conjunto com o professor a fim de utilizar a tecnologia em situações do cotidiano da sala de aula. O docente e o pesquisador, que atuou em observação participante, alternaram-se na condução das aulas. A coleta de dados das interações dialógicas e atitudinais ocorreram durante as intervenções didáticas com Dispositivos Móveis Digitais e visaram registrar a relação pedagógica, a fim de oportunizar a análise do tipo de interação e sua relação com a tecnologia. Para o tratamento qualitativo de dados foram adotadas como fontes primárias a gravação audiovisual das aulas e o relatório dos registros de uso, gerado e disponibilizado pelo sistema. O processo de análise se fundamentou na Análise Temática de Conteúdo. Como resultados da pesquisa, observamos que o uso da tecnologia nessa abordagem repercute na interação professor-alunos e pode favorecer o docente a assumir postura dialógica ampliando a participação e a voz do aluno além de poder contribuir com a dinâmica da aula. Contudo, é preciso ressaltar que apesar dos aspectos promissores sugeridos pelo uso da plataforma, evidenciou-se que o preparo e a disposição real do professor para propor a dialogicidade a seus alunos é essencial.

Palavras-chaves: *Smartphone*. Diálogo. Ensino de Ciências e Matemática. Ensino Superior. *Classroom Response System*.

DIGITAL MOBILE DEVICES AND CLASSROOM RESPONSE SYSTEMS: INVESTIGATING POSSIBILITIES IN THE PEDAGOGICAL PROCESS THAT SEEKS DIALOGUE WITH STUDENTS

ABSTRACT

The research aimed to investigate possibilities of favoring the dialogical interaction between teachers and students in a classroom using the didactic resources offered by a software of the family known as Classroom Response System, by middle of the students' smartphones. The platform selected was Nearpod™, an option with documentation and some free resources. The research was developed with a class (teacher and students) of an University course in Technology, in a discipline whose subject was Electrostatics. Four didactic interventions were developed together with the teacher in order to use the technology in everyday situations of the classroom. The professor and the researcher (in participant observation) alternated in the conduction of the classes. The data collection of the dialogic and attitudinal interactions occurred during the didactic interventions with Digital Mobile Devices and aimed to register the pedagogical relation, in order to allow the analysis of the type of interaction and its relationship with the technology. For the treatment of qualitative data were adopted as primary sources the audiovisual recording of the classes and the reports of the records of use, generated and made available by the system. The analysis process was based on Thematic Content Analysis. As a result of the research, it was observed that the use of technology in this approach has repercussions on teacher-students interaction and can favor the teacher to take a dialogical stance by increasing the participation and the voice of the student besides being able to contribute with the dynamics of the class. However, it should be pointed out that despite the promising aspects suggested by the use of the platform, it was evidenced that the preparation and the real disposition of the teacher to propose the dialogue to his students is essential.

Keywords: Smartphone, Dialogue, Science and mathematics teaching, Higher education. Classroom Response System.

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1 – Linha do tempo das revoluções na forma de ensinar.....	42
Figura 2 – Possibilidades de uso dos DMD no laboratório experimental de Física ...	52
Figura 3 – Seções do Questionário de Fluência Digital.....	76
Figura 4 – <i>Wordcloud</i> sobre a visão dos alunos sobre o uso do DMD na aula.	85
Figura 5 – Um dos exercícios utilizados na intervenção didática	88
Figura 6 – Layout da sala de aula primeira intervenção	89
Figura 7 – Primeiro exercício proposto na primeira intervenção didática.	91
Figura 8 – Segundo exercício proposto na intervenção sobre Força Elétrica.	92
Figura 9 – Ilustração utilizada na primeira intervenção didática.	94
Figura 10 – Relatório contendo respostas dos grupos para a questão conceitual	95
Figura 11 – Simulador Hóckey Elétrico – tela inicial.....	97
Figura 12 – Simulador Hóckey Elétrico – Dificuldade 3.....	99
Figura 13 – Disposição dos alunos na sala de informática	100
Figura 14 – Tela do simulador com uma barreira e indicações dos elementos.....	101
Figura 15 – Resposta dos alunos a primeira pergunta da segunda intervenção.....	102
Figura 16 – Algumas respostas dos estudantes durante encaminhadas via DMD..	104
Figura 17 – Analogia tradicional entre Potencial Gravitacional e Potencial Elétrico	105
Figura 18 – Caso estudado na segunda pergunta da terceira intervenção	106
Figura 19 – Quadro com formulário usado em aula	108
Figura 20 – Questão sobre potencial elétrico	108
Figura 21 – Parte do resultado da pergunta: ‘Qual outra analogia é possível?’	111
Figura 22 – Fórmulas da Energia Potencial (Gravitacional e Elétrica)	112
Figura 23 - Formulário para apresentar a analogia discutida em aula	113
Figura 24 – Tela da atividade colaborativa proposta por meio dos DMD	117
Figura 25 – Circuito Elétrico DC em série; contendo fonte, capacitor e chave.....	117
Figura 26 – Uma das perguntas usadas no estudo do circuito elétrico capacitivo ..	118
Figura 27 – Formulário utilizado no estudo do Capacitor de placas paralelas	119
Figura 28 – Fórmulas para cálculo de capacitância de placas paralelas usadas	119
Figura 29 – Sequência de imagens sobre capacitores em paralelo	120
Figura 30 – Pergunta acerca da associação série de capacitores	120
Figura 31 – Layout da sala de aula quarta intervenção.....	122
Figura 32 – Respostas dos estudantes encaminhada via DMD	123
Figura 33 – Respostas dos estudantes a uma pergunta conceitual	126
Figura 34 – Relatório sobre associação de capacitores em paralelo	128
Figura 35 – Uma resposta encaminhada pelos alunos sobre capacitores em série	130
Figura 36 – Cálculo da capacitância equivalente em capacitores em série	130

LISTA DE GRÁFICOS

	<u>Pág.</u>
Gráfico 1 – Dispositivos Móveis <i>Wireless</i> conectáveis a Internet.....	25
Gráfico 2 – Total de Computadores em Uso no Brasil	45
Gráfico 3 – Proporção de domicílios com acesso à internet.....	45
Gráfico 4 – Quantidade de perguntas docentes e respostas dos alunos (associadas ou não ao resultado apresentado pela plataforma) após cada pergunta CRS na 4ª intervenção didática	148

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
Tabela 1 – Estrutura do trabalho	30
Tabela 2 – Produções acadêmicas relacionadas – Banco de Teses da CAPES	33
Tabela 3 – Produções acadêmicas relacionadas – Scielo e SNEF	34
Tabela 4 – Lista com alguns softwares CRS disponíveis em agosto de 2017	57
Tabela 5 – Presença dos estudantes nas intervenções didáticas	83
Tabela 6 – Intervenções Analisadas	134
Tabela 7 – Categorização dos eventos ligados às interações dialogais	135
Tabela 8 – Categorias para identificação do uso do DMD na aula.....	136
Tabela 9 – Categorias aplicadas às Perguntas-CRS	137
Tabela 10 – Quantidade de participações dos estudantes – 1ª Intervenção.....	138
Tabela 11 – Quantidade de participações dos estudantes – 3ª Intervenção.....	143
Tabela 12 – Quantidade de falas na 3ª intervenção.....	143
Tabela 13 – Quantidade de participações dos estudantes – 4ª Intervenção.....	144

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BYOD	<i>Bring Your Own Device</i> , traga seu próprio dispositivo
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CGI	Comitê Gestor da Internet no Brasil
CRS	<i>Classroom Response System</i> , Sistema de Resposta em Sala de Aula
d.d.p	Diferença de potencial
DMD	Dispositivo Móvel Digital
EaD	Ensino à Distância
GPS	<i>Global Positioning System</i> , Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFSP	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo
MEC	Ministério da Educação e Cultura
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TRI	Teoria de Resposta ao Item
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal
ZDR	Zona de Desenvolvimento Real

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO	25
1.1 Apresentação e Justificativa.....	25
1.2 Objetivos	28
1.2.1 Objetivo Geral.....	28
1.2.2 Objetivos Específicos	28
1.3 Organização do trabalho	28
2 REFERENCIAIS TEÓRICOS	31
2.1 Estudos Relacionados: Revisão de Literatura.....	31
2.2 Tecnologia e Comunicação: Uma tessitura histórica	39
2.3 Formas digitais de comunicação: cenário brasileiro atual	44
2.4 Dispositivos Móveis Digitais	48
2.5 Sistema de Resposta em Sala de Aula	54
2.6 Diálogo em Sala de Aula.....	63
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	73
3.1 Natureza da pesquisa e Etapas	73
3.2 Procedimentos e Instrumentos.....	74
3.2.1 Seleção da turma.....	74
3.2.2 Seleção da plataforma.....	75
3.2.3 Questionário de Identificação dos Sujeitos da Pesquisa	75
3.2.4 Questionário de Fluência Digital com Dispositivo Móvel Digital	75
3.2.5 Reuniões de reflexão e elaboração das intervenções didáticas	76
3.2.6 Diário de Bordo da Observação participante das aulas.....	77
3.3 Contexto da investigação	77
3.4 Análise de Conteúdos	78
3.5 Quesitos Éticos	79
4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	81
4.1 Seleção da plataforma	81
4.2 Caracterização dos sujeitos da pesquisa	82
4.3 Elaboração e Realização das Intervenções Didáticas	86
4.3.1 Elaboração das intervenções didáticas da primeira aula.....	87
4.3.2 A primeira intervenção – Força Elétrica.....	89
4.3.3 Elaboração das intervenções didáticas da segunda aula	96
4.3.4 A segunda intervenção – Campo Elétrico.....	99
4.3.5 Elaboração das intervenções didáticas para terceira aula.....	104
4.3.6 A terceira intervenção – Energia Potencial Elétrica.....	109

4.3.7	Elaboração das intervenções didáticas para quarta aula.....	115
4.3.8	A quarta intervenção – Capacitores	121
5	ANÁLISE DOS DADOS.....	133
5.1	Categorização “a priori”	133
5.2	Fase de Investigação e Inferências	137
5.2.1	Atividades sobre a Força Elétrica.....	137
5.2.2	Campo Elétrico.....	140
5.2.3	Energia Potencial Elétrica	142
5.2.4	Capacitores	144
6	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ACHADOS.....	153
	REFERÊNCIAS	161
	APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	171
	APÊNDICE B – Questionário de Identificação dos Sujeitos da Pesquisa.....	173
	APÊNDICE C – Questionário de Fluência Digital com Dispositivo Móvel.....	175
	APÊNDICE D – Produto Educacional.....	185
	ANEXO A: Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa	205
	ANEXO B: Assentimento da Direção	209

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação e Justificativa

O atual crescimento da utilização de Dispositivos Móveis Digitais (DMD), que são os *tablets* e *smartphones*, evidencia uma nova ordem comunicacional de abrangência global. No Brasil, em 2016, a quantidade desses aparelhos ultrapassou a marca de um dispositivo conectado a internet por habitante, conforme o Centro de Tecnologia de Informação Aplicada da Fundação Getúlio Vargas identificou na 27ª edição da Pesquisa Anual do uso de TI no Brasil (MEIRELLES, 2016), como podemos observar no Gráfico 1:

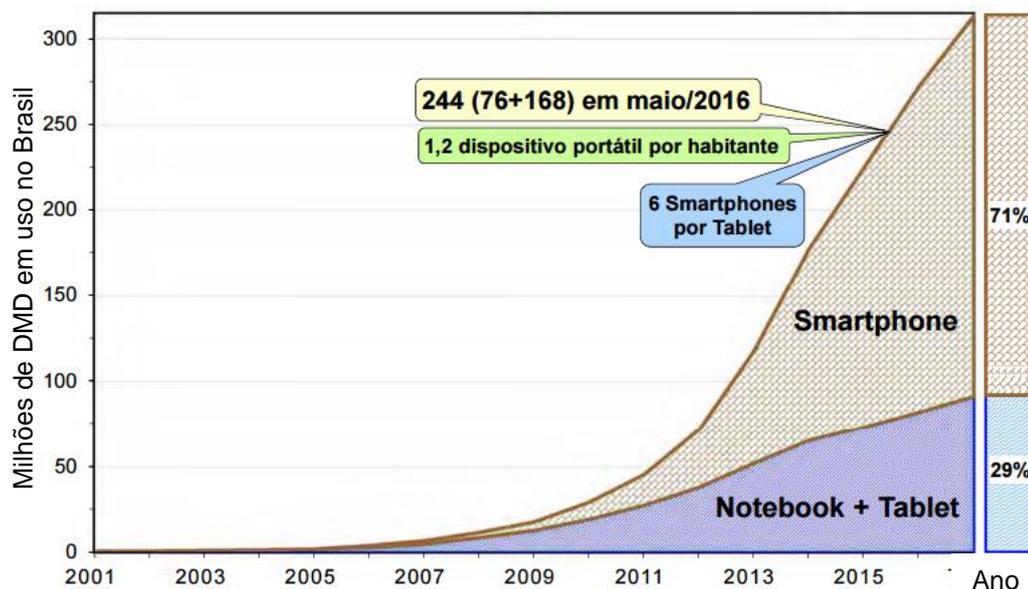


Gráfico 1 – Dispositivos Móveis *Wireless* conectáveis a Internet
Fonte: Extraído de MEIRELLES, 2016

Apesar desses números surpreendentes, encontramos casos de pessoas que possuem e utilizam, diariamente, mais de um dispositivo, enquanto outras ainda não tiveram acesso a esses equipamentos. De qualquer modo, o novo cenário social que se configura atinge a todos em muitas situações.

No contexto de sala de aula, se temos estudantes que conhecem e utilizam cotidianamente essa tecnologia, acreditamos que os *smartphones* e *tablets* poderiam ser usados para dinamizar a interação e o diálogo entre professor e alunos. Com nossa pesquisa pretendemos somar na construção de referenciais sobre a inserção de novas tecnologias na ação pedagógica, assumindo que “a tecnologia não é apenas necessária, mas parte do natural desenvolvimento dos seres humanos” (FREIRE, 1968, p. 69), ainda que esta inserção não deva ser feita sem um planejamento sério

e com objetivos bem delineados. Visto que a sociedade atual está intensamente permeada por essas tecnologias, é legítimo refletir sobre a aproximação delas e as demandas reais existentes no ambiente escolar.

Quando o olhar se volta ao interior da sala de aula em cursos da área de Exatas, como a Física, é possível perceber demandas intrínsecas a esse ensino disciplinar. Em uma aproximação superficial, parece uma grande vantagem que os fenômenos estudados pela Física sejam cotidianos aos alunos pois o professor possui uma fonte abundante de situações práticas que pode explorar com eles. Contudo conforme mostram várias pesquisas sobre ensino de Ciências realizadas em sala de aula (POZO; CRESPO, 2009), os conhecimentos espontâneos dos alunos sobre os fenômenos físicos divergem do conhecimento científico estabelecido, além disso, as aproximações e simplificações nos modelos adotados no ensino da Física comprometem a associação direta com a realidade vivenciada pelos estudantes. O distanciamento entre os conteúdos teóricos e a vida diária pode também estar ligado a dificuldade do docente em “saber escutar” o aluno dentro do contexto em que esse está inserido. Ainda que existam dados de pesquisas bem consolidadas sobre os conhecimentos prévios dos alunos em diversos conteúdos disciplinares, as dificuldades de diálogo e, portanto, de acesso a modelos explicativos particulares de cada aluno limitam a possibilidade de o professor ajuda-los a superarem seus modelos espontâneos. O desajuste entre os conceitos particulares trazidos pelos estudantes e os discutidos em sala provavelmente interferem também na sua motivação.

Um ponto fundamental no processo de ensino-aprendizagem dentro da sala de aula é a interação entre as pessoas verificada tradicionalmente por meio do diálogo seja do professor-alunos, professor-aluno ou aluno-aluno. Ainda que fundamental, os entraves existentes ao estabelecimento do diálogo são muitos e mesmo que o professor tenha preocupação de comunicar-se da melhor forma as possibilidades são pouco favoráveis e a dialogicidade se estabelece essencialmente com os alunos mais participativos. A quantidade de alunos da turma também acaba interferindo na interação e engajamento dos estudantes (EDUCASE, 2005).

Em cenários com abundância de recursos econômicos, dispositivos chamados *clickers*¹ são inseridos em classes universitárias, salas escolares e também em

¹ *Clickers* são equipamentos, parte de sistemas de resposta em sala de aula, utilizados para coletar respostas de estudantes e encaminhá-las ao professor.

congressos com o objetivo de contribuir com a comunicação (Ibidem). Atualmente, com a disseminação dos DMD, surgiram diversos aplicativos e plataformas que inspirados na proposta dos *clickers* e com preços mais acessíveis, ou até gratuitos, propõem aumentar as possibilidades de interação na sala de aula, e dentre as denominações que esses sistemas recebem, nesse estudo, assumimos *Classroom Response System* (CRS), que significa Sistema de Resposta em Sala de Aula.

Os CRS tentam potencializar a coleta de informação que o professor faz por exemplo, após uma pergunta substituindo o ato de solicitar aos alunos que levantem suas mãos para manifestar a adesão a uma resposta ou o convite para alguém dirigir-se a lousa para transcrever sua resolução. Com o uso desses sistemas todos os estudantes podem ser alcançados por meio de seus DMD. Além de facilitar o trabalho de correção do professor em testes, de substituir o fluxo de papel e de apresentar os construtos dos alunos o sistema confecciona automaticamente relatórios das atividades realizadas por meio dele.

É dentro do cenário em que se usa um CRS que nossa pesquisa se insere. Buscamos identificar e analisar possibilidades de estabelecimento de situações dialógicas na sala de aula a partir da utilização de um sistema dessa natureza. Em outras palavras, desejamos verificar se os recursos da plataforma interligada aos DMD dos estudantes podem funcionar como ferramenta para otimizar alguns elementos comunicacionais, favorecendo a interação entre professor e alunos em sala de aula.

Essa proposta conforme descrição da Unesco (2009) sobre os “Padrões de competência em TIC para professores” se enquadra na “Abordagem de Alfabetização em Tecnologia” por possuir diversas características dessa proposta de reforma do ensino, entre os quais: seleciona uma característica prática em sala de aula (o diálogo), contribuiu para que os alunos adquiram habilidades em TDIC (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação) no contexto do curso, utiliza a tecnologia para “avaliar até que ponto os alunos apreenderam o conhecimento”, insere nos planos de aula o uso da tecnologia, utiliza recursos digitais de apresentação como apoio ao ensino, permite aos professores localizar e selecionar recursos da *web* para incrementar sua ação na sala de aula.

Desenvolvemos a pesquisa em uma disciplina de Física de um curso de Tecnologia em uma Instituição Pública de Ensino Superior do estado de São Paulo em que são estudados conteúdos de Eletrostática. Acompanhamos o professor

responsável pela disciplina o qual disponibilizou algumas de suas aulas aos momentos de intervenção para tomada de dados.

Utilizamos a plataforma CRS *Nearpod*TM que permite utilização gratuita para a quantidade de estudantes da sala de aula pesquisada. Ela possibilita ao professor propor questionamentos na sala de aula pelo seu computador pessoal e receber nele as respostas encaminhadas por meio dos DMD pessoais de cada aluno.

A inserção dos *smartphones* e *tablets* como ferramenta de favorecimento da comunicação professor-aluno, dentro do cenário brasileiro, apresenta-se como uma possibilidade de inovação incremental por vir ao encontro das necessidades dos professores, de melhorar seu exercício profissional e introduzir o uso de novas tecnologias em sua prática.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo da pesquisa é investigar possibilidades de uso de uma plataforma CRS, interligada aos DMD dos alunos como ferramenta pedagógica com a intenção de favorecer a interação dialógica na sala de aula.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Revisar a literatura concernente ao tema da pesquisa;
- Promover a utilização intencional do DMD dos alunos em sala de aula;
- Analisar a interação ocorrida durante as intervenções didáticas.

1.3 Organização do trabalho

Essa dissertação está organizada em seis capítulos.

No presente capítulo, a “Introdução” (Capítulo 1), são descritas as motivações, justificativas e objetivos desse estudo, além de ser apresentado a estrutura do trabalho.

No Capítulo 2 estão os referenciais teóricos de nossa pesquisa. Ele se inicia com a apresentação da revisão de literatura a fim de aproximar o estudo da discussão acadêmica a respeito dos temas norteadores assumidos. Após esta contextualização com o momento atual, o tópico seguinte é iniciado com uma descrição histórica a

respeito da tecnologia e comunicação no arco da história humana no ponto de vista escolar e são discutidos alguns dados sobre a comunicação nas formas digitais no caso brasileiro. Então é enfrentado o tema dos DMD e sua aplicação nesse estudo e é apresentada uma breve revisão bibliográfica sobre o diálogo em sala de aula.

O Capítulo 3 é dedicado a metodologia do trabalho de pesquisa, as etapas elaboradas e executadas, a descrição dos instrumentos de coleta e análise de dados e dos quesitos éticos.

Em seguida o Capítulo 4 destina-se ao relato da aplicação dos passos da metodologia no decorrer da pesquisa, desde a apresentação dos sujeitos e plataforma usada, a elaboração e realização das atividades de pesquisa, e a apresentação dos dados obtidos.

No Capítulo 5, intitulado Análise dos Dados, é realizada a Análise Temática de Conteúdos (FRANCO, 2005), que sedimenta as reflexões acerca das considerações e propostas de trabalhos futuros.

E, por fim, no Capítulo 6 são expostas as considerações sobre os achados do nosso estudo. A Tabela 1 apresenta a estrutura do trabalho.

Tabela 1 – Estrutura do trabalho

Introdução
<ul style="list-style-type: none"> •Apresentação e Justificativa •Objetivos •Organização do Trabalho
Referenciais Teóricos
<ul style="list-style-type: none"> •Estudos Relacionados: Revisão de Literatura •Tecnologia e Comunicação: Uma tessitura histórica •Formas digitais de comunicação: cenário brasileiro atual •Dispositivos Móveis Digitais •Sistema de Resposta em Sala de Aula •Diálogo em Sala de Aula
Metodologia da Pesquisa
<ul style="list-style-type: none"> •Natureza da pesquisa e Etapas •Procedimentos e Instrumentos •Contexto da investigação •Análise de Conteúdos •Quesitos Éticos
Desenvolvimento da Pesquisa
<ul style="list-style-type: none"> •Seleção da plataforma •Caracterização dos sujeitos da pesquisa •Elaboração e Realização das Intervenções Didáticas
Análise dos Dados
<ul style="list-style-type: none"> •Categorização "<i>a priori</i>" •Fase de investigação e inferências
Considerações sobre os achados
Referências
Apêndices
<ul style="list-style-type: none"> •A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido •B - Questionário de Identificação dos Sujeitos da Pesquisa •B - Questionário de Fluência Digital com Dispositivo Móvel •C - Produto Educacional
Anexos
<ul style="list-style-type: none"> •A - Aprovação do Comitê de Ética •B - Assentimento da Direção

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Após tratar do contexto em que se insere nosso estudo bem como de algumas motivações que atestam sua relevância, apresentaremos os fundamentos teóricos que envolvem o objeto de pesquisa.

Para isso esse capítulo se inicia com uma revisão de literatura da produção sobre ensino de Física e utilização de *smartphones* em sala de aula, relatando trabalhos com estreita relação com nossa pesquisa.

Após esse item nos aproximamos do tema tecnologia e comunicação apresentando uma breve tessitura histórica em que são relacionados esses dois temas com as modificações na forma de ensinar no arco da história humana, até a época atual, em que as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) influenciam significativamente a sociedade.

No tópico seguinte, abordamos as formas digitais de comunicação no Brasil, com o foco sobre as possibilidades que essa realidade tecnológica e comunicacional oferece para o ensino.

Então apresentamos os referenciais sobre os DMD, que são os dispositivos com o maior crescimento de utilização em nossa época. Esse item abarca as possibilidades e contrariedades dos DMD, na perspectiva da sala de aula de Física e uma alternativa de categorização dos aplicativos destinados a esse campo do saber, com três enfoques específicos: aluno, conteúdo disciplinar e *feedback* ao professor.

Em seguida é destacada uma plataforma chamada Sistema de Resposta em Sala de Aula (CRS), família de aplicações utilizada nesta pesquisa, que permite otimizar alguns aspectos das ações em sala de aula, como a elaboração de perguntas que visam, na pesquisa, impulsionar a interlocução em torno dos conceitos físicos e conhecimentos relacionados.

Por fim são apresentados aspectos do diálogo e de sua dinâmica na visão de alguns pesquisadores, com destaque para Paulo Freire.

2.1 Estudos Relacionados: Revisão de Literatura

Para situar a presente pesquisa em seu campo de estudos, bem como proporcionar uma apropriação das publicações acerca do uso de DMD no ensino de Física, segue um levantamento bibliográfico das produções científicas relacionadas para inserir nossa pesquisa no cenário investigativo atual.

Para tanto nos concentramos nos resumos dos trabalhos publicados entre os anos 2011 e 2017. Esse recorte temporal alicerça-se nos dados da 27ª edição da Pesquisa Anual do uso de TI no Brasil (MEIRELLES, 2016), desenvolvida pelo Centro de Tecnologia de Informação Aplicada da Fundação Getúlio Vargas.

Conforme apresenta o Gráfico 1, no ano de 2011 a difusão dos DMD já demonstrava um significativo crescimento no Brasil fato esse que se acentuou nos anos seguintes. Data desse ano o crescimento de utilização desses dispositivos o que justifica a delimitação de busca por pesquisas correlatas a partir dele.

Escolhemos o descritor “*smartphone*” junto dos descritores “ensino” e “Física” por guardarem estreita relação com nosso estudo.

As bases de dados eletrônicas escolhidas para levantamento das fontes para análise diante de sua relevância nesse campo de estudo foram:

- Scientific Electronic Library Online (SciELO)
- Banco de Teses da CAPES/MEC
- Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)

Na consulta ao Banco de Teses da CAPES foram encontrados 6 registros relevantes entre 8 apresentados. Na Tabela 2 são apresentados os trabalhos referentes a esta busca.

Raminelli (2016) preocupado com a fluência digital dos alunos contraposta ao despreparo tecnológico dos professores, coordenadores e diretores, propõem em sua dissertação uma sequência didática estruturada para utilização do *smartphone* em sala de aula que abordou conteúdos de Eletrodinâmica. Para tanto desenvolveu um aplicativo e analisou dados obtidos por meio de questionários assumindo como referencial teórico a Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel.

Silva (2015) atribui o desinteresse dos alunos nas aulas a aspectos inerentes a Física, como o fato de ser uma ciência “dura”, de ter ênfase quantitativa, por apresentar algumas vezes fenômenos distantes do cotidiano do aluno. Considerando a presença das mídias digitais (*smartphones*, internet e redes sociais) nas salas de aula ele propôs uma unidade didática e um aplicativo de *smartphone* para apresentar tópicos sobre a produção e o consumo de energia elétrica. A pesquisa utilizou um grupo controle em que as aulas foram realizadas sem o uso da tecnologia por outro professor que oportunizou a comparação do resultado das avaliações, e de um questionário de satisfação. O resultado obtido aponta a favor do planejamento e inserção destas novas mídias nas salas de aula.

Tabela 2 – Produções acadêmicas relacionadas – Banco de Teses da CAPES

Autor/Ano	Título	Instituição	Publicação/ Área
Raminelli, U. J. (2016)	Uma sequência didática estruturada para integração do <i>smartphone</i> às atividades em sala de aula: desenvolvimento de um aplicativo para a Eletrodinâmica	UNESP	Mestrado / Ensino de Física
Silva, M. L. (2015)	ERGOS – Energia Calculada: Aplicativo para <i>smartphone</i> como ferramenta de aprendizagem	INSTITUTO FED. DE EDUC, CIÊN. E TECN. DO RIO GRANDE DO NORTE	Mestrado/ Ensino de Física
Carvalho, R. M. (2016)	Acústica e Cidadania: Uma abordagem CTS para o Ensino Fundamental	UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO	Mestrado/ Ensino de Física
Lima, C. G. M. (2015)	Criação, construção, uso e análise de um jogo digital voltado ao ensino de circuitos elétricos.	INSTITUTO FED. DE EDUC, CIÊN. E TECN. DO RIO GRANDE DO NORTE	Mestrado/ Ensino de Física
Silva, W. A. (2015b)	Utilização Sistemática das Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Eletricidade.	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	Mestrado/ Ensino de Física
Ariston, M. M. (2016)	Atividades experimentais no ensino de Física utilizando softwares de <i>smartphones</i>	UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ	Mestrado/ Ensino de Física

Carvalho (2016) elabora um manual didático para ensino de acústica que tem como tema gerador a poluição sonora. As atividades propostas no manual utilizam *smartphones* como instrumento facilitador. O manual didático foi usado em uma escola e os resultados foram apresentados e considerados animadores. O autor atribui esse bom resultado ao fato de que tanto a abordagem CTS, como as novas tecnologias, aproximam o ensino de Física da realidade dos alunos.

Lima (2015) construiu em sua pesquisa um jogo para ensino de circuitos elétricos e o utilizou em sala de aula. A análise foi realizada por meio de um pré e pós-teste que oportunizou a análise da aprendizagem, por meio da teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e da teoria da aprendizagem baseada em jogos digitais, proporcionada pelo aplicativo. A conclusão aponta que o aplicativo (jogo) é potencialmente significativo.

Silva (2015b) ressalta o pouco uso de tecnologias digitais em sala de aula apesar da importância da sua utilização já ser reconhecida em documentos oficiais. Diante desse fato elaborou uma sequência didática sobre eletricidade em que a cada aula fosse realizada a introdução de diversos recursos consolidados e disponíveis na internet e também um *website* para o professor. O autor apresenta como resultados modificações positivas na prática docente e na rotina dos alunos, em particular a utilização dos DMD para comunicação com o docente e acesso aos conteúdos disciplinares.

Ariston (2016) propõem um catálogo descritivo de práticas experimentais para utilização de aplicativos de *smartphones* para ser usado nas aulas de laboratório de Física. Seu intuito é que o aluno observe na prática o conteúdo visto na aula teórica. Para o estudo, após realização das práticas experimentais com os alunos, foi realizada análise quantitativa das respostas desses, a um questionário cujos resultados levaram o pesquisador a concluir que a maioria dos estudantes têm *smartphone* e que os aplicativos de Física permitiram compreender melhor os conteúdos antes tidos como abstratos.

Na consulta a Base de dados da Scielo foram encontrados 7 registros e 10 registros nos anais do SNEF entre 2011 e 2015. No momento em que foi realizada a revisão eram os que se encontravam disponíveis. Na Tabela 3 são apresentados os trabalhos referentes a estas buscas.

Tabela 3 – Produções acadêmicas relacionadas – Scielo e SNEF

Autor/Ano	Título	Instituição	Publicação/ Área
Kielt, E. D., Silva, S. C. R. e Miquelin, A. F. (2017)	Implementação de um aplicativo para <i>smartphones</i> como sistema de votação em aulas de Física com <i>Peer Instruction</i> .	UTFP	Artigo/ 2017
Jesus, V. L. B. e Sasaki, D. G. G. (2016)	Uma abordagem por videoanálise da propagação de um pulso em uma catenária.	IFRJ e CEFETRJ	e Artigo/ 2015
Fernandes, A.C.P. <i>et al.</i> (2016)	Efeito Doppler com <i>tablet</i> e <i>smartphone</i>	IFRJ e UFF	Artigo/ 2016
Jesus, V.L.B. e Sasaki, D.G.G. (2016b)	Uma visão diferenciada sobre o ensino de forças impulsivas usando um <i>smartphone</i> .	IFRJ e CEFETRJ	e Artigo/ 2016
Vieira, L.P., Lara, V.O.M. e Amaral, D. F. (2014)	Demonstração da lei do inverso do quadrado com o auxílio de um <i>tablet/smartphone</i> .	UFRJ, UFF, IFRJ e CEaD- RJ	Artigo/ 2014

Autor/Ano	Título	Instituição	Publicação/Área
Jesus, V.L.B. de e Sasaki, D.G.G. (2014)	Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento.	IFRJ e CEFETRJ	Artigo/ 2014
Vieira, L.P. e Lara, V.O.M (2013b)	Macrofotografia com um <i>tablet</i> . aplicações ao ensino de ciências.	UFRJ	Artigo/ 2013
Libardoni, G. C. e Sauerwein, R. A. (2011)	Experimentação de MRU com equipamentos ao alcance do professor e aluno.	UFSM	Comunicação oral/ Ensino de Física
Lara, V. O. M. e Vieira, L. P. (2013)	Física em <i>Tablets</i> : A segunda lei de Newton.	UFF e UFRJ	Comunicação Oral/ Ensino de Física
Vieira, L. P. e Lara, V. O. M. (2013)	Física em <i>Tablets</i> : obtendo fotografias macro com a técnica da gota d'água.	UFRJ e UFF	Comunicação Oral/ Ensino de Física
Aguiar, C. E. e Vieira, L. P. (2016)	Verificação da Lei de Maulus com um <i>smartphone</i> .	UFRJ	Comunicação Oral/ Ensino de Física
Silva, J. C. G. e Gaspar, M. B. (2016)	Bússolas digitais de dispositivos móveis: o conhecimento científico nas tecnologias de localização e posicionamento.	UFRJ	Comunicação Oral/ Ensino de Física
Nobre, G. R. O. (2016)	Preparação de aulas de Física em XHTML: Uma proposta de conciliação entre o ensino de Física e o uso de <i>smartphones</i> e <i>tablets</i> em sala de aula.	UFRJ	Comunicação Oral/ Ensino de Física
Costa, J. F. , Camargo, S. e Gioppo, C. (2016)	Ensino de ondas sonoras/poluição sonora utilizando o aparelho celular como ferramenta de apoio.	UFPR	Comunicação oral/ Ensino de Física
Gurgel, I. et. al. (2016)	Os usos do celular: uma proposta de abordagem temática na perspectiva freireana.	USP	Comunicação Oral/ Ensino de Física
Ribeiro, A.A. e Barbosa, L.G.D (2016)	Antenas ERB's de telefonia celular e o potencial risco à saúde: proposta de uma sequência didática.	UFTM	Comunicação Oral/ Ensino de Física
Ribeiro, T. V.; Aandreatta, L. N. e Genovese, L.G.R. (2016)	Desmi(s)tificando a ciência: uma metodologia de construção do pensamento crítico e as consequências na formação do professor e do aluno.	UFG	Comunicação Oral/ Ensino de Física

Kilet, Silva e Miquelin (2017) desenvolveram um aplicativo para *smartphone*, em vista de utilizar a *Peer Instruction*, que permitia ao professor receber em seu *notebook* respostas de perguntas conceituais propostas por ele nos *smartphones* dos seus estudantes. Os resultados demonstram grande aceitação da tecnologia pelos

estudantes bem como incremento na concentração deles. Também o *Peer Instruction* se mostrou potente ferramenta para estimular a aprendizagem e fomentar discussões.

Jesus e Sasaki (2016) criaram um experimento didático de baixo custo para estudar a propagação de pulsos mecânicos em uma corda de massa não desprezível. Utilizaram a câmera de um *smartphone* e um *software* gratuito para computador pessoal dedicado a modelagem de fenômenos físicos por meio de análise de vídeo, o que oportunizou o estudo do vídeo registrado pelo *smartphone* e o teste de diferentes modelos matemáticos. A análise dos resultados revela que o experimento didático pode ser ajustado para os níveis médio e superior.

Fernandes *et al.* (2016) elaboraram uma experiência de laboratório de Física em que *tablets* ou *smartphones* são utilizados para estudar o efeito *doppler*. Os resultados da pesquisa demonstram que os DMD obtêm medidas confiáveis o que credencia seu emprego na proposta de laboratório didático de baixo custo.

Jesus e Sasaki (2016b), propõem um experimento didático para aulas de laboratório sobre forças impulsivas que utiliza os sensores do *smartphone* para aquisição dos dados de aceleração instantânea, o que proporciona análise da força impulsiva bem como obtém o coeficiente de atrito entre o *smartphone* e a superfície horizontal.

Vieira, Lara e Amaral (2014) apresentaram uma proposta didática para laboratório prático de Física em que são usados dois *smartphones*, aplicativos grátis e uma régua para estudo de leis em que uma grandeza varia com o inverso do quadrado da distância, como a Lei da Gravitação Universal de Newton e a Lei de Coulomb. Utiliza-se a lâmpada de um dos DMD e o luxímetro do outro. Como a intensidade da luz varia com o inverso do quadrado da distância, a medida da luminosidade é utilizada e permite a analogia com as duas leis no foco dos pesquisadores.

Jesus e Sasaki (2014) propõem um experimento didático que utiliza a câmera do celular, uma pilha e um *software* gratuito para computador pessoal dedicado a modelagem de fenômenos físicos por meio de análise de vídeo para estudar o atrito cinético e atrito de rolamento. Os resultados apontam para obtenção de parâmetros com grande conformidade em relação à teoria.

Vieira e Lara (2013b) propõem o uso da câmera dos DMD para obter uma macrofotografia por meio de técnica em que se utiliza uma gota d'água. Depois apresenta a possibilidade de uso em Ciências, Biologia e Física.

O trabalho de Libardoni e Sauerwein (2011), o mais antigo dentre os localizados na busca, utilizou cronômetro e câmeras de celulares dos alunos para estudo do deslocamento de uma arruela. Os pesquisadores observaram que a coleta de dados feita pelos estudantes contribuiu com o engajamento deles na discussão de conceitos, e posteriormente, esses dados foram utilizados para que os estudantes elaborassem gráficos em papel milimetrado. O acompanhamento da atividade favoreceu o professor na identificação de dificuldades dos alunos e oportunizou a intervenção docente para aprendizagem dos conceitos.

Lara e Vieira (2013) propõe o uso dos *smartphones* para o estudo de cinemática e dinâmica por meio da utilização dos sensores dos DMD e de um aplicativo que registra os dados de aceleração em um plano inclinado. Os autores relatam a aplicação desse experimento em uma turma e discutem a motivação e o entendimento decorrentes dessa prática em sala de aula. Os autores também apresentaram como comunicação oral esse estudo (VIEIRA; LARA, 2013b).

Aguiar e Vieira (2016) apresentam as vantagens dos *tablets* e *smartphones* em relação aos PC e destacam a portabilidade e a grande quantidade de sensores existentes em vários modelos. Eles propõem um experimento simples para estudar quantitativamente a lei de Malus com o uso de um fotodetector dos equipamentos.

Silva e Gaspar (2016), após breve revisão sobre o funcionamento dos magnetômetros dos *smartphones*, sensores que possibilitam a detecção de campo magnético, propõem uma experiência prática com *smartphone* para medida de campo magnético seguida de um texto e um vídeo para fomentar discussão.

Nobre (2016) chama atenção para o fato de que os *smartphones* “roubam” a concentração dos alunos e em vista disso propõe o uso de XHTML, um padrão para criação de páginas para internet antecessor ao HTML5 que pode ser utilizado em um simples editor de texto, na preparação das aulas para conciliar o ensino de Física com o uso desses aparelhos. Esta tecnologia ultrapassa o aspecto linear do *PowerPoint* por permitir uma experiência multivariada de fluxos de informação (links internos e externos) e recursos (animações, vídeos, simuladores). Segundo o autor, o uso desta tecnologia aproxima a aula do ambiente digital a que os alunos estão acostumados e privilegia o interesse e *insights* deles.

Costa, Camargo e Gioppo (2016) propõem uma sequência didática com nove atividades sobre ondas sonoras e saúde auditiva que utiliza o celular como ferramenta de apoio. Um questionário foi proposto para identificar a presença dos celulares no

ambiente escolar e foram aferidos a intensidade do som nos fones de ouvido. Observou-se que a sequência didática demonstrou ser insuficiente para a conscientização dos estudantes a utilizarem seus DMD acoplados aos fones de ouvido em volume que não prejudiquem a audição deles.

Gurgel *et. al.* (2016) realizaram com estudantes do ensino médio um minicurso intitulado “os usos do celular” que abordava aspectos técnicos e humanos. O curso buscou utilizar a abordagem temática freireana e como resultado os pesquisadores identificaram boa significação do tema por parte dos estudantes, isso foi identificado pelas relações estabelecidas entre os conceitos científicos e as questões sociais discutidas. Conclui-se que a abordagem temática contribui para a criticidade no contexto do uso do celular, que deve ser aperfeiçoada e adaptada para outros contextos, assim como emergiu da pesquisa a necessidade de superação do senso comum pedagógico por parte do professor que assume como suficiente o bom domínio das teorias científicas.

Ribeiro e Barbosa (2016), estudam como tema principal os riscos à saúde de quem mora próximo a antenas de telefonia celular e torres de transmissão de energia elétrica. Propõem uma sequência didática construída e baseada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov (problematização de uma situação real e exposição das opiniões dos alunos, organização do conhecimento em que os alunos orientados pelo docente pesquisam temas para compreensão da problematização inicial, e aplicação do conhecimento em que os alunos mobilizam a aprendizagem em situações reais). Ao final os autores explicitam a realização de um debate sobre a questão.

Ribeiro, Andreatta e Genovese (2016), propõem dez intervenções centradas em temáticas relacionadas às controvérsias que circundam o aparelho celular objetivando a formação de cidadãos mais críticos. Assumem referenciais da sociologia da ciência.

No total foram analisados 23 trabalhos, sendo que 22% abordam assuntos relacionados à eletricidade, 17% mecânica, 13% ondas, 13% ótica, 4% magnetismo e 35% abordam vários temas ou assuntos relacionados Sociologia da Ciência. Do total, 65% propõem e aplicam em sala de aula alguma proposta didática e 22% dos trabalhos desenvolveram um aplicativo ou plataforma usada na pesquisa em vez de utilizarem soluções disponíveis na internet.

Outro dado interessante é que 57% das pesquisas relatadas se relaciona ao uso do *smartphone* em atividades de laboratório de Física.

Entre todas, cinco (22%) apresentam em seu resumo a intenção de promover diálogo, debate ou discussão em sala de aula. O trabalho de Kilet, Silva e Miquelin (2017), como o nosso estudo, utiliza um Sistema de Resposta em Sala de Aula, que foi utilizado no intuito de aplicar a metodologia *Peer Instruction* em sala de aula.

As pesquisas em seus resumos apresentam em sua maioria possibilidades de uso, o que demonstra que nesses casos, não se destinaram a observar o tipo de interação resultante ao emprego das propostas.

Nossa pesquisa, como as demais, utiliza-se do *smartphone* em aulas de Física, mas volta seu olhar para a interação dialógica presencial entre professor e alunos decorrente do uso pedagógico dos *smartphones* dos estudantes pesquisados, conectados à um Sistema de Resposta em Sala de Aula.

Após apresentarmos esse resumo dos estudos atuais que utilizam DMD em aula de Física, a seguir é apresentada uma visão geral sobre tecnologia e comunicação, e a cada tópico que segue, iremos nos aproximando da temática da nossa pesquisa: a utilização da plataforma CRS e dos DMD para incrementar diálogo na sala de aula de Física.

2.2 Tecnologia e Comunicação: Uma tessitura histórica

Mesmo antes do advento da sociedade digital a tecnologia sempre fez parte do arcabouço dos processos de ensino. O giz, a lousa, os livros e apostilas, como apoio ao discurso e ao diálogo na sala de aula, explicitam o fato de que o espaço escolar sempre se muniu de recursos disponíveis em seu tempo, e motivam uma reflexão sobre as possibilidades comunicacionais emergentes em cada época em prol do ensino.

A tecnologia visa resolver um problema específico e se constitui de uma intervenção essencialmente humana para favorecer ou resolver a adversidade encontrada (CORTELAZZO, 2005 *apud* SOUZA, 2006). Esta intervenção pode resultar na adoção de inovações vindas de outras áreas de conhecimento ou no desenvolvimento de soluções específicas.

Por outro lado, a comunicação, conforme a Nova Teoria da Comunicação (MARCONDES FILHO, 2013), acontece no momento em que o observador “sente-se afetado pelo impacto comunicacional”, de forma a alterar uma memória anterior. Assim, a comunicação insere-se em um círculo restrito, interior ao indivíduo, e se distingue dos demais acontecimentos de observação e interação que não geram

mudança interior. O autor ainda afirma que em âmbito escolar a ocorrência de aprendizagem é classificada como um acontecimento comunicacional, uma vez que um conceito foi alterado, ampliado ou ressignificado.

Santos (2015), em sua entrevista com o filósofo francês Michel Serres, apresenta um diálogo de Serres com um professor de matemática em sua infância, quando o professor explica o que é uma incógnita dizendo: “é uma letra que contém todos os números possíveis”. O filósofo descreve esse momento como uma grande alegria em sua trajetória escolar e afirma que naquela hora havia “encontrado o abstrato”. Esta descrição exemplifica o que Marcondes Filho (2013) descreve como o sentir-se afetado pelo impacto comunicacional.

As aulas são momentos em que se deve privilegiar a ocorrência da comunicação, especialmente durante o contato dos alunos e professores com o conhecimento acumulado pela humanidade (REGO, 1994). As tecnologias inseridas no contexto escolar devem favorecer esse acontecimento comunicacional, tanto para alunos quanto para professores.

Um exemplo que demonstra a proximidade da tecnologia e da comunicação no ensino, da época do surgimento da escola na Grécia, é apresentada por Platão (POSTMAN, 1994, p. 13-14; MARCONDES FILHO, 2013, p. 82). O texto descreve Sócrates relatando a Fedro, seu discípulo, um conto em que Theut, deus egípcio inventor de muitas coisas, entre elas, a escrita, apresentava seus inventos a Thamus, rei de uma cidade do Alto Egito. O rei aprovava e desaprovava a importância de cada invento. No final, Theut apresenta a escrita e afirma que ela aperfeiçoaria a memória dos egípcios; porém Thamus discorda e afirma que a escrita, ao contrário do que seu inventor planejava, iria fazer com que as pessoas não exercitassem a memória e, assim, tornar-se-iam esquecidas. Esse conto surpreende a medida que apresenta uma reflexão sobre uma novidade da época, tão tradicional nos dias de hoje, a escrita, e um provável “efeito colateral”: o prejuízo a memória.

Num mundo com desenvolvimento tecnológico tão intenso como o atual, cada vez mais pesquisadores e estudiosos tanto da Educação como de outras áreas, apontam a necessidade de a escola incluir as novas tecnologias no seu dia a dia. Contudo admitimos que é preciso refletir criticamente sobre as possibilidades das aplicações tecnológicas, procurando identificar os problemas que se deseja enfrentar e avaliar com critério essa inserção. Afinal, como Sócrates afirma através do rei Theut: “O inventor de uma arte não é o melhor juiz para avaliar o bem ou o dano que ela

causará naqueles que a pratiquem” (PLATÃO *apud* MARCONDES FILHO, 2013; POSTMAN, 1994).

Por outro lado, justamente a escrita refutada pelo rei no texto, ao ser utilizada por Platão permitiu que esse conto pudesse ser apreciado no decorrer da história da Humanidade. Isso demonstra que pode ser um equívoco olhar para a tecnologia de forma pontual. Pois como no exemplo citado, independente da análise sobre seu impacto na memória, a escrita foi um marco importantíssimo no desenvolvimento da humanidade, da escola e do ensino.

A Figura 1 apresenta uma linha do tempo com a evolução das formas de ensinar ao longo da história da Humanidade. Inspirada nos pensamentos de LEVY (2004) quando esse explana sobre a oralidade primária, a escrita e a informática, ela relaciona grandes marcos históricos na forma de ensinar com as revoluções tecnológicas e comunicacionais.

Pode-se ver na Figura 1, que a fala e a tradição oral constituíram o primeiro modelo de ensino e resultou na ascensão do homem moderno. Seguindo ao próximo marco na linha do tempo, o surgimento da escrita e, de forma particular, a aritmética, contribuíram para o surgimento da agricultura e das primeiras civilizações. De posse da escrita, os textos e a escola foram revoluções no ensino que permitiram o surgimento das grandes civilizações. Textos de Aristóteles são alguns exemplos da produção dessa época e que atualmente permanecem inseridas no ensino escolar (LEVY, 2004).

O próximo momento apresentado na linha do tempo é a criação da tipografia que revolucionou o mundo ocidental de uma forma sem antecedentes (SANTOS, 2015), e essa revolução deve-se ao surgimento de uma nova forma de comunicação: a comunicação irradiada ou comunicação mediada tecnologicamente (MARCONDES FILHO, 2013). A palavra tornou-se “eterna”, reproduzível e acessível, e as ideias de grandes pensadores passou a ser mais divulgada.

O livro, primeira “ferramenta” tecnológica associada a comunicação irradiada² (*ibidem*), ou mediada tecnologicamente, entrou na escola e permitiu significativa expansão. A tipografia permitiu o acesso dos docentes aos livros clássicos e

² A “Comunicação Irradiada” compreende, conforme pensamento de Marcondes Filho (2013), toda a comunicação que utiliza um meio (impressão, transmissão eletromagnética, transmissão cabeada, etc.) e comunica de forma unidirecional de um centro produtor aos consumidores, que difere da “Comunicação presencial” e “das formas digitais”, pois essas são multidirecionais.

favoreceu a formação de professores, que assumiram um papel escolar de retentores das informações e interlocutores confiáveis dos grandes autores. Esse marco proporcionou o surgimento da burguesia, o Renascimento Cultural, a ascensão da Europa, do mercantilismo e da democracia (LEVY, 2004).

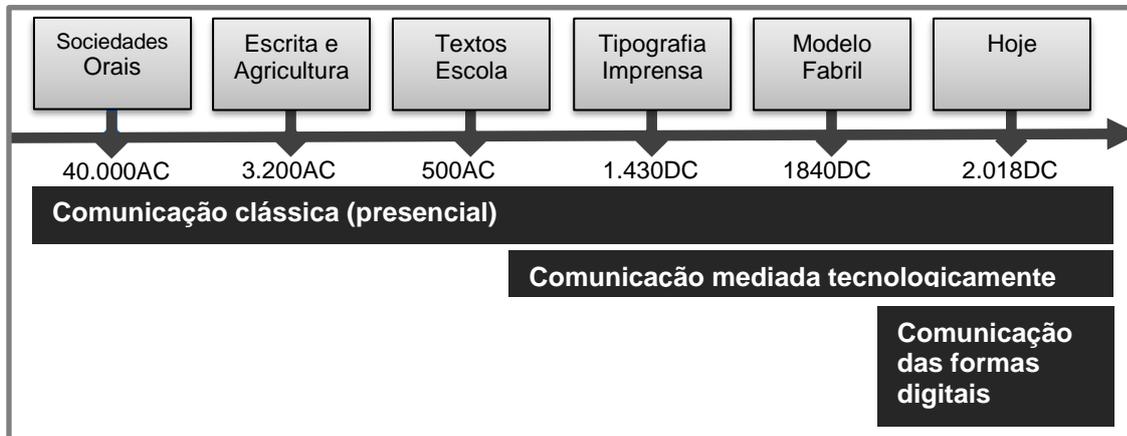


Figura 1 – Linha do tempo das revoluções na forma de ensinar.
(Adaptado de LEVY, 2004)

Outra grande revolução tecnológica que afetou a forma de ensinar veio com a Revolução Industrial. A especialização das etapas da linha de produção, a divisão de tarefas e a necessidade de operários proporcionou a criação do modelo fabril da educação em que a escola foi dividida em séries, os conteúdos foram organizados e compartimentalizados, as disciplinas tornaram-se especializadas e independentes, cada qual voltada para si mesma (CARVALHO, 2006; MORIN, 2003), seguindo a estrutura da nova organização que acontecia nas fábricas.

Em nossos dias, a maior parte das escolas continua a seguir esse modelo fabril de educação, enquanto as fábricas já seguem um novo modelo de produção, incorporando recursos tecnológicos modernos, como os robôs, com a automatização da linha de produção e a eliminação de postos de trabalho. Na Revolução industrial, época em que foi proposto, o modelo fabril entusiasmava uma vez que a fábrica era sinal de progresso; esse modelo permitiu que as nações ricas avançassem na universalização do ensino. A partir daí diversas contribuições científicas e tecnológicas somaram-se na construção da sociedade atual (FERREIRA, 2013).

As descobertas científicas e o desenvolvimento tecnológico proporcionaram a criação e implementação de inovações cada vez mais rapidamente, em um tempo cada vez menor, chegando à criação das formas digitais de comunicação, cujas características diferem da comunicação irradiada e da comunicação presencial,

proporcionando um novo cenário comunicacional (MARCONDES FILHO, 2013) que faz parte do cotidiano de professores e alunos na atualidade.

Um fato interessante que ilustra esse novo cenário comunicacional, relatado em entrevista por Michel Serres, filósofo e professor na Universidade Stanford nos Estados Unidos, pode ser observado na pergunta feita a ele por seus estudantes se referindo ao que se tem no *smartphone* ou no computador e o custo da mensalidade do ensino superior: “por que eu preciso pagar tão caro para ter uma coisa que eu já tenho comigo sempre?” (SANTOS, 2015, p.257). Esses equipamentos oferecem possibilidades aos alunos que os recursos tecnológicos de outras épocas não ofereciam, ou que quando ofereciam, a presteza relacionada ao acesso era significativamente menor.

A Figura 1, que ilustra a linha do tempo das formas de ensinar relativamente aos acontecimentos históricos, permitiu que nos aproximássemos da discussão sobre as relações entre tecnologias e o ensino e suas revoluções. Uma análise atenta dos aspectos econômicos e sociais do ensino nos permite perceber dois fatos relevantes:

- o custo da educação por aluno;
- a proximidade comunicacional entre professor e aluno.

No início da linha do tempo (Figura 1) temos um constante e intenso contato entre o aluno e seu professor, mas essa era uma situação geralmente reservada à elite. De forma geral, havia um professor que atendia poucos alunos; a sua formação docente, usando as terminologias atuais, poderia ser classificada como multidisciplinar ou polivalente. Esse cenário se modifica com o estabelecimento da estrutura disciplinar, com professores e alunos em salas de aula, chegando aos nossos dias. Essa estrutura representa, em uma primeira aproximação, menores custos de financiamento e manutenção em relação ao alcance que proporciona. No entanto, do ponto de vista da interação entre os protagonistas do processo de ensino e aprendizagem, o contato do professor com os seus alunos acaba sendo muito limitado, pois as salas costumam ter um número grande de estudantes e as aulas acontecem em período restrito.

Ainda que a otimização dos gastos com a estrutura material da educação possa ser considerada como algo positivo por ter favorecido a universalização do ensino em alguns países, o distanciamento professor-aluno não o é, pois repercute no acompanhamento docente do aprendizado e do engajamento do estudante.

Posto esses fatos identificados na análise da linha do tempo que são os custos da educação nesse modelo e a proximidade professor-aluno o próximo passo poderia ser as possibilidades tecnológicas que na atualidade pudessem cooperar com a comunicação em sala de aula. Porém uma vez que as possibilidades atuais das tecnologias e comunicação digitais são distintas em cada parte do mundo, focaremos no caso brasileiro, uma vez que cada contexto possui particularidades que restringem ou ampliam essa discussão.

2.3 Formas digitais de comunicação: cenário brasileiro atual

As tecnologias digitais de comunicação emergem do computador e internet e tem sido amplamente alvo de incentivo de ações governamentais por meio de inúmeros projetos e parcerias, como Banda Larga nas Escolas, Casa Brasil, CRCs - Centros de Recondicionamento de Computadores, Cidades Digitais, Computadores para Inclusão, Inclusão Digital da Juventude Rural, Oficina para Inclusão Digital, Projeto Cidadão Conectado - Computador para todos, Programa GESAC, Programa de Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais, Programa de Inclusão Social e Digital, ProInfo Integrado, Redes Digitais da Cidadania, Telecentros, Territórios Digitais, Um computador por Aluno, *Home* Inclusão Digital.

Somando-se ao governo federal, os estados e municípios também fomentam a inclusão digital, uma vez que o conhecimento e o uso dessas novas tecnologias são fatores de inclusão social do indivíduo na sociedade moderna. Além dessas esferas governamentais, as indústrias, veículos de comunicação e as mídias sociais, com suas iniciativas de marketing e propaganda também veem, por seu lado, um mercado consumidor em ascensão.

Quando são observados os números referentes aos DMD, Gráfico 1 – Dispositivos Móveis *Wireless* conectáveis a Internet, apresentado no item 1.1 (p. 25), a marca de um dispositivo por habitante já foi ultrapassada. E esse dado pode ser relevante do ponto de vista educacional, pois indica que esse recurso tecnológico tende a ser cada vez mais acessível a alunos e professores brasileiros e, portanto, mais presente na sala de aula. Não há necessidade de gastos institucionais para sua aquisição e conservação.

Os dados dessa pesquisa (Gráfico 2) foram obtidos por meio de análise cruzada dos registros de acesso à internet dentro do território nacional, o que permite a contabilização de dispositivos únicos em uso. No entanto, em outra pesquisa cujos

dados procedem do IBGE (BRASIL/CGI, 2015), em que são realizadas entrevistas com moradores nos domicílios, o resultado é diferente. Ainda que essa diferença evidencie a concentração de dispositivos em algumas classes sociais, ambas pesquisas concordam que existe crescimento de acesso. Esse avanço pode ser observado no Gráfico 3.

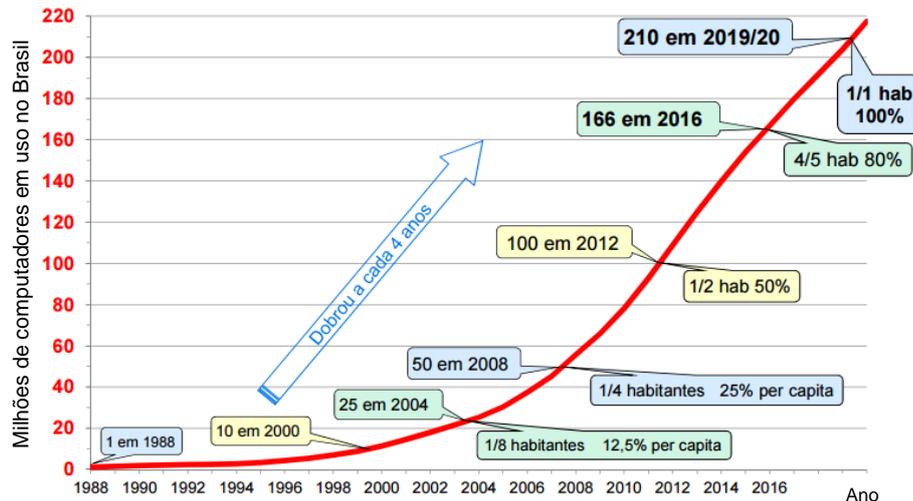


Gráfico 2 – Total de Computadores em Uso no Brasil
Fonte: MEIRELLES (2016)

O relatório TIC Domicílios 2014, que analisa os dados do IBGE, revela também que entre as pessoas que têm acesso à internet, 24% usam a rede apenas pelo computador (considerando nessa pesquisa como computador o *desktop*, *notebook* ou *tablet*), 20% apenas por celular, 56% tanto por celular quanto por computador. A tendência à mobilidade e portabilidade no acesso à internet no Brasil é destacada nas classes D e E, em que o celular é o meio exclusivo de acesso de 39% dos usuários da internet entrevistados na pesquisa (BRASIL/CGI, 2015, p. 151).

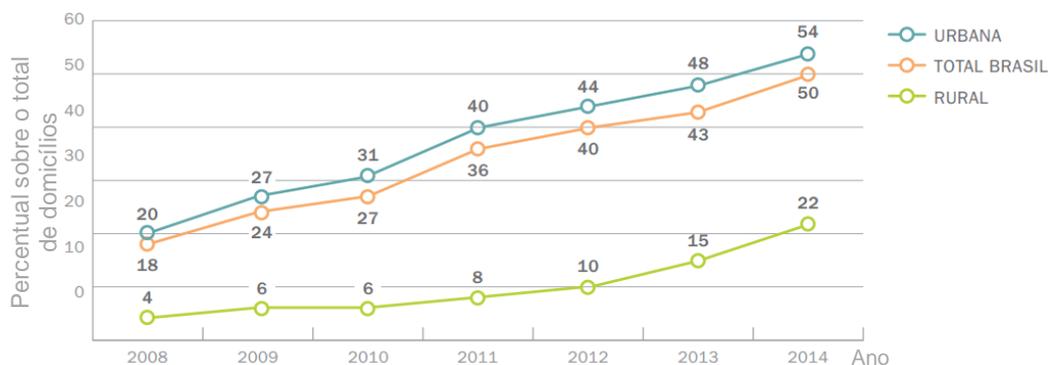


Gráfico 3 – Proporção de domicílios com acesso à internet
Fonte: BRASIL/CGI (2015)

Relacionando os dados dessas pesquisas com a “Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação nas escolas brasileiras” (CETIC.BR, 2015), podemos contrapor a presença ou utilização das tecnologias digitais no ambiente escolar em relação à difusão delas no entorno das escolas pesquisadas. A pesquisa sobre TDIC na escola demonstrou a existência de entraves didáticos, institucionais e governamentais, uma vez que “a grande maioria das escolas públicas que possuem redes *Wi-Fi* não permite que seus alunos as acessem” e “alguns estados e municípios têm aprovado legislações restritivas quanto o uso de aparelhos celulares em ambiente escolar” (idem). Para agravar esse quadro, os alunos muitas vezes encontram informações apresentadas de forma muito mais interessante fora da escola do que dentro (POZO e CRESPO, 2009).

Ainda que exista esta realidade, muitas são as propostas educacionais resultantes do desejo da inserção das tecnologias digitais dentro do ambiente escolar no Brasil. Entre a diversidade de intenções, algumas visam propor modelos não presenciais, outras semipresenciais, e outras buscam a atualização do modelo presencial e pretendem encontrar sucessores para os cadernos, ou para os livros, lousa e giz ou do projetor multimídia e dos *slides*, bem como do modelo interacional da sala de aula, etc. Propõem novas configurações de tempo e espaço que constituem ruptura ao modelo atual.

As motivações para atualização tecnológica na sala de aula são várias. Por exemplo, a introdução dos conhecimentos técnicos considerados por seus proponentes como imprescindíveis no atual mundo do trabalho, ou a automação de processos escolares como o diário, a correção de avaliação e de exames, laboratório virtual e a própria modificação do processo de ensino-aprendizagem. Outras propostas assumem como motivação suficiente para a atualização tecnológica a mera criação de um clima de modernidade na escola sem que haja um objetivo definido ou que se queira resolver um problema de fato, o que pode ser denominado de “tecnologia pela tecnologia”.

Temos também o risco intrínseco de propostas que buscam aproximar o ensino e a escola do modelo “industrial-automatizado” em que os alunos recebem aulas e tarefas através de *softwares* e sistemas computadorizados que executam ações pré-programadas. Nesses modelos, não há necessidade do contato direto com um docente, que é substituído, por exemplo, por vídeos na internet. Esses sistemas além de oferecerem aos estudantes os conteúdos disciplinares, armazenam todos os dados

relacionados a interação do aluno em bancos de dados, procedimento comum das plataformas da internet. Ainda que essa tecnologia educacional possa resolver problemas em ambientes com déficit de professores, os dados gerados pela interação dos alunos com esses sistemas, por serem todos armazenados, mesmo sem utilidade aparente: acertos, erros, horário de acesso, o tempo para resolução de cada exercício, quais conteúdos apresentam maiores dificuldades, quais mídias cada aluno demonstra maior adaptação, etc. (FERREIRA, 2013), podem ser assumidos como critério de classificação ou análise dos estudantes.

Na educação não formal, alguns portais educacionais via internet oferecem gratuitamente aos estudantes acesso a sistemas automatizados de ensino que funcionam a partir de atividades e procedimentos programados. Um grande problema com esse tipo de sistema é a possibilidade de apontar aprendizagem apenas para aqueles que se enquadrarem nos padrões pré-estabelecidos de respostas do próprio sistema, ainda que estudos sobre cognição demonstrem a inexistência de padrões universais (MORTIMER, 1996, p. 34). Por isso, a tentativa de interpretação dos dados armazenados provavelmente incorrerá em erros, uma vez que os dados quantitativos coletados não dão conta de descrever os aspectos qualitativos do progresso escolar e, assim, de oferecer um perfil fidedigno da aprendizagem dos estudantes, porém podem constituir-se uma alternativa interessante para complementar a recuperação paralela de alunos com defasagem. A adoção desse modelo merece grande reflexão e cuidado. Afinal, o crédito inocente às conclusões a partir da análise desses dados levanta uma questão: qual o risco de nossas futuras gerações serem mapeadas por sistemas educacionais na nuvem e esse mapa ser usado no ingresso profissional ou progressão escolar?

Por outro lado, entre a diversidade de opções tecnológicas e metodologias que se destinam à atualização tecnológica do ensino, no Brasil existem diversas propostas humanizadas e alicerçadas em estudos sobre cognição e desenvolvimento humano que propõem e inserem mudanças ao modelo fabril dominante na escola. Essas, em outros países e também no Brasil, são adotadas e estudadas em pesquisas acadêmicas. Algumas são disruptivas e propõem nova organização dos espaços, tempos e agrupamentos na escola, bem como papel e formação do docente. Outras tentam diversificar as atividades e abordagens inserindo novas tecnologias dentro do tempo e espaço tradicionalmente reservado para cada aula. Alguns exemplos são: Ensino Híbrido (BACICH; NETO; TREVISANI, 2015), Aprendizagem Baseada em

Problemas, Ensino Adaptativo e Ensino por Investigação. Mas por depender de formação específica, acréscimo de trabalho do professor e necessidade de apoio e incentivo gerencial, ou seja, aumento de custo, ainda não foram amplamente utilizadas e seu impacto no sistema escolar é pontual.

2.4 Dispositivos Móveis Digitais

Como apresentado no Gráfico 1 – Dispositivos Móveis *Wireless* conectáveis a Internet, apresentado no item 1.1 (p.25), no Brasil os DMD são os mais populares, em especial o *smartphone* que em maio de 2016 alcançou a marca de 1,2 dispositivos por habitante no Brasil.

O *smartphone* atualmente tem poder de processamento comparável ao dos computadores pessoais. Conforme Vieira (2013):

Os *smartphones* são telefones celulares com alta capacidade de computação e comunicação. Os primeiros modelos surgiram na década de 1990, mas foi só a partir dos lançamentos do Blackberry (2002) e iPhone (2007) que eles começaram a ser usados em larga escala. Modelos recentes de *smartphones* tem processadores com frequências superiores a 1GHz, memória RAM que ultrapassam 1GB e capacidade para armazenar internamente dezenas de GB. (VIEIRA, 2013)

Além dessas características citadas, os DMD atuais podem contar com uma variedade de sensores como câmera fotográfica, sensor de proximidade, sistema de posicionamento global (GPS), acelerômetro, giroscópio, barômetro, sensor de umidade, temperatura, sensor de luz ambiente, magnetômetro, etc. Contudo, além da câmera e da conexão USB, os itens mais comuns que qualquer aparelho atual possui, estão associados às possibilidades de conectividade com outros aparelhos: conexão Bluetooth, conexão *WiFi* e a rede telefônica móvel.

A relação dos *smartphones* e *tablets* com a aprendizagem é maior na esfera da educação não formal. Conforme Voltolini (2016, p. 40) o *iTunes* disponibiliza mais de 3000 aplicativos educacionais para *download*, e em abril de 2013 os aplicativos educacionais foram a segunda categoria mais baixada entre todas as outras. A autora, em sua tese, estuda a difusão dos celulares e *smartphones* e as possibilidades para o ensino-aprendizagem no Brasil.

De fato, as possibilidades são muitas, e pesquisas nesse campo multiplicam-se no Brasil e no mundo. Além dos estudos apresentados na Revisão de Literatura (item 2.1), são exemplos a pesquisa de Bernardo (2015) sobre “leitura sobre tela”, a

utilização de DMD no laboratório experimental de Física (VIEIRA, 2013), e sobre a utilização do *tablet* como substituto do livro texto (LAGARTO; MARQUES, 2015), realizada em Portugal.

Nessas pesquisas a falta de acesso à internet em alguns momentos e a necessidade de controle parental de conteúdos inapropriados disponíveis na web foram pontos destacados.

A utilização de tecnologia sempre incorre no risco do enfoque ser puramente tecnológico sem que as demandas epistemológicas e didáticas sejam creditadas e possíveis contradições sejam detectadas e contornadas ou pela adoção de uma tecnologia mais ajustada a realidade, ou pela adoção de uma abordagem de ensino coerente com as condições encontradas.

Dispositivos móveis e a sala de aula

Como em outros contextos, muitos alunos portam e utilizam seus DMD na sala de aula, apesar de, por vezes, ser proibido o seu uso nesse ambiente. Mas existem casos em que o professor propõe ou permite algum uso intencional desses aparelhos, pois seu uso pode contribuir para as atividades de aprendizagem.

De forma geral, os *smartphones* dos alunos são utilizados como calculadora, cronômetro, em pesquisas na internet, registro fotográfico de anotações realizadas na lousa ou de *slide* projetado pelo professor, tradutor (quando utilizado texto em língua estrangeira), gravador de áudio para registro das explicações, reproduzidor de vídeo online, como *pendrive* para armazenar conteúdos acadêmicos/escolares como arquivos das apresentações digitais da aula, trabalhos e relatórios a serem entregues ao professor, etc. Também alguns alunos elaboram seus trabalhos, relatórios e apresentações digitais para seminários usando exclusivamente o seu DMD conectado a internet.

Porém, ainda que o uso espontâneo do *smartphone* nas situações exemplificadas seja aceito por muitos docentes, ainda é tímida a sua utilização didática de forma efetiva, como parte do planejamento didático e de sua execução. Talvez isso se relacione com a falta de condições, estruturais da escola e/ou falta de preparo de docentes e gestores para incorporação desses equipamentos nas atividades. O aparelho é mais associado a uma ferramenta que pode: ser usada contra o professor (por exemplo, expô-lo nas mídias sociais), ser fator de distração

(conversa paralelas, acesso a sites, brincar com jogos, etc.), ou mesmo, ser usada para burlar avaliações.

Muitas unidades da Federação criaram dispositivos legais contra o uso dos DMD quando não autorizado pelo professor como o decreto no Decreto nº 52.625 de 15 de janeiro de 2008, do estado de São Paulo. Essa data chama a nossa atenção por indicar que àquela época, já era considerável a presença dos DMD na sala de aula.

Por outro lado, o número de *sites* educacionais adaptados a DMD e de aplicativos dedicados ao ensino cresce a cada dia. A maior parte desses *sites* tem caráter não formal, característica que cresce no Brasil e no mundo, ainda que não seja um ensino “certificador”. A internet é fonte de informações extremamente diversas e qualquer um pode buscar o que lhe interessa e aprender; contudo, há a possibilidade de que encontremos informações imprecisas, incorretas, uma vez que também é possível a qualquer um produzir conteúdo e disponibilizá-lo em um *site*.

Considerando relevante a influência de fontes não formais de informação, Freire e Guimarães em 1980 já apresentavam o conceito de escola paralela (VOLTOLINE, 2016) referindo-se a aprendizagem ocorrida além da escola, representada na época pela comunicação irradiada difundida na época (imprensa, tv, rádio) e percebida pelos autores como influente na formação dos alunos. Voltoline (2016) desenvolve uma reflexão sobre o reconhecimento do ensino informal e sobre a posição da escola frente a essa realidade emergente, citando aqueles autores:

De acordo com o conceito, esses outros canais de comunicação e informação que os professores não controlam são frequentados massivamente pelos alunos, não podendo, qualquer que seja a opinião, negligenciar o problema pedagógico e sociológico que eles colocam. Mas a questão crucial para os autores “trata-se de saber se a escola e a escola paralela vão se ignorar, comportar-se como adversárias ou se aliar” (FREIRE; GUIMARÃES, 2011, p.27 *apud* VOLTOLINI, 2016, p.18).

Da mesma forma que muitas vezes o equipamento utilizado no ensino informal é o próprio DMD do aluno, as escolas poderiam aderir “ao chamado BYOD, sigla para ‘*Bring Your Own Device*’ que em português significa traga seu próprio dispositivo” (*Ibidem*, p.35), aumentando a possibilidade e a viabilidade de seu uso pedagógico.

Os DMD permitem o acesso a sites ou portais na internet ou a execução de aplicativos neles instalados. Diante da grande diversidade de recursos educacionais disponíveis, organizados muitas vezes em categorias como data de atualização,

número de *downloads*, desenvolvedor, ou outros critérios que pouco se relacionam com as necessidades docentes para seleção e inclusão em seu planejamento, faz-se necessárias propostas de categorização destas tecnologias, seja para auxiliar a triagem do professor quanto para elucidar aos desenvolvedores tipos de demandas existentes nas salas de aula. Por isso, entre os aplicativos, sites e possibilidades existentes de utilização do *smartphone* nas aulas de Física, propomos organizá-los em três conjuntos de recursos e soluções, não excludentes entre si, a saber:

- com eixo no aluno;
- com eixo nos conteúdos;
- com eixo no *feedback* docente.

As opções tecnológicas com eixo no aluno são aquelas centradas em situações práticas que não podem ser reproduzidos a contento em sala de aula e proporcionam a visualização dos fenômenos físicos por parte dos estudantes (MEDEIROS E MEDEIROS, 2002). Entre as opções tecnológicas com eixo no aluno, as animações representam uma escolha muito difundida e, geralmente, compatível com os *smartphones*. Muitas foram as pesquisas sobre a utilização de animações, principalmente utilizando computadores. Hoje as análises realizadas nesses trabalhos ganham proporção frente às possibilidades oferecidas pelos DMD na aula de Física. Medeiros e Medeiros (*Ibdem*) apresentam as animações como meio de complementar o discurso do professor, a modelagem matemática, os esquemas no quadro negro e as ilustrações dos livros texto, proporcionando melhor aproveitamento do tempo em sala de aula. As animações possibilitam uma visualização simulada de situações práticas e, assim, complementam as demais linguagens empregadas suprimindo possíveis falhas comunicacionais que poderiam comprometer a compreensão dos fenômenos estudados.

Mais adaptáveis que as animações, as simulações acrescentam maiores possibilidades de interação do aluno, permitindo apresentar diferentes situações conforme a alteração de variáveis específicas. Essa característica faz as simulações mais adequadas para uso como substituto ao laboratório de Física.

Uma outra possibilidade é o laboratório virtual que supera a simulação a medida que é bem mais flexível. Ele permite que o aluno desenvolva um experimento qualquer, criado por ele, tal qual seria feito no mundo real em um laboratório de Física, porém com recursos e possibilidades praticamente ilimitados por se tratar de um elemento de software.

Animações, simulações e laboratórios virtuais ganham importância quando possibilitam a visualização do fenômeno, mesmo quando não é possível a realização de um experimento pelos estudantes, individualmente ou em grupo, por falta de infraestrutura, por questões de tempo, por riscos de acidente, etc. (*Ibdem*).

As animações, simuladores e laboratórios virtuais, no entanto, não podem ser comparados ao experimento real, uma vez que os modelos que representam são sempre uma aproximação da realidade (*Ibdem*); também do ponto de vista comunicacional, a experiência presencial difere da virtual (MARCONDES FILHO, 2013). Entender as diferenças entre a construção do conceito por meio de um experimento real ou um “experimento” virtual é de grande relevância pois isso pode repercutir em seu domínio de validade, restringindo-o para dentro da aula de Física apenas, não sendo transposto pelo estudante como um conceito válido na vida cotidiana.

Ainda dentro das possibilidades do uso de *smartphone* para favorecer a aproximação dos alunos as abstrações e conceitos da Física, Vieira (2013) apresenta diversas propostas em que o *smartphone* é utilizado como instrumento de medida de grandezas Físicas. O autor apresenta roteiros didáticos que se utilizam dos sensores do DMD e de sua possibilidade de processamento de dados, propondo alternativa ao laboratório de Física tradicional que permite a realização dos experimentos em sala de aula convencional. Alguns exemplos desta proposta são apresentados na Figura 2.

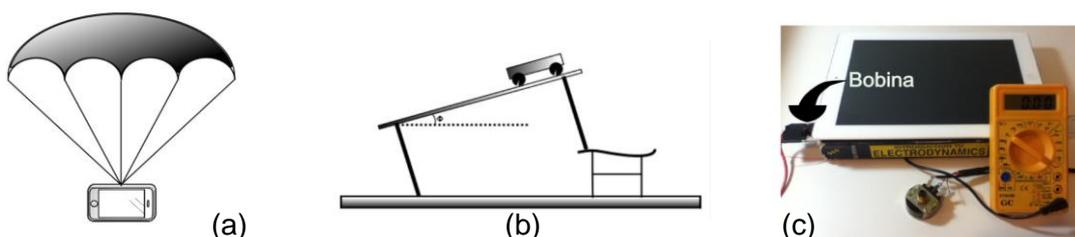


Figura 2 – Possibilidades de uso dos DMD no laboratório experimental de Física
Fonte: Extraído de Vieira (2013)

A Figura 2.a ilustra o estudo da queda de objetos. Nesse experimento, o *smartphone* é lançado em queda livre, preso a um paraquedas. Por meio de um aplicativo instalado no aparelho, mede-se a aceleração em tempo real, permitindo aos alunos a interpretação dos gráficos de movimento.

No esquema da Figura 2.b, em que o *smartphone* é colocado em um carrinho num plano inclinado, utiliza-se um aplicativo no celular que mede a angulação e outro,

que traça o gráfico da aceleração, de forma que os alunos possam estudar a alteração dessa grandeza Física durante o deslocamento do carrinho sobre o plano em diversas angulações.

Por fim, a Figura 2.c apresenta um esquema em que o magnetômetro do celular é usado para captar o campo magnético gerado por um fio quando esse conduzir corrente elétrica contínua; um aplicativo de bússola é suficiente para demonstrar a presença do campo magnético quando o circuito é ligado.

Uma segunda classificação para os aplicativos/software/plataformas é possuir eixo no conteúdo. Para exemplificar essa categoria, algumas possibilidades mais comuns são: a leitura de textos, videoaulas, vídeo-documentários, áudios (*podcast*) contendo a explicação de algum conteúdo disciplinar. Esses podem e devem ser indicados pelo professor, que “certifica” a cientificidade da informação contida em cada fonte. Diferente do eixo no aluno que busca ampliar a abstração e permitir aproximação deles ao fenômeno físico, os aplicativos com eixo no conteúdo têm enfoque na preparação para provas, testes e avaliações.

Outro tipo de recurso com eixo no conteúdo são os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), muito utilizados no Ensino a Distância (EaD) e que também podem dar suporte às aulas presenciais. Nesses ambientes, arquivos contendo os slides, apostilas, vídeos e outros tipos de conteúdo são disponibilizados aos alunos. É fato que o AVA ultrapassa essa utilização quando outras ferramentas são incluídas como por exemplo: *wiki*, fórum *indoor* (OLIVEIRA, 2014), questionário, *chat*, etc. Mesmo no ensino presencial, esse tipo de utilização do AVA é interessante pela gama de atividades e interações que se pode propor aos alunos por ser um ambiente amplamente utilizado na educação continuada. Na verdade, os AVA podem ser classificados também como sendo aplicações com foco no aluno, no conteúdo ou no feedback docente: isso dependerá dos aspectos inerentes a cada proposta pedagógica que se utilizar desse recurso.

Existem portais/aplicativos que ao intercalar vídeos e testes possibilitam uma experiência adaptativa, ou seja, de acordo com os acertos e erros do estudante, propõem um percurso adaptado ao usuário. Um exemplo gratuito desses portais adaptativos é o *Khan Academy*. Algumas dessas plataformas utilizam a Teoria de Resposta ao Item (TRI) para identificar quando o aluno arrisca uma resposta (“chutes”) na escolha da alternativa e para escolher questões compatíveis com o seu provável nível de conhecimento. Por vezes, o sistema escolhe as alternativas incorretas que

vai apresentar nas questões a partir dos erros comuns que acontecem nos questionários. Dessa forma o sistema estima em quais conteúdos o estudante provavelmente está com dificuldades. As plataformas adaptativas são focadas no conteúdo, mas não substituem o papel do professor, seja pela impessoalidade, seja por não abordarem os temas transversais necessários à formação do cidadão.

A terceira classificação são as plataformas com eixo no *feedback* ao professor. Essas buscam colaborar com o docente em seu trabalho de acompanhar o processo de ensino-aprendizagem. A plataforma apresentada no parágrafo anterior, *Khan Academy*, possui uma funcionalidade com eixo no feedback ao professor que permite a ele acompanhar o progresso dos seus alunos bem como propor caminhos e receber relatórios.

A classificação apresentada auxilia na caracterização desses recursos, ainda que possam coexistir funcionalidades distintas de um mesmo sistema, fazendo com que a classificação possa ser empregada a esses recursos (ou partes de um sistema) e não a ele como um todo. Assim se espera que possa colaborar com a análise e seleção dos diferentes sistemas para implantação no ensino.

Um outro recurso que, conforme seu uso, tem o eixo no *feedback* docente, são as plataformas CRS (*Classroom Response System* - Sistema de Resposta em Sala de Aula). É essa a tecnologia que foi utilizada em nossa pesquisa para promover a interação com os estudantes e que detalharemos no tópico seguinte.

2.5 Sistema de Resposta em Sala de Aula

Sistema de Resposta em Sala de Aula é uma categoria de sistemas eletrônicos que tem como objetivo tornar automática a coleta de respostas de forma a otimizar a comunicação em reuniões com muitas pessoas. Do ponto de vista de hardware, inicialmente era composto apenas por dispositivos eletrônicos dedicados a esse fim, conhecidos como *clickers* ou *keypads*, que eram distribuídos aos participantes. Os equipamentos permaneciam conectados a uma central junto ao palestrante. Quando requisitado, o sistema automatizava a votação e apresentação dos resultados. Devido ao seu alto custo, é utilizado em contextos específicos, principalmente em grandes audiências.

Os *clickers* ou *keypads*, equipamentos dedicados exclusivamente para o uso com um CRS, são entregues aos participantes, esses contêm uma série de botões usados para indicar quais foram as escolhas ou respostas a um questionamento. Os

dados são coletados pela unidade central, que contabiliza automaticamente as escolhas feitas, podendo gerar, por exemplo, um gráfico que pode ser apresentado ao auditório em tempo real. Inicialmente, esses equipamentos transmitiam os votos via cabo, mas atualmente usam radiofrequência ou infravermelho, o que aumentou a mobilidade e utilização do mesmo sistema em várias salas.

Em alguns centros de ensino nos EUA e Europa, o *clicker/keypad* tornou-se material didático a ser adquirido pelo aluno, como o caderno e o livro (EDUCASE LEARNING INITIATIVE, 2005). Hoje, com a popularização dos DMD e da internet muitos desses sistemas eletrônicos de votação se adaptaram para permitir que o *smartphone* seja utilizado em conjunto com esses equipamentos dedicados.

Tendo em vista a flexibilidade e potencial dos DMD, outras empresas de software têm desenvolvido portais/aplicativos que asseguram a mesma experiência dos *clickers/keypads* sem que seja necessária a aquisição dos equipamentos de hardware dos sistemas de voto. Muitos deles extrapolam as possibilidades iniciais e são munidos de outros recursos, mas funcionando exclusivamente com DMD. Nessa proposta de CRS os DMD são usados para acessar o site ou portal na internet que disponibiliza o acesso a plataforma por meio do web-browser existente no dispositivo. Aplicativos dedicados também são disponibilizados pelas empresas nas lojas de aplicativos.

Para os estudantes, o acesso ao recurso equivale à experiência cotidiana de navegar pela internet, ou de trocar canais com o controle remoto de televisor em sua sala. De forma geral, não é necessário treinamento para o uso do aluno.

Atualmente existem opções, ainda que proprietárias, que oferecem esse tipo de serviços gratuitamente, mas com algumas limitações. Também existe o desenvolvimento de algumas opções *opensource* disponibilizadas na internet, permitindo a instalação nos servidores das instituições. Os fabricantes dessas plataformas buscam entusiasmar os professores e gestores, para isso reforçam que seus sistemas extrapolam as possibilidades unidirecionais dos slides (de programas de apresentação) e, por isso, promoveriam engajamento dos estudantes; além do mais, o docente tem acesso em tempo real ao desempenho das atividades de cada aluno e da sala, favorecendo avaliações de aprendizagem no momento em que essa acontece e permitindo o replanejamento das estratégias de aula no decorrer da mesma.

Ainda que enquadrar determinada plataforma como um CRS não seja uma tarefa difícil, as particularidades de cada uma fazem com que difiram bastante entre si. A Tabela 4, construída por meio de pesquisa exploratória com os mecanismos de busca na internet, apresenta alguns dos softwares e plataformas CRS encontradas e disponíveis no mês de agosto de 2017. Além do nome e site, a tabela apresenta a licença do software, bem como algumas das condições ou limitações para uso educacional gratuito nesta data. Ainda que seja efêmera essa informação, dada a dinamicidade das mudanças e do “tempo de vida” dos recursos oferecidos na internet, seu conteúdo revela que muitos modelos de negócio encontram potencial alvo de interesse nesse tipo de recurso.

Mesmo que a maior parte das opções de CRS disponíveis *online* na internet sejam proprietárias, existem algumas tecnologias *opensource*³ em desenvolvimento, entre estas destaca-se duas opções de plataformas abertas: *ARSnova.click* e *Openslides*. *ARSnova.click* é voltada ao ambiente educacional e tem suas funcionalidades inspiradas na plataforma comercial *Kahoot*, por isso segue uma proposta “gamificada”⁴ na apresentação dos testes. Pode ser instalado em um computador que funcione como servidor de acesso, ou utilizado diretamente a partir do site de acesso na “Internet” disponibilizado pelos desenvolvedores. Já a plataforma *Openslides* é voltada principalmente para eventos e congressos, e por isso oferece uma série de funcionalidades desnecessárias para sala de aula, ainda que se constitua em um excelente ponto de partida para desenvolvimento de soluções voltadas ao ambiente acadêmico/escolar que pode ser instalado no computador pessoal do professor, permitindo a concentração dos dados gerados pelo sistema dentro do ambiente escolar.

³ Tecnologias *opensource*, em português código aberto, são aquelas em que os desenvolvedores compartilham os arquivos do projeto, o que permite a colaboração em seu desenvolvimento bem como a alteração de funcionalidades. Contrapõe à proposta de tecnologias proprietárias, em que os códigos são resguardados e são cobradas taxas para uso.

⁴ Proposta “gamificada” trata-se do emprego na elaboração do sistema das metodologias de engajamento, design e interação próprio dos jogos eletrônicos. Também chamado de gamificação.

Tabela 4 – Lista com alguns softwares CRS disponíveis em agosto de 2017

Nome	Site	Licença	Uso Gratuito	Condição para uso gratuito
ARSENIC	uwmsk.org/arsenic/	Opensource	Sim	Instalação
ARSnova.click	arsnova.click/	GPL v3.0	Sim	Nenhuma
Blickers	http://www.theinteractivestudio.com/blicker/#services	Proprietário	Sim	Nenhuma
EZ-VOTE Connect	www.meridiaars.com/ez-vote-connect-audience-response-software/	Proprietário	Não	-
iClicker	www.iclicker.com/	Proprietário	Não	-
IQPolls	iqpolls.com/	Proprietário	Sim	25 participantes
Kahoot	kahoot.it/	Proprietário	Sim	-
Letsfeedback	letsfeedback.com/en/home/	Proprietário	Sim	250 participantes
MARS	danielausparis.github.io/mars/	GNU GPLv3	Sim	Instalação
Meetoo	www.meetoo.com/	Proprietário	Sim	10 participantes
Mentimeter	www.mentimeter.com/	Proprietário	Sim	Máximo 2 questões por apresentação
MOARS	moars.com/	Opensource	Sim	Instalação
Nearpod	www.nearpod.com/	Proprietário	Sim	30 participantes
OMBEA	www.ombea.com/gb	Proprietário	Não	-
Openslides	openslides.org/	MIT	Sim	Instalação
PearDeck	www.peardeck.com/	Proprietário	Trial	-
Plickers	www.plickers.com/	Proprietário	Sim	Instalação
Pushone	www.pushone.com/	Proprietário	Não	-
Poll Everywhere	www.polleverywhere.com	Proprietário	Sim	25 participantes
Presefy	presefy.com/#/landing	Proprietário	Não	-
Presentain	presentain.com/	Proprietário	Não	-
Quizizz	quizizz.com/	Proprietário	Sim	-
QuizSocket	quizsocket.com/	Proprietário	Não	-
Sensteps	sendsteps.com/	Proprietário	Sim	20 participantes
Shakespeak	shakespeak.com/	Proprietário	Sim	20 participantes
Slidedog	slidedog.com/	Proprietário	Sim	Instalação
SMSPOLL	www.smspoll.net/	Proprietário	Sim	15 participantes e 300 votos por mês
Socrative	socrative.com/	Proprietário	Sim	50 participantes
StuReSy	sturesy.sourceforge.net/	Affero GNU	Sim	Instalação
Voxvote	www.voxvote.com/	Proprietário	Sim	Para professores
Vpoll Mobile	www.vistacomusa.com/products/	Proprietário	Não	-

É preciso bastante critério na comparação entre esses CRS, pois apresentam inúmeras diferenças em suas funcionalidades. Além disso, os sistemas são atualizados com relativa rapidez, eventualmente levando à necessidade de substituição de um sistema por obsolescência, ou ainda abandono do projeto.

A grande maioria das plataformas exige que o professor faça um cadastro, tenha *login* e senha para acesso aos recursos, como a criação de lições interativas. Por exemplo, quando o professor disponibiliza a tarefa aos alunos, durante a aula, geralmente é disponibilizado um código de acesso que deve ser fornecido aos alunos para poderem acessar a lição.

Uma grande diferença que as plataformas apresentam está relacionada aos tipos de questões disponíveis. Algumas delas são:

- Pesquisa de opinião com alternativas, sem que tenha uma correta;
- Múltipla-escolha, com alternativa correta;
- Verdadeiro-Falso;
- Alternativas com pesos, ou possibilidade de mais de uma escolha;
- *Brainstorm* ou *Wordcloud* (nuvem de palavras), o que permite colaboração por meio de votos ou repetição da mesma palavra;
- Texto curto e texto longo, para respostas discursivas;
- Preenchimento de espaços, para situações em que é fornecida uma frase com palavra ou expressões faltantes, que deverão ser preenchidas pelos estudantes;
- Resposta numérica com precisão definida, para questões que envolvem cálculos;
- Escolha de imagem na internet, desenho sobre tela ou foto, que pode ser tirada na hora;
- Escolha de um ponto dentro de uma imagem;
- Ordenar ou organizar uma lista;
- Voto ou eleição;
- Gravação de áudio;
- etc.

O tipo de pergunta clássico, presente nos *clickers*, é a múltipla escolha, e esta opção está presente em todos os aplicativos destinados à DMD. A grande diversidade nos tipos de questão é também percebida na forma de apresentação de respostas.

O design de cada plataforma também é um aspecto que as distingue entre si, algumas são voltadas para o público infanto-juvenil, outras para o adulto. Muitas delas aproveitam conceitos de “gamificação”, seja no visual apresentado como nos recursos extras e propostas de uso.

Outros aspectos relevantes são: tipos de relatórios gerados automaticamente, integração com AVA, projeção de slides nos DMD dos alunos, integração com software de apresentação de slides e possibilidade de voto por meio de mensagem SMS, eliminando a necessidade de acesso à internet por parte dos estudantes.

Como qualquer tecnologia, os possíveis usos de recursos tecnológicos em sala de aula provavelmente irão reproduzir as teorias pedagógicas adotadas por cada docente. Além disso, o fato do professor durante sua formação, não ter convivido e utilizado essa tecnologia que emerge em nosso cenário atualmente, nem ter vivenciado situações em que o recurso tenha sido empregado, pode comprometer as possibilidades de elaboração criativa de intervenções didáticas. Dessa forma, cabe observar na literatura científica indicações de como elaborar estas intervenções de forma a contribuir com a dinâmica em sala de aula.

A possibilidade oferecida ao professor de coletar respostas dos estudantes rapidamente e as tabular em um gráfico, como também de capturar fotos dos exercícios realizados no caderno, etc. por si só, parecia reduzir esses sistemas a mais recursos técnicos acrescidos à sala de aula, mas consideramos que os ganhos decorrentes de sua utilização podem ser grandes. Por exemplo, em resposta a uma pergunta, há a possibilidade de haver apenas silêncio, ou que os alunos esperem a resposta daqueles estudantes mais participativos ou com saber mais reconhecido, impossibilitando ao professor ter acesso às ideias dos estudantes em geral. Esse *feedback* é importante para o docente decidir se deve avançar na discussão do conteúdo ou se deve introduzir alguma outra atividade sobre os pontos que os alunos tenham mostrado dificuldade.

Esse cenário é um exemplo de situação em que a ferramenta tecnológica em análise pode oferecer um ganho ao professor, possibilitando obter informações sobre as ideias de grande maioria dos alunos, ao invés de alguns poucos que se manifestassem.

A dinâmica proporcionada pela utilização do sistema em sala de aula pode ser composta por três momentos bem delineados: No primeiro o professor propõe uma questão via plataforma que automaticamente coleta as respostas dos alunos. Após

isso inicia-se o segundo momento que consiste na apresentação de uma tela gerada pelo sistema com as respostas coletadas, dessa forma os alunos estarão diante de suas opiniões a respeito da pergunta, geralmente com um apelo visual que visa causar atratividade do ponto de vista gráfico. Conforme o tipo de pergunta isso pode se dar por meio de um gráfico com as ocorrências de cada resposta, ou com a apresentação de todas sobrepostas, no caso da marcação de um ponto em um mapa por exemplo, ou apenas a apresentação da resposta de um dos estudantes, mantendo-os ou não em anonimato. Enquanto as apresenta o professor pode proferir algumas considerações sobre as respostas dos alunos. O terceiro momento acontece após essa apresentação de resultados e consiste em dialogar com os alunos a respeito dos temas e conceitos sustentados pelas respostas apresentadas.

Assim, antes da aula, durante sua preparação, o docente deve elaborar as perguntas que serão usadas na plataforma com certa engenhosidade a fim de promover o diálogo após a apresentação dos resultados, e durante a aula, desde a proposição das perguntas aos alunos (primeiro momento), e durante a apresentação das respostas dos alunos gerada automaticamente pela plataforma (segundo momento) o professor deve exercer escuta e estar atento aos alunos para adaptar seu planejamento àquela realidade quanto a forma de conduzir o momento, cuidando de não comprometer o diálogo ao agir de forma expositiva apresentando as respostas que poderiam vir dos estudantes. Assim o docente poderá aproveitar da melhor forma o resultado apresentado pelo sistema para propiciar a ignição de diálogos ao redor dos conceitos abordados.

É importante ressaltar a necessidade de o professor elaborar intervenções criativas e muito bem estruturadas para investigar de fato a construção conceitual dos alunos.

Elaboração de Perguntas-CRS

Os sistemas CRS atualmente possibilitam significativa diversidade de tipos de perguntas, no entanto, uma vez que as publicações encontradas a respeito de elaboração de perguntas são anteriores ao desenvolvimento das plataformas que utilizam DMD para esse fim, nesse tópico analisaremos publicações internacionais que tem como principal enfoque os *clickers* e, portanto, apenas questões contendo alternativas.

Beatty *et al.* (2006), ao abordar a utilização de sistemas CRS em aulas de Física, afirmam que aprender a usar a tecnologia pode até ser fácil, mas que a dificuldade reside em elaborar perguntas que promovam o diálogo produtivo em sala de aula. As perguntas classificadas como boas para uma avaliação, ou boas para uma aula convencional, não o são para o uso com um sistema CRS. Adaptando o exemplo dos autores, chamaremos as perguntas elaboradas para esse sistema como “Perguntas-CRS”.

Caldwell (2007) afirma que Perguntas-CRS bem desenhadas proporcionam maior sintonia com a forma de aprendizagem dos alunos em cada contexto. Exemplos de boas Perguntas-CRS estão relacionadas a: após apresentar um novo conceito, propor uma pergunta que investigue quais ideias ou categorias estão relacionadas ao mesmo; perguntas que questionem aspectos de um exemplo, com intuito de ensejar uma discussão, ou de promover o entendimento de um novo conceito, perguntas que apliquem um conceito já conhecido em uma nova situação.

Segundo Beatty (2006), questões qualitativas, não alicerçadas em cálculos e memorizações, que trabalhem a essência do conceito seriam mais profícuas e proporcionariam maior engajamento dos estudantes.

Beatty (2004 *apud* CALDWELL, 2007) apresenta alguns direcionamentos frente o desafio de elaborar uma Pergunta-CRS:

- Possibilitar aos alunos conhecerem o ponto de vista dos seus colegas a respeito do tema em questão;
- localizar equívocos e divergências,
- distinguir aspectos entre ideias relacionadas,
- mostrar paralelos e conexões entre as ideias apresentadas,
- explorar ideias em um novo contexto ou aplicadas em uma situação nova,
- abordar um objetivo de aprendizagem específico,
- identificar conhecimentos espontâneos dos alunos.

Caldwell (*Ibdem*), recorrendo à literatura específica, apresenta alguns tipos de perguntas que:

- liguem um aspecto geral ao específico;

- estejam um pouco além da possibilidade atual dos estudantes poderem responder, a fim de suscitar discussão e curiosidade antes de apresentar um novo tópico;
- exijam ordenamento de ideias ou etapas;
- identifiquem problema ou erro em uma série de passos;
- apliquem uma ideia familiar em um novo contexto;
- identifiquem a definição correta em uma lista, dado um termo ou conceito, ou vice-versa;
- dado um gráfico, selecionem a melhor descrição ou interpretação, ou vice-versa;
- combinem um método de análise com um conjunto apropriado, e vice-versa.

Alguns pesquisadores (DUFRESNE *et al.*, 2000 ; PESCADA, 2002; WIT, 2003; BEATTY, 2004; BREWER, 2004; JOHNSON e MCLEOD, 2004; WILSON *et al.*, 2006; *apud Ibdem*) afirmam que é importante também conceber questões com várias alternativas corretas, e até desenhadas de forma que sejam parcialmente corretas, para incorrer em erros. Tanner e Allen (2005 *apud Ibdem*) explicam que explorar esses equívocos conduzem os alunos a uma compreensão mais profunda dos conceitos, superando o entendimento fatural. Para tanto os pesquisadores recomendam ao professor seguir dois passos: identificar as lacunas de entendimento dos estudantes e incluí-las como alternativas, e ao apresentar o histograma de respostas, silenciar e escutá-los atentamente para entender como eles pensam, sobretudo aqueles estudantes que demonstraram equívoco na escolha da alternativa.

De forma prática (WIT, 2003; BEEKES, 2006 *apud Ibdem*) sugere-se na elaboração de uma Pergunta-CRS: apresentar de no máximo 5 alternativas, para acelerar o entendimento da questão por parte dos alunos, investigar o conhecimento de terminologias (alfabetização científica) separadamente do entendimento conceitual, criar respostas erradas que pareçam lógicas, incluir a opção “eu não sei” para evitar o “chute”, eventualmente repetir a pergunta para criar oportunidade de promover emocionalmente os alunos que perceberão sua assimilação dos conceitos (WILSON *et al.*, 2006; KNIGHT; WOOD, 2005 *apud Ibdem*).

Muitos pesquisadores concordam que em uma aula de 50 minutos uma quantidade ideal de intervenções didáticas com a plataforma está entre duas e cinco questões (BURSTEIN; LEDERMAN, 2001; ELLIOT, 2003; JCKSON; TREES, 2003;

BEATTY, 2004; CALDWELL *et al.*, 2006 *apud Ibidem*, p.10). As perguntas não devem ser óbvias, pois tenderiam a entediar os alunos e provocar desânimo ao não possibilitar a articulação de ideias.

Uma vez que a elaboração de Perguntas-CRS tem como principal motivo proporcionar engajamento dos estudantes no diálogo em sala de aula, abordaremos na sequência, o papel do diálogo na interação entre professor e alunos.

2.6 Diálogo em Sala de Aula

A palavra diálogo originou-se da palavra grega *diálogos* que é formada pela justaposição do prefixo “dia” (ao longo de, por meio de) e pelo radical “logos” (palavra, escrita ou falada; estudo).

David Bohm interpreta a palavra diálogo frente à sua origem etimológica como sendo a “corrente de significados, fluindo entre nós e através de nós”. É esse fluir de ideias marcado pela interação entre interlocutores que permite uma compreensão nova não existente no início, e o significado compartilhado age como elemento unificador dos envolvidos nesse contexto. Justamente, por esse elemento unificador que se distingue de outras formas de interação pela palavra, como é o caso da discussão. (BOHM, 1989, p.2)

O diálogo é (ou deveria ser) a principal forma para se estabelecer a atividade educativa que “tem por finalidade aproximar os sujeitos do conhecimento” (GIRCOREANO, 2008, p.44). Para que isso ocorra “a necessidade dos sujeitos que aprendem precisa ser considerada” (*Ibidem*, p.45).

No diálogo acontece uma espécie de negociação (PERUFFO e PEREIRA, 2017) ou construção conceitual de significados. Nele ocorrem processos internos, ou construções mentais, que os interlocutores expressam intencionalmente por meio da palavra. Porém além do que é dito a postura e as expressões corporais colaboram com a comunicação à medida em que permitem possibilidades de interpretação e levantamento de hipóteses, que junto com a palavra ajudam a compor o *feedback*. Enquanto a dinâmica comunicativa permanece coerente, ou seja, enquanto existe nexos no fluxo de ideias, conforme as possibilidades dos interlocutores de prosseguirem com o entendimento, o envolvimento desses com o diálogo é possível.

A dinâmica comunicativa por meio do diálogo é composta por elementos de conhecimento cotidiano das pessoas que são intrínsecos também a dinâmica em sala de aula. Os autores convergem ao identificar implícita ou explicitamente que a

pergunta, a resposta e comentários são partes constituintes do diálogo. Em sala de aula essas manifestações dialógicas podem ser proferidas pelo professor ou pelos alunos, e podem ser dirigidas a um aluno, a vários (ou todos) alunos e/ou ao professor. O conteúdo de cada elemento pode ou não estar associado a assuntos com relação à proposta da aula. Quando acontece essa convergência temática essa interação por meio da palavra é dialógica (BOHM, 1989).

Marcondes Filho (2013) entende o diálogo como representante da comunicação clássica que hoje coexiste ao lado da comunicação irradiada (ou mediada tecnologicamente) e a comunicação das formas digitais. Nos tempos atuais, cada vez mais os indivíduos estão submetidos a inúmeros estímulos de origem comunicacional e isso pode fazer com que as pessoas intensifiquem a frequência com que selecionam quais os estímulos com que deseja se envolver. Esta triagem pode resultar em uma escolha de livre vontade ou pode ser resultado de uma armadilha comunicacional elaborada para atrair a atenção e assim favorecer a pessoa concentrar-se no acontecimento comunicacional, mesmo sem intenção. Assim, a distração também pode ser assumida como elemento que ocorre em uma situação dialógica, ainda que não colabore com essa. Também, de acordo com o autor, o diálogo pode ser apenas fonte de informação e não de comunicação, isso porque o “acontecimento comunicacional” cria no interlocutor um sentido que antes inexistia, alterando-o internamente.

Para que haja diálogo além de quem fala é necessária a figura do interlocutor. Ou seja, sempre quem dialoga assume a existência de alguém que o escuta ainda que seja ele mesmo. Se durante o diálogo for desprezado, ou desconsiderado, o *feedback* do interlocutor, ou, o *feedback* que se assume não corresponde à realidade, a comunicação sucumbe.

Para que o diálogo seja profícuo conhecer seus interlocutores é importante, assim poderá haver maiores possibilidades para engajá-los no processo de interação. Uma vez que cada pessoa é considerada individualmente no processo comunicacional e experimenta esse fato aumentando sua identidade com o grupo e assim pode aumentar seu compromisso com o diálogo.

A relação de cada indivíduo com o grupo e os ensejos dialógicos que ocorrem nessa esfera se constitui em outro fator importante para intensificar o engajamento de cada um com a proposta docente na sala de aula. Os conceitos de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e Zona de Desenvolvimento Real (ZDR), proposto

por Vygotsky (REGO, 1994) em sua teoria sociointeracionista elucida a importância do papel do diálogo e interação no ambiente escolar na relação entre atividade social e cultural (aprendizagem) e a maturação fisiológica do sistema nervoso central (desenvolvimento). Se por um lado a ZDR (sinteticamente refere-se ao que a pessoa consegue realizar sem ajuda) revela os ciclos de desenvolvimento já completados, por outro, a ZDP (o que a pessoa realiza com ajuda de um par experiente) indica os ciclos que estão em maturação o que do ponto de vista educacional auxilia na análise prospectiva do desenvolvimento do aluno. A ZDP é mobilizada por meio da interação entre as pessoas e essa tem o diálogo como instrumento privilegiado.

Se o diálogo é um fator essencial ao desenvolvimento o professor pode buscar sua interlocução com os alunos bem como durante a elaboração de atividades privilegiar propostas alicerçadas na sócio-interação, ou seja, assumir antes, durante e depois das atividades educacionais que “um aspecto essencial do aprendizado é o fato de ele criar a zona de desenvolvimento proximal” (VYGOTSKY, 2010, p.103).

Assim a dinâmica da sala de aula deve oportunizar o contato entre os estudantes bem como do professor com esses, de forma a permitir que por meio da colaboração entre si possam se ajudar mutuamente proporcionando oportunidades de aprendizado e, por conseguinte, de desenvolvimento.

A essa altura podemos nos perguntar: professor e alunos dialogam em suas classes, com a estrutura tradicional que mantém suas relações nas salas de aula? Gircoreano (2008), sobre essa questão, coloca que:

Professor e aluno dialogam? Normalmente falam, mas é possível que nem sempre esse diálogo se efetive de forma a que realmente esteja havendo comunicação entre educandos e educadores, de que eles estejam se entendendo, ou mesmo falando sobre a mesma coisa, pois “[...] não há leitura direta da linguagem e da fala. Aquilo que foi transmitido, assim como aquilo que vai ser capturado, extrapola, e muito, o sentido que foi estabelecido originalmente” (MRECH, 2002). O que o aluno fala pode não ter apenas um significado, mas uma infinidade e suas elaborações podem ter sentidos totalmente diferentes daqueles apresentados pelo professor. (GIRCOREANO, 2008, p. 45)

Ainda que existam entraves ao diálogo em diversos contextos, “o diálogo é essencial no processo de ensino-aprendizagem, de tal forma, que por meio da interlocução das partes torna-se possível diagnosticar as características do entendimento e viabilizar novos caminhos de comunicação” (OLIVEIRA, 2017, p.3).

Assim, em sala de aula um tipo de elemento recorrente no diálogo é a explicação que visa apresentar aspectos ao redor de um conhecimento formal com o intuito de ajudar o interlocutor a apreendê-lo.

Quando o diálogo proporciona um ambiente favorável aos participantes, há a possibilidade de questionarem suas pressuposições raiz (BOHM, 1989), ou seja, predisponem-se a interpelar a validade de seus conhecimentos, verdades e valores. Desta forma o diálogo alcança potencial transformador dos conceitos pessoais. Por isso em uma época marcada por crises, injustiça social, corrupção e embates ideológicos, como a que vivemos hoje, um dos desafios inerentes ao diálogo é a confiança entre as partes sem a qual a relação dialógica não pode se estabelecer de fato.

Oliveira (2017) ressalta que na sala de aula o professor consegue manter diálogo a maior parte das vezes com os alunos mais participativos e não se efetiva uma relação dialógica que contribua para o aprendizado com a outra parcela dos estudantes. Frente esta dificuldade real do ensino presencial, o autor afirma:

Estes entraves demonstram a necessidade de atualização do ensino presencial no que tange viabilizar formas de promover a ampliação nesse cenário comunicacional dentro da sala de aula. Para tanto, pode-se olhar para as tecnologias disponíveis, pois a ampliação das possibilidades comunicacionais pode repercutir no engajamento do estudante, no clima socioemocional em sala de aula e no diagnóstico de aprendizagem. (OLIVEIRA, 2017, p.6)

Dessa forma o diálogo efetivo em sala de aula é essencial para que a aprendizagem seja possível para maior número de indivíduos e não apenas alguns.

Algumas ideias de Paulo Freire sobre o diálogo

Para o educador Paulo Freire (2002), a capacidade de desenvolver o diálogo é um saber indispensável ao professor em sua prática educativa. No entanto, como atesta o autor, são muitas as formulações que explicitam a resistência docente em enveredar na dialogicidade em sala de aula.

Em seu ensaio *Comunicação ou Extensão?* (2013), Freire assume como objeto para reflexão sua experiência pedagógica no Chile, em que acompanhou agrônomos-educadores no ensino de técnicas agrárias a camponeses. Sua atuação nesse programa educativo constituiu-se valiosa fonte de análise e reflexão para cunhar o conceito de interação dialógica em contexto educacional (PESCE, 2007).

Em certo momento dessa obra, Paulo Freire apresenta alguns questionamentos dos agrônomos-educadores contra sua proposta de interação dialógica, utiliza e “dialoga”, nas páginas do livro, com estas perguntas a fim de fundamentar e estruturar seu conceito (FREIRE, 2013, p.54-55). Alguns exemplos de indagações que os agrônomos, resistentes a suas ideias, lhe dirigiam foram:

[...]’como, então, perder um tempo tão grande procurando adequar nossa ação às condições culturais dos camponeses? Como perder tanto tempo dialogando com eles?’. ‘Há um ponto mais sério ainda’, sentenciam outros. ‘Como dialogar em torno de assuntos técnicos? Como dialogar com os camponeses sobre uma técnica que não conhecem?’. Seria possível o diálogo se o seu objeto girasse em torno de sua vida diária, e não em torno de técnicas? (FREIRE, 2013, p.54-55)

Paulo Freire (*Ibdem*) frente a estas perguntas, que conforme sua análise mais parecem afirmativas, assume como situação inicial a hipótese de que os proponentes delas antes de as formular teriam investido em experiências dialógicas, em que “a dinâmica do grupo que se buscou não estava ‘orientada’ por técnicas dirigistas e que, apesar de tudo, o diálogo foi difícil e a participação foi nula, ou quase nula” (*Ibdem*, p.58).

Para Freire (*Ibdem*), as razões que teriam conduzido os camponeses a permanecerem mudos frente ao convite dialógico provêm da opressão que os condiciona, e no caso chileno, essa situação opressiva têm o latifúndio como um ícone histórico-cultural das relações estruturais rígidas e verticais, e esse fato é evidenciado quando o autor disserta sobre situações onde percebeu que o silêncio camponês não aconteceu:

[...] Mutismo que começa a desaparecer de uma maneira ou de outra nas áreas de reforma agrária ou nas que estão sofrendo a influência do testemunho destas áreas, como observamos no caso chileno. (FREIRE, 2013, p. 61)

Em decorrência disso, o primeiro diálogo proposto por ele frente ao mutismo é aquele que problematiza seu próprio silêncio e suas causas. Isso também evidencia o porquê que o trabalho dos agrônomos não deve resumir-se na transmissão das técnicas, pois estas dependem dos homens que às utilizarão, e esses irão agir na realidade social em que estão inseridos. Logo, conhecer a realidade e os homens é ponto fundamental para que esses incorporem em sua cultura novas formas de ver e fazer no seu mundo.

No tempo que se “perde” com a dialogicidade é que se constrói a confiança entre o agrônomo e o camponês e a autoconfiança do camponês. É, portanto, um tempo que se ganha em solidez e segurança (*Ibdem*), tempo que promove a emancipação ao “refutar a hegemonia educacional reprodutora do *modus vivendi*” (PESCE, 2010, p. 49). O tema de outra pergunta feita pelos agrônomos a Paulo Freire perpassa a impossibilidade de dialogar a respeito de técnicas agrícolas por se tratar de assuntos alheios aos conhecimentos dos camponeses. Diante dessa questão com foco específico, Freire a estende para todos os campos do saber, e afirma que não se propõe adivinhações com perguntas sobre assuntos desconhecidos, ou que seja reconstituído o percurso de construção de cada saber até os dias de hoje, antes, o que se pretende é “a problematização do próprio conhecimento em sua indiscutível relação com a realidade concreta na qual se gera e sobre a qual incide, para melhor compreendê-la, explicitá-la, transformá-la” (FREIRE, 2013, p.65). O diálogo deve promover a relação do saber com o cotidiano, bem como, “o sentido do saber como uma permanente busca” (*Ibdem*, p.66). Para isso o professor deverá lançar uso de problematizações, como: “Por quê? Como? Será assim? Que relação vê você entre sua afirmação feita agora e a de seu companheiro ‘A’? Haverá contradição entre elas? Por quê?” (*Ibdem*, p.67).

Além do mais, o diálogo problematizador sobre os conhecimentos técnicos é condição para sua aplicação prática. O autor afirma que é impossível o camponês assimilar os procedimentos técnicos sem que esses repercutam em outras dimensões de sua vida, bem como, é impossível uma educação neutra, logo a imposição do conhecimento, da forma que era praticada pelos agrônomos-educadores no Chile (desconsiderando a cultura dos camponeses e considerando-os inferiores), era uma forma de reafirmar a opressão da condição camponesa (*Ibdem*).

Posto isso, percebemos que a preocupação de Freire não é cumprir em plenitude um currículo, mas antes conscientizar e despertar o espírito crítico em vista da emancipação. Ainda que, para ele, a ação educativa do agrônomo também deve contemplar a apropriação das técnicas agrícolas a qual ela se destina, ou seja, esse conhecimento é parte do todo e não o todo.

Para o autor o papel do ambiente escolar:

não é a transferência ou a transmissão do saber nem da cultura; não é a extensão de conhecimentos técnicos; não é o ato de depositar informes ou fatos nos educandos; não é a perpetuação dos valores de

uma cultura dada; não é o esforço de adaptação do educando a seu meio. (FREIRE, 2013, p. 106-107)

Ao contrário disso, o ambiente escolar destina-se a uma “educação como prática de liberdade”, e para isso, como afirma o autor:

o papel do educador não é o de “encher” o educando de “conhecimento”, de ordem técnica ou não, mas sim o de proporcionar, através da relação dialógica educador-educando educando-educador, a organização de um pensamento correto em ambos. (FREIRE, 2013, p. 68)

Para ele, é esse diálogo que possibilitava a emancipação dos alunos e dos professores. Freire criticou de modo incisivo a estrutura tradicional do ensino, com o saber centrado no professor e, cabendo aos educandos o papel de absorver o saber trazido por aquele. O ensino proporcionado nesse contexto foi por ele denominado de educação bancária (*Idem*, 2002). Ele “apontou a ‘educação bancária’ como algo a ser combatido. Em sua obra, de forma recorrente ele denuncia a redução do papel do professor a mero transmissor de informações” (OLIVEIRA, 2017, p.6).

Percebemos que, para Freire, os elementos do diálogo vistos: explicação, pergunta, resposta e comentários devem ser mobilizados pelo docente para provocar a participação dialógica dos estudantes, valorizá-los, bem como perscrutar sua visão de mundo para inseri-la no ato educativo. Dessa forma, ao inserir a visão do estudante, aumentar sua identificação com o momento educativo e sua atuação na construção do seu saber e dos outros.

Freire declara que o diálogo é algo que o acompanhou desde a sua infância com sua família e por toda sua trajetória como educador. Seu interesse lhe possibilitou identificar aspectos importantes do ato de dialogar, sobretudo na ação educativa. Ele divide o diálogo em três momentos distintos:

[...] ocorre a partir da investigação temática, da tematização do conhecimento articulada à realidade vivida e da problematização do conhecimento (FREIRE 1983 *apud* PESCE, 2003, p. 63)

A investigação temática (PESCE, 2010) é o momento em que professor e alunos procuram levantar os denominados temas geradores, que se caracterizam principalmente por ser assunto que perpassa a visão de mundo do grupo escolhido por ele, e por isso, estratégico para ser aprofundado, debatido, e proporcionar modificação e transformação. Essa procura, inicialmente, é a oportunidade de professor e alunos se aproximarem e se conhecerem mais. A escuta docente é uma qualidade para o desenvolvimento de investigações temáticas, sobretudo se esta

eclodir em perguntas, que colaborem para novas intervenções, e não que sugira o equívoco de que o professor seja, ou se considere, retentor do conhecimento.

Algumas perguntas que podem habitar a pesquisa intencional do professor são: “O que move meus alunos?”, “O que os interessa que perpassa a realidade dos conhecimentos que serão estudados?”, “Quais as injustiças, ou conflitos pessoais, que podem ser emancipados frente a aproximação desses assuntos?”. A relevância do tema gerador frente a perspectiva cultural dos alunos é importante, caso contrário, poderá não gerar interesse desses nem permitirá a relação dos estudantes com seu contexto, por isso o professor deve portar-se como um pesquisador. Cada aluno, cada turma, cada escola com seu entorno, cada realidade tem potencial de significativa descoberta para o professor aproximar-se da visão dos alunos e do que os motiva em conjunto.

O segundo momento é a tematização do conhecimento articulada à realidade vivida (*Ibdem*). Nesse, o tema gerador é utilizado para abarcar os conhecimentos dos alunos, ao redor de situações de suas vidas, para os contrapor e relacioná-lo ao conhecimento científico, que é assumido como algo em construção e não uma verdade dogmática, concluída. Os alunos são posicionados frente à ciência como pessoas que podem contribuir com suas ideias. “Destas forma os alunos posicionam seus conhecimentos frente ao conhecimento assumido atualmente pela ciência, e discutem os vínculos e as conexões entre esses saberes e as descobertas científicas, questionando e aferindo suas realidades” (OLIVEIRA, 2017, p.7).

O outro tipo de momento proposto por Freire, é a problematização (FREIRE, 2013). Pesce (2010) o define nas seguintes palavras:

A tarefa do educador é a de problematizar, aos sujeitos sociais em formação, o conteúdo que os mediatiza e não a de dissertar sobre esse dado conteúdo. Na instância problematizadora incide a atitude do professor libertador, ao tratar os conteúdos de ensino como instrumentos em favor da conscientização e, conseqüentemente, da emancipação humana. [...] Problematizar, no entendimento freireano, é trabalhar no polo educacional reconstrutor; é refutar a hegemonia educacional reprodutora do modus vivendi. (PESCE, 2010, p.49)

Assim, o diálogo e a problematização objetivam a conscientização, de forma que o desenvolvimento da criticidade permite uma nova leitura de mundo.

Paulo Freire era adepto da inserção tecnológica em sala de aula, o que é ilustrado pelo fato de que em sua atuação docente utilizou “projektor de slides, o rádio, a televisão, gravadores, videocassete e contemplou curiosamente o computador”

(ALENCAR, 2005, p.3). Porém, o papel ocupado por ela deve ser engendrado na proposta pedagógica a fim de contribuir com alguma necessidade eminente. Ao falar acerca de sua visão sobre a tecnologia, afirma:

Nunca fui ingênuo apreciador da tecnologia: não a divinizo, de um lado, nem a diabolizo, de outro. Por isso mesmo sempre estive em paz para lidar com ela. Não tenho dúvida nenhuma do enorme potencial de estímulos e desafios à curiosidade que a tecnologia põe a serviço das crianças e adolescentes das classes sociais chamadas favorecidas. Não foi por outra razão que, enquanto secretário de educação da cidade de São Paulo, fiz chegar à rede das escolas municipais o computador. [...] O avanço científico e tecnológico que não corresponde fundamentalmente aos interesses humanos, às necessidades de nossa existência, perdem para mim sua significação. (FREIRE, 1997, p. 97-8, 147 *apud* PESCE, 2010, p.47)

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Esse capítulo apresenta o percurso metodológico elaborado para enfrentar o problema estudado. Para tanto, inicia-se apresentando a natureza da pesquisa e suas etapas, após são detalhados os procedimentos e instrumentos utilizados.

3.1 Natureza da pesquisa e Etapas

A pesquisa assume como objeto identificar e analisar as possibilidades didáticas e de diálogo que possam surgir em sala de aula de Física quando utilizam-se os DMD dos alunos em um sistema CRS. É uma pesquisa qualitativa, de natureza aplicada, uma vez que se apoia na atividade prática para sua realização e reflexão. A abordagem qualitativa é a que se adequa ao desenho desse estudo, por assumir que os significados e as relações construídas e vivenciadas na sala de aula são as mais relevantes para descrever e analisar nossa questão. Chizzotti (2013) afirma que na pesquisa qualitativa:

o pesquisador supõe que o mundo deriva da compreensão que as pessoas constroem no contato com a realidade nas diferentes interações humanas e sociais, [...] Tais pesquisas [...] designadas como *qualitativas*, termo genérico para designar pesquisas que, usando, ou não, quantificações, pretendem interpretar o sentido do evento a partir do significado que as pessoas atribuem ao que falam e fazem. (CHIZZOTTI, 2013, p. 27-28, grifo do autor)

Mais especificamente nossa pesquisa tem características de uma pesquisa-ação em que o pesquisador faz parte do grupo em estudo e faz intervenções intencionais. Conforme Thiollent (2011, p. 20) “é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação”.

Baseando-se no arcabouço oferecido pela produção científica acerca do tema a primeira etapa do nosso trabalho se constituiu na revisão de literatura que permitiu situar o estudo frente a produção acadêmica atual, e da revisão bibliográfica utilizada na construção dos referenciais teóricos, que contempla uma visão das tecnologias e comunicação em relação ao ensino no arco da história, no contexto nacional, em algumas discussões sobre tecnologia e educação no Brasil, bem como na sala de aula, em particular a de Física. Dessa forma foi possível contar com embasamentos específicos para alicerçar a ação em campo.

No passo seguinte, foram elaborados e testados os instrumentos de coleta de dados tendo em vista a necessidade de mapear os sujeitos da pesquisa do ponto de

vista de caracterização pessoal e inclusão digital com DMD, também para entender quais os limites dessa pesquisa. Aspectos a respeito desses instrumentos serão discutidos nos itens 3.2.3 e 3.2.4.

Os participantes da pesquisa foram escolhidos considerando o desejo de analisar situações encontradas na sala de aula em que os limites tecnológicos fossem reais bem como os compromissos docentes com os prazos, currículo e políticas institucionais. A escolha da plataforma foi o passo seguinte.

Depois, a etapa de desenvolvimento marcada por ciclos de “ação-reflexão-ação” com a cooperação entre professor e pesquisador no planejamento de quatro intervenções didáticas. A elaboração de intervenções utilizando um CRS, tecnologia que era conhecida apenas teoricamente tanto pelo pesquisador quanto pelo professor, fez com que essa etapa fosse também exploratória. Seu detalhamento é apresentado no capítulo específico do desenvolvimento da pesquisa sobre a elaboração e aplicação das intervenções didáticas, item 4.3.

A etapa final, o tratamento dos dados foi feito por meio da Análise de Conteúdos (FRANCO, 2005) a fim de analisar e identificar categorias de interação e possibilidades dialógicas a partir do emprego dos DMD no grupo estudado e que permitiu a elaboração da discussão e a construção das considerações decorrentes de nossa pesquisa.

3.2 Procedimentos e Instrumentos

Os procedimentos definidos foram a seleção da turma e a seleção da plataforma CRS. Compuseram os instrumentos o questionário de identificação dos sujeitos da pesquisa, o questionário de fluência digital com DMD, o diário de bordo da observação participante das aulas (com registo audiovisual), as reuniões de reflexão e elaboração das intervenções didáticas.

Abaixo segue descrição dos procedimentos e instrumentos.

3.2.1 Seleção da turma

Escolhemos uma turma de disciplina correlacionada a área de ciências e matemática e de curso superior. Esses quesitos se relacionam a decisão dos pesquisadores. O assentimento da direção seguida da permissão do coordenador e

do professor (conforme está detalhado no item 3.5) possibilitaram a proposição da pesquisa.

A solicitude com que a nossa pesquisa foi acolhida pelos professores responsáveis foi notável e em um segundo momento isso permitiu obter o consentimento dos estudantes, o que homologou a definição dos sujeitos da pesquisa. Grupo esse formado pelo docente da disciplina Física e pelos estudantes de um curso superior de tecnologia na área industrial de uma Instituição de Ensino Superior da capital de São Paulo.

3.2.2 Seleção da plataforma

Para seleção da plataforma, foi prevista a necessidade de pesquisa exploratória e análise das opções que oferecessem acesso gratuito aos recursos. Os critérios assumidos inicialmente foram a operacionalidade da plataforma frente às limitações técnicas da instituição e dos dispositivos dos estudantes da turma, os recursos oferecidos pela plataforma e a qualidade da documentação para viabilizar o aprendizado e sua utilização durante a pesquisa.

3.2.3 Questionário de Identificação dos Sujeitos da Pesquisa

O questionário (Apêndice B) visa coletar informações para que possam ser identificados aspectos do grupo pesquisado e assim embasar a caracterização dos sujeitos da pesquisa. Ele foi disponibilizado logo no início da pesquisa por meio eletrônico e após duas semanas foi reencaminhado em formato impresso para os sujeitos que não responderam de forma digital.

Os dados obtidos também auxiliaram a delimitar a abrangência da pesquisa.

3.2.4 Questionário de Fluência Digital com Dispositivo Móvel Digital

Propusemos esse questionário (Apêndice C) para obter informações relativas a frequência e proficiência do uso dos DMD pelos alunos. Essa informação é relevante uma vez que o estudo analisa a utilização dos *smartphones* e *tablets* em sala de aula e assume que a fluência digital dos estudantes é o ponto de partida, ou seja, não se pretende implementar uma etapa de letramento digital com os estudantes. A Figura 3 apresenta as seções do questionário elaboradas por meio de buscas na internet para

determinar os recursos, as terminologias em voga e as informações para categorizar, aferir formas de uso e níveis de usuário.

A primeira seção (Identificação e frequência) além de identificar o sujeito da pesquisa sonda como esse classifica a sua frequência de utilização do *smartphone*. A seção seguinte (Acesso à internet) verifica como é a conexão a internet cotidianamente utilizada por cada respondente. A terceira seção (Comunicação com outras pessoas) identifica como o dispositivo é usado para a comunicação com outras pessoas e a quarta (Outros usos do DMD) enfoca outros usos do DMD que não se relaciona com comunicação interpessoal. A quinta seção (Conhecimentos técnicos acerca dos DMD) diagnostica conhecimentos técnicos acerca do dispositivo o que para nós indicaria um nível alto de fluência digital entre usuários. Por fim, a última seção (Dispositivos Digitais na sala de aula presencial) avalia o uso do DMD dentro da escola em outras disciplinas cursadas pelo grupo de alunos.

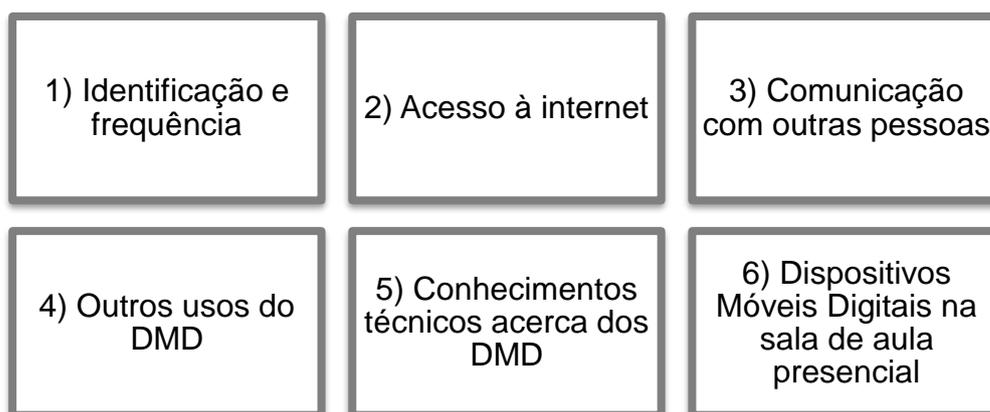


Figura 3 – Seções do Questionário de Fluência Digital

Os dados desse questionário têm sua relevância pelo fato de que os sujeitos utilizaram *smartphones* durante os momentos de aplicação da pesquisa e a familiaridade dos estudantes com esse dispositivo tem repercussão direta na inserção tecnológica. Esse questionário foi testado com um grupo de usuários de redes sociais, o que permitiu por comparação direta inferir o nível de fluência digital dos sujeitos da pesquisa.

3.2.5 Reuniões de reflexão e elaboração das intervenções didáticas

As reuniões de reflexão e elaboração anteriores às intervenções, realizadas pelo pesquisador e o professor que acolheu a pesquisa, tiveram como objetivo programar a realização das atividades de tomada de dados. O ponto de partida é o

conteúdo que consta no plano de aulas. Esses encontros objetivaram fazer um planejamento prospectivo acerca da pertinência das ações e atividades que seriam propostas no decorrer da pesquisa.

Os encontros para preparação das atividades ocorridos durante a realização das intervenções didáticas iniciaram-se com a reflexão sobre o desenvolvimento e fatos ocorridos na intervenção anterior para avaliar os procedimentos e obter elementos para delinear as ações seguintes.

3.2.6 Diário de Bordo da Observação participante das aulas

Durante as aulas, confeccionamos um Diário de Bordo com a descrição do desenvolvimento da aplicação das intervenções didáticas em sala com o objetivo de compor uma das fontes para análise. O registro, realizado pelo pesquisador quando atuou em observação participante, é composto por anotações de todos os acontecimentos percebidos e as pessoas envolvidas neles; quando atuou como professor, o diário de bordo fazia referência direta ao registro audiovisual considerado minuto a minuto.

Parte dos diálogos ocorridos foram transcritos nas descrições. O diário de bordo junto com o registro audiovisual é o principal instrumento para coleta de dados por registrar as configurações comunicativas em sala de aula durante o desenvolvimento das atividades da pesquisa.

3.3 Contexto da investigação

Para realização da nossa pesquisa, buscamos encontrar uma disciplina em que o professor ministrasse suas aulas sem utilizar os DMD de forma planejada ou intencional, para realizar a análise a introdução do sistema selecionado no desenvolvimento das aulas, observando como o diálogo entre professor e alunos se desenvolveria com essa tecnologia no contexto da sala. Deseja-se observar as formas da comunicação enquanto ela acontece.

Como o contexto é de primeiro contato com a tecnologia CRS e sabe-se da existência de estágios de evolução para o uso pedagógico das tecnologias em sala de aula (SANDHOSTZ *et al.*, 1997 *apud* PESCE, 2003, p. 20) esta pesquisa se insere na fase de apropriação tecnológica do uso pedagógico de sistemas CRS.

Para planejar as nossas ações de forma que elas não causassem qualquer desconforto ao professor colaborador, isto é interferindo de forma indevida na sua forma habitual ou no desenvolvimento do seu plano de aula, iniciamos o trabalho de campo acompanhando as três primeiras semanas do curso para observar e conhecer os procedimentos dele. Posteriormente a esse período de reconhecimento passamos a discutir com o professor colaborador os momentos e formas de intervenção.

3.4 Análise de Conteúdos

O processo de análise das trocas comunicacionais ocorridas nas intervenções didáticas apoiou-se na análise de conteúdo (FRANCO, 2005), uma vez que:

- o objeto da análise de conteúdo é “o aspecto individual e atual (em ato) da linguagem” (PÊCHEUX *apud Ibidem*, p. 10),
- leva em conta a complexidade que envolve a situação comunicacional, sejam as palavras na visão dos seus locutores bem como outros aspectos semânticos, que ultrapassa a transcrição da palavra falada,
- considera que toda a mensagem falada, escrita ou sensorial carrega os pressupostos, valores e está condicionado pelos interesses de classe do seu locutor (*Ibidem*, p.21).

Essa etapa se iniciou por meio da organização dos dados e reunião de evidências obtidas nas observações preliminares sobretudo nas reuniões de planejamento e reflexão bem como por meio de leitura flutuante dos registros e do referencial teórico. Assumimos a abordagem da Análise Temática de Conteúdo de Franco (*Ibidem*) e propusemos categorias de análise “*a priori*”. Depois por meio de uma imersão nas informações organizadas e a retomada dos registros audiovisuais, analisamos as ocorrências dialógicas quanto a tipos e temáticas envolvidas. O intuito desta imersão foi localizar convergências e divergências das categorias, bem como iniciar o cruzamento de dados das diversas fontes a fim de encontrar vestígios que corroborem com o entendimento de consequências decorrentes da inserção do DMD no uso delineado pela pesquisa.

Na última intervenção que se sedimentou nas anteriores para elaboração e aplicação além da análise “*a priori*” foi realizada a criação de categorias “*a posteriori*” que se embasaram nos dados obtidos frente aos objetivos do estudo. Essa categorização e análise resultante permitiu aproximarmo-nos de fatos relevantes no

que tange a relação da tecnologia e o diálogo em sala de aula no ponto de vista da relação pedagógica.

3.5 Quesitos Éticos

Por se tratar de uma pesquisa em que é realizada intervenção em sala de aula, portanto por envolver pessoas, os quesitos éticos receberam a devida consideração.

Cabe aqui pormenorizar algumas etapas percorridas para a realização da pesquisa. Após a elaboração da estratégia de trabalho registrada no projeto de pesquisa, ele foi submetido por meio da Plataforma Brasil ao Comitê de Ética em Pesquisa do IFSP, instituição que abriga o programa de mestrado a que pertencemos, sendo aprovado sob o número do parecer 2.095.982 (ANEXO A). Além do mais, também passou pela apreciação e aprovação da Diretoria de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação do câmpus universitário em que a intervenção foi realizada, que elaborou uma carta de assentimento à pesquisa (ANEXO B).

Conforme cronograma aprovado, foi lido e explicado minuciosamente aos participantes da pesquisa o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A) que descreve todos as etapas da pesquisa que envolve os alunos. Após a distribuição e assinatura deles foi homologada a participação na pesquisa.

Com o objetivo de manter a identidade dos participantes resguardada, em todos os documentos elaborados na pesquisa, seus nomes foram substituídos por Aluno(a) + Número. Da mesma forma o professor tem seu nome alterado no texto para Docente.

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Nesse capítulo será relatado a condução das atividades e o desenvolvimento da pesquisa com a tomada de dados.

4.1 Seleção da plataforma

Após a realização da revisão bibliográfica (Capítulo 2) e definição metodológica, iniciamos a escolha de uma plataforma que apresentasse proposta e características que oportunizassem uma interação mais direta entre professor e estudantes.

Realizamos, numa primeira etapa, um estudo exploratório por meio de mecanismos de busca na Internet, grupos de discussão e fóruns eletrônicos cujos temas eram as plataformas CRS. Esse estudo permitiu por um lado entender as características disponibilizadas na atualidade, e por outro perceber a ascensão que vive o mercado desta família de programas. A Tabela 4, localizada no item 2.5, apresenta os sistemas que consideramos mais promissores.

Para balizarmos a escolha da plataforma foram utilizados os critérios definidos na metodologia: ser uma plataforma operacional, ou seja, funcionar com as limitações técnicas da instituição (velocidade de conexão *Wi-Fi* na sala de aula, restrições oferecidas pelo *Proxy*, etc.) e da turma estudada; oferecer acesso gratuito para pelo menos 30 estudantes; oferecer diversidade de recursos que pudessem ser explorados com as possibilidades dos DMD dos estudantes, e com documentação adequada que oportunizasse a sua utilização.

Ainda que existam opções *opensource*, privilegiou-se a eleição de uma plataforma proprietária para evitar etapas de instalação, depuração e configuração, o que fugiria do escopo desse estudo.

Considerando o exposto acima escolhemos a plataforma proprietária chamada NearPod®. Conforme descrito no site da plataforma Nearpod, trata-se de um sistema destinado a escola, e seu objetivo é inserir os alunos em atividades interativas, conectá-los por meio de debates colaborativas e obter *insights* instantâneos sobre o aprendizado dos alunos por meio de avaliações formativas.

A plataforma destina-se ao uso em sala de aula e é continuamente atualizada por seus desenvolvedores. Esses assumem como resultados de seu uso a transformação da forma de ensinar do professor e o engajamento dos estudantes.

Ela permite que os professores criem as denominadas “lições interativas”, ou utilizem suas apresentações elaboradas em formatos convencionais (como Power Point e PDF) para adicionar a interatividade, ou ainda, aproveitem outras disponibilizadas em uma vasta biblioteca virtual existente na própria plataforma, e assim, altere-as para adaptar a sua realidade.

Depois de elaborada a lição interativa (composta por: slides; vídeos; áudios; atividades que coletam respostas como: *quizzes*, enquetes, desenho sobre tela, perguntas em aberto, do tipo preenchimento de espaços em branco; recursos envolventes como: Objetos 3D, passeio em realidade virtual, simulações de sites como o *Phet* Colorado, etc.).

Na sala de aula com os alunos o professor inicia na plataforma uma “aula ao vivo” para utilizar a lição interativa com esses. Um código é gerado para aquela utilização, e com ele os alunos conseguem, por meio dos seus dispositivos, se conectar e participar das atividades propostas.

O acesso à internet é condição para esse acesso e os dispositivos dos alunos podem ser *Chromebooks*, *iPads*, *iPhones* e dispositivos *Android*, sendo compatível com qualquer sistema operacional ou navegador. Durante a aula, após a proposição de uma tarefa que colete respostas dos alunos, o professor obtém feedback em tempo real por meio da resposta de cada aluno e, assim, o panorama da sala. Também é possível acessar esses relatórios após a aula para avaliar a performance individual e da classe.

Outra possibilidade é a lição interativa ser usada como tarefa a ser realizada em casa pelos alunos. Nesse caso o código de acesso a lição na plataforma perdura por um prazo configurado pelo docente, maior que a duração de uma aula.

4.2 Caracterização dos sujeitos da pesquisa

Essa pesquisa foi realizada em uma Instituição de Ensino Superior, com uma turma de estudantes do primeiro semestre de um curso noturno em Tecnologia, na disciplina Física I; o conteúdo a ser estudado abrangia os temas de Eletrostática.

Para encaminhamento do questionário de identificação dos sujeitos, o pesquisador reuniu o contato de e-mail e *WhatsApp* da maior parte dos estudantes a fim de compartilhar o formulário eletrônico correspondente, e após reunir todas as respostas referentes ao primeiro questionário, encaminhar o segundo link, com o questionário de fluência digital. Após duas semanas que os links foram encaminhados

por *WhatsApp*, depois foram reenviados, por e-mail, aos alunos que ainda não haviam respondido. Posteriormente, o questionário impresso foi distribuído em sala de aula para alcançar aqueles que não conseguiram utilizar o meio digital. Ao final da pesquisa o mesmo processo foi realizado com o questionário de fluência digital.

Com o objetivo de não expor a identidade dos participantes, nas páginas que seguem os nomes dos estudantes foram substituídos pela denominação “Estudante” seguido de um número (Estudante01, Estudante02, etc). Da mesma forma o docente responsável pela disciplina que acompanhamos tem seu nome suprimido no texto e em seu lugar é indicado por professor ou por docente.

Tabela 5 – Presença dos estudantes nas intervenções didáticas

Codiname	1ª Intervenção	2ª Intervenção	3ª Intervenção	4ª Intervenção	Total de participações do Estudante
Estudante01	X	-	-	X	2
Estudante02	X	X	X	X	4
Estudante03	X	X	X	-	3
Estudante04	X	X	X	X	4
Estudante05	-	-	-	-	0
Estudante06	X	X	X	-	3
Estudante07	X	X	X	X	4
Estudante08	X	X	-	-	2
Estudante09	X	-	-	X	2
Estudante10	-	-	-	-	0
Estudante11	-	X	X	X	3
Estudante12	X	-	-	-	1
Estudante13	X	X	X	X	4
Estudante14	X	X	-	-	2
Estudante15	X	X	-	-	2
Estudante16	X	X	X	X	4
Estudante17	X	-	X	X	3
Estudante18	X	X	X	X	4
Estudante19	-	X	-	-	1
Estudante20	X	X	-	-	2
Estudante21	-	X	-	-	1
Estudante22	-	-	-	X	1
Estudante23	-	-	-	X	1
TOTAL	16	15	10	12	

A Tabela 5 apresenta os estudantes e identifica a participação de cada um nas intervenções propostas. Vale ressaltar que entre a primeira e a segunda intervenção aconteceu a primeira avaliação escrita, e a quarta intervenção antecedeu a segunda avaliação escrita. Esses dados têm relevância na medida em que, como elucidou o docente da disciplina, tradicionalmente após as avaliações um número considerável de estudantes abandona a disciplina.

Isso pode ser notado diante do fato da turma que acompanhamos ter iniciado o semestre com 21 alunos, sendo que 11 dentre esses 21 desistiram das aulas com o semestre em andamento e dois estudantes que iniciaram o semestre assistindo aulas com a outra metade da turma⁵, após a primeira avaliação, solicitaram mudança para a nossa turma, o que elevou o número de estudantes que participaram em algum momento da pesquisa para um total de 23. Ao final o número de alunos foi reduzido para um total de 12 estudantes.

A sala era composta por estudantes na maioria do sexo masculino (78%), predominantemente entre os 20 e 30 anos de idade (64%), solteiros (64%), sem filhos (71,4%), provenientes do Ensino Público (85,7%) e em sua primeira graduação (85,7%). Grande parte dos alunos declarou estar trabalhando (78,6%).

O segundo questionário, sobre fluência digital com DMD, revelou que todos os alunos possuíam *smartphones* e relataram uso intenso e conexão a internet a maior parte do dia. Todos relataram que no período que estão na faculdade acessam a internet via *WiFi* ou via rede de Dados Móveis, logo trata-se de um recurso disponível em sala de aula.

No quesito comunicação com outras pessoas o aplicativo *WhatsApp* (único item escolhido por todos os estudantes) é preferido seja para mensagens instantâneas, seja para comunicação via voz, frequência de uso que ultrapassa o tradicional uso de mensagens SMS (item escolhido por 45,5% dos estudantes) e as ligações pelas operadoras de telefonia (72,7%). Todos os estudantes declaram saber instalar aplicativos, liberar espaço de armazenamento, 90,9% possuem dispositivo que contempla (ou atende parcialmente) as especificações mínimas para um DMD, conforme opinião pessoal. E em uma escala *Likert* (de 1 a 5) sobre o conhecimento a respeito dos *smartphones*, 36,4% escolheram 3 (conhecimento intermediário), 45,5% escolheram a opção 4 e 18,2% declaram ter conhecimentos avançados (opção 5).

Dentre outras possibilidades oferecidas pelos DMD, o principal uso é como relógio e despertador (100%), mais de 90% declararam usá-lo para: acessar noticiário, realizar pesquisas rápidas na internet, como GPS, dicionário-tradutor, máquina fotográfica e câmera de vídeo, com mais de 70% de escolha no questionário os usos:

⁵ Nessa disciplina a turma era dividida entre dois docentes em virtude das atividades laboratoriais, sendo que os temas, as listas de exercícios, guias de laboratório e avaliações escritas eram elaboradas em conjunto pelos dois professores.

para aprender idiomas, como calculadora, lanterna, gravador de áudio e como *pendrive*.

Considerando o total de itens referentes a diferentes usos do *smartphone* que o estudante poderia escolher, em média 49% das possibilidades listadas no questionário são utilizadas pelos estudantes participantes da pesquisa. Esse dado indica que os estudantes participantes da pesquisa, ainda que tivessem um *smartphone* e declararam utilizá-lo, não exploravam a maioria dos recursos oferecidos por essa ferramenta que são divulgados na mídia.

Quando os alunos são interrogados a respeito do uso dos DMD na sala de aula, 90,9% declaram que o aparelho colaboraria com o aprendizado, mas apenas 9,1% afirmaram que não comprometeria o aprendizado. A *wordcloud* da Figura 4 apresenta a incidência de palavras na descrição dos estudantes quanto ao auxílio que o *smartphone* oferece durante as aulas. É interessante ressaltar o fato de que quase a totalidade dos estudantes respondentes reconhecem a pesquisa rápida como uma modalidade relevante de auxílio a situações de aprendizagem. A pesquisa rápida refere-se ao uso do DMD para procurar informações por meio dos mecanismos de busca da internet relacionadas aos assuntos abordados na aula.



Figura 4 – *Wordcloud* sobre a visão dos alunos sobre o uso do DMD na aula.

Quanto ao aproveitamento do *smartphone* em sala de aula para um uso específico, de forma geral a maioria apontou que ele não atrapalharia a aula, ainda que alguns alertassem para o risco de distrações com o *Whatsapp*, redes sociais, entre outros. Também foi ressaltada a necessidade do professor saber como conduzir a aula. Um dos respondentes (Estudante04) abordou o caso de uso do celular pelo aluno que está com grandes dificuldades na compreensão dos assuntos tratados, e ao fim, levantou uma questão: “Se algum aluno está perdido na matéria, irá se distrair com o celular mesmo sem o professor propor alguma coisa. Quem sabe usar o celular não pode criar interesse até em quem não está entendendo nada?”.

Os dados acima expostos colaboram para que seja caracterizada a sala de aula em que a pesquisa está sendo realizada.

Quanto ao docente, ainda que sua pesquisa acadêmica não seja ancorada na tecnologia educacional é perceptível sua abertura a essa utilização seja pelos dispositivos que usa na preparação das aulas como também pela forma com que acolheu nossa pesquisa. Nas reuniões de elaboração das intervenções partiu dele o uso de simuladores em seu planejamento e diversas vezes compartilhou outras experiências em que usou outras tecnologias educacionais, como exemplo a utilização de análise de vídeo em experiências práticas que organizou em outra disciplina.

4.3 Elaboração e Realização das Intervenções Didáticas

Foram realizadas quatro intervenções didáticas no decorrer da pesquisa. O plano inicial elaborado pelo pesquisador contava com os seguintes momentos:

- aula de exercícios sobre Força-Elétrica,
- aula de apresentação do conceito de Campo Elétrico,
- aula de correção da primeira avaliação escrita do curso, e
- aula de apresentação do conceito Potencial Elétrico.

Por sugestão do docente (conforme descrito no item 4.3.5) a aula de correção da primeira avaliação foi substituída por uma aula a respeito de Capacitores e na aula sobre Potencial Elétrico iniciamos o desenvolvimento do tema Energia Potencial Elétrica para depois introduzir o Potencial Elétrico.

Cada intervenção foi feita em horário letivo da disciplina, ocupando o tempo de no máximo 3 aulas consecutivas de 45 minutos e no mínimo metade de uma aula. A

elaboração dessas intervenções foi feita a partir de encontros entre o pesquisador e o professor colaborador, que aconteciam na semana que antecedia a aula cedida pelo professor para a tomada de dados. As estratégias do docente foram consideradas pelo pesquisador na elaboração de cada intervenção.

O ritmo do curso e o tempo disponível para cada assunto foi uma questão crítica por ser uma situação real no ensino superior em que há a necessidade de cumprimento do programa em sua totalidade. Condição essa reforçada pelo fato dessa disciplina ser ofertada por dois professores simultaneamente com critérios e momentos avaliativos unificados, ou seja, os conteúdos deveriam estar sincronizados entre as duas salas, pois cada um deles lecionava para a metade da turma. Esta divisão acontece nesta disciplina devido às restrições de tamanho do laboratório prático e recursos da instituição para as atividades experimentais.

Nas duas primeiras intervenções, o pesquisador conduziu a tomada de dados em parte das aulas, enquanto na terceira e na quarta intervenção, a condução da aula se deu essencialmente pelo pesquisador. Nesses momentos, os procedimentos adotados por nós foram aceitos pelo professor.

Buscou-se oportunizar que todos os momentos em sala de aula fossem gravados em vídeo e sistematicamente registrados no diário de bordo do pesquisador para ser usado na análise dos dados. Os momentos em que o pesquisador conduziu a aula, o registro foi feito por meio das gravações em vídeo.

4.3.1 Elaboração das intervenções didáticas da primeira aula

No encontro entre professor colaborador e pesquisador, decidiu-se realizar a primeira intervenção didática com os DMD em uma aula de resolução de exercícios sobre força elétrica, mantendo o cronograma da disciplina. Os exercícios trazidos pelo professor eram na maioria tradicionais, com cálculos e abordagem quantitativa, resolvidos usando a lousa, e foram retirados de uma lista entregue aos alunos na aula anterior. Aos exercícios trazidos pelo professor, o pesquisador acrescentou um exercício de cunho conceitual que buscava dar oportunidade maior para fomentar a interação com os alunos. Esses exercícios foram introduzidos para uso da tecnologia que estamos analisando.

Conforme apresentado no item 2.5, Beatty *et al.* (2006) afirma que a aplicação de exercícios de aula como os tradicionalmente resolvidos na lousa, não incorrem em bons resultados quando utilizado em sistemas CRS. Ainda assim resolvemos utilizar

exercícios convencionais para aferir esse dado, uma vez que estávamos em um momento de introdução tecnológica; foi o ponto de partida.

Conscientes de que existem estágios de evolução para o uso pedagógico das tecnologias em sala de aula (SANDHOSTZ *et al.*, 1997 *apud* PESCE, 2003) e que todas as intervenções propostas nesta pesquisa iriam se enquadrar na fase de apropriação tecnológica por parte do pesquisador, procuramos observar a assimilação do sistema por nossa parte e pelos alunos e depois elaborar novas estratégias voltadas às características tecnológicas para sua utilização nas aulas.

O professor colaborador havia expressado sua reserva acerca de utilizar questões com alternativas, pois nem sempre permitem que o aluno se expresse de forma plena, além do risco de equívocos provocados por falha de entendimento do texto e não de conhecimento dos conceitos. Em função disso, foram analisados os diferentes tipos de questões disponíveis na plataforma CRS escolhida, e decidimos que nesse primeiro momento seria adequado usar questões dissertativas, cujas resoluções poderiam ser registradas fotograficamente e encaminhadas, via sistema, pelos alunos.

É comum, atualmente, os alunos utilizarem os DMD de forma espontânea para fotografar os registros feitos pelo professor na lousa ou mesmo os *slides* projetados em apresentações digitais. Assim, podemos aproveitar essa disponibilidade para os estudantes fotografarem seus cadernos e essas imagens serem projetadas para todos poderem ver viabilizando o aproveitamento coletivo da produção de cada aluno.

Na Figura 5, apresenta-se uma das questões elaboradas pelo professor:

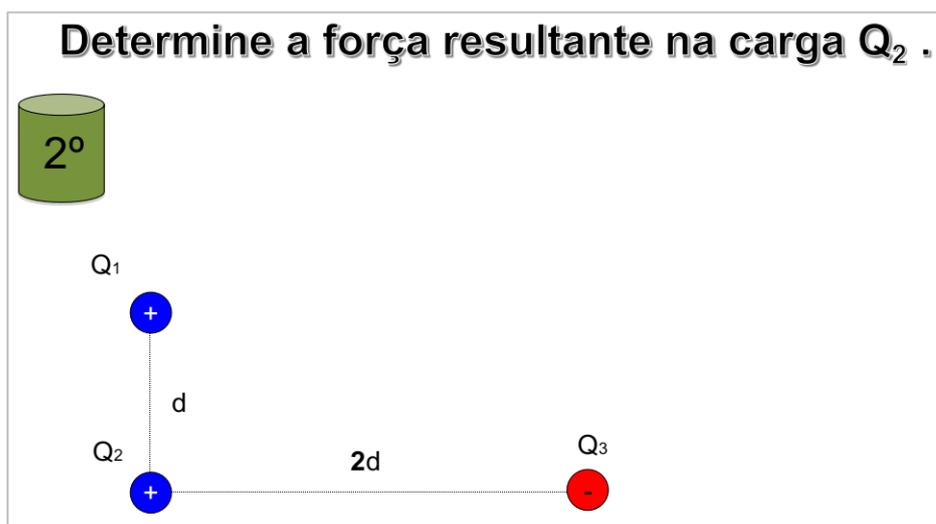


Figura 5 – Um dos exercícios utilizados na intervenção didática

O exercício que acrescentamos (Figura 9) ao contrário das questões da lista de exercício, como o ilustrado na Figura 5, não se voltava para exercitar a aplicação das fórmulas, mas sim, dos conceitos físicos envolvidos. O enunciado dessa questão solicitava uma explicação, baseado no conceito força elétrica, para o posicionamento de esferas carregadas, uma fixa e as demais suspensas em um suporte por fios.

Essa questão foi proposta para ser respondida em grupo, de forma a favorecer a aproximação mútua das ZDP (VYGOTSKY, 2010) entre os estudantes, e solicita como resposta um texto a ser digitado por meio do DMD. Em sua elaboração buscamos aplicar um conceito já conhecido em uma nova situação, conforme proposto por Caldwell (2007), no caso o conceito conhecido é a Força Elétrica, e a situação desconhecida ou nova é o fato das esferas estarem penduradas, disposição ainda não analisada pelos alunos.

4.3.2 A primeira intervenção – Força Elétrica

A disciplina que estamos acompanhando tem três aulas seguidas de quarenta e cinco minutos por semana. Iniciamos o encontro da primeira intervenção com a presença de sete alunos, durante o período chegaram outros atingindo um total de dezesseis.

A sala utilizada para essa disciplina é um dos laboratórios de Física da instituição. Os alunos se organizaram em cinco bancadas, conforme representa a Figura 6.



Figura 6 – Layout da sala de aula primeira intervenção

A numeração das mesas apresentada na Figura 6 foi adotada para facilitar a nossa descrição. Os alunos ocuparam os lugares da seguinte forma:

Bancada 1: Estudante03, Estudante06, Estudante07, Estudante14, Estudante18.

Bancada 2: Estudante08, Estudante12, Estudante15 e Estudante20

Bancada 3: Estudante01, Estudante09 e Estudante17.

Bancada 4: desocupada.

Bancada 5: Estudante02, Estudante04, Estudante13 e Estudante16.

A aula começou com a acolhida dos alunos feita pelo professor que logo apresentou o plano para aquele dia, composto por dois tópicos: retomada dos conceitos da aula anterior sobre Força Elétrica e realização de uma lista de exercícios indicada aos alunos que deveria ter sido feita “em casa”.

O professor procedeu como havia planejado, com a revisão de força elétrica. Depois retomou questões sobre simbologia e a notação para as forças. Nesse interim alguns alunos chegaram. Percebemos outros alunos utilizando seus *smartphones*.

Ao longo da revisão, nota-se certo silêncio dos alunos diante das perguntas propostas pelo docente, ocorreram algumas intervenções pontuais interpretadas pelo professor como dúvida e, por isso, ele retoma pormenorizadamente os conceitos relacionados. Algumas vezes percebe-se o Estudante20 e o Estudante12 em conversas paralelas, o acesso rápido ao *smartphone* acontece com alguns dos alunos presentes. O Estudante16 aparentemente estava fazendo algum trabalho, uma vez que durante esse tempo utilizava calculadora e escrevia em uma folha, uma postura divergente da proposta pelo professor naquele momento, ainda que fossem os exercícios propostos; contudo, não temos informações sobre sua natureza.

Esta cena inicial ajuda a ilustrar outros diálogos que aconteceram durante esta aula.

Na segunda aula, iniciamos a intervenção com o CRS. O professor utilizava um *notebook* conectado a uma TV para mostrar uma apresentação de slides em *PowerPoint* e acessar a plataforma. Ele convidou os estudantes a conectarem seus *smartphones* ao sistema e pediu ao pesquisador que auxiliasse os estudantes nessa tarefa, bem como retomasse brevemente a ideia da pesquisa, apresentada em momento anterior. Como era a primeira vez que realizávamos esse procedimento com os alunos, gastou-se cerca de três minutos para que conseguissem se conectar à plataforma CRS; como a resolução de exercício foi em grupo, ainda que apenas um

aluno não tivesse aparelho que permitisse conexão a internet, foram necessários apenas quatro DMD, um por grupo, conforme a proposta do professor.

Como o recurso a ser utilizado era o registro fotográfico da resolução do exercício feito no caderno do aluno, o pesquisador explicou quais os passos para acessar a câmera do celular, uma vez que era necessário acessar um menu e um submenu da plataforma para realizar esta operação.

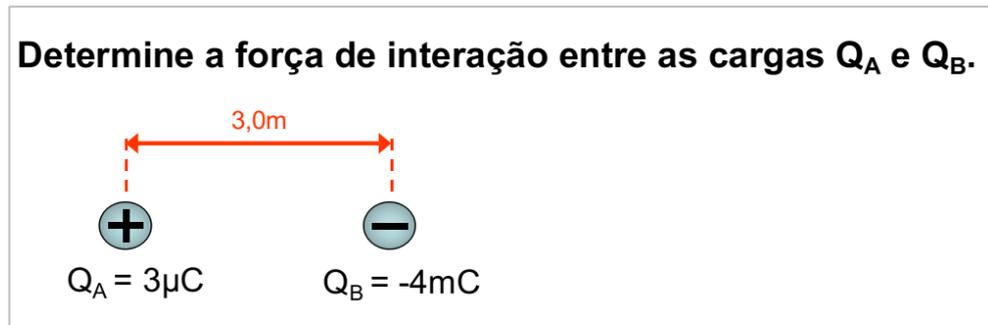


Figura 7 – Primeiro exercício proposto na primeira intervenção didática.

O professor então retoma a palavra e pede para os alunos resolverem uma questão (Figura 7) da lista de exercícios. Enquanto os grupos conversavam entre si para resolverem o exercício, professor e pesquisador circulavam pela sala observando os alunos. Em determinado momento, o pesquisador supôs que o Estudante16 estava com dúvidas no uso da plataforma, pois olhava fixamente para seu *smartphone*, mas ao aproximar-se do aluno percebeu que ele estava acessando uma rede social; o estudante se desculpou e voltou à atividade.

Após os grupos terem fotografado suas respostas por meio da plataforma, uma delas foi projetada na tela. A conversa entre os alunos que se ouvia desde o início da atividade em grupo cessou, provavelmente devido ao momento que iria se iniciar, de correção e explicação do exercício proposto.

O exercício era uma aplicação de fórmula e todos os grupos acertaram. O professor fez um gracejo: “Tudo bem, então? Essa não teve nem graça. Porque era só substituição” e apresentou a resolução do exercício utilizando os slides preparados para isso. Percebe-se que na página fotografada os alunos não fizeram todas os passos feitos no slide pelo professor e a caligrafia do estudante não oferecia fluidez na leitura. Enquanto o professor explicava, o Estudante20 fotografou o slide apresentado.

Antes de propor a próxima intervenção didática, o professor expõe alguns conceitos de vetores, soma vetorial, representação gráfica, e outros métodos, como a

regra do paralelogramo, vistos nas semanas anteriores. Aconteceram perguntas dos alunos sobre o tema e o professor propôs uma analogia para elucidar a questão da soma vetorial. Após essa explicação, o professor apresenta, então, mais um exercício.

Após exibir na TV o *slide* (Figura 8) e explicar brevemente, o professor pediu para os estudantes resolverem em grupo o exercício. O pesquisador se aproximou do professor para lembrá-lo de pedir para que os alunos fotografassem suas respostas e as encaminhassem via plataforma, que assim o fez.

O Estudante01 pega seu *smartphone* e após rápida conferência, aproxima-se da TV, fotografa a imagem exposta e sai da sala. Muitas vezes os alunos reagem a sinalizações silenciosas dos *smartphones*. Enquanto os estudantes conversavam sobre os exercícios, professor e pesquisador circulam para observar a progressão do trabalho dos grupos.

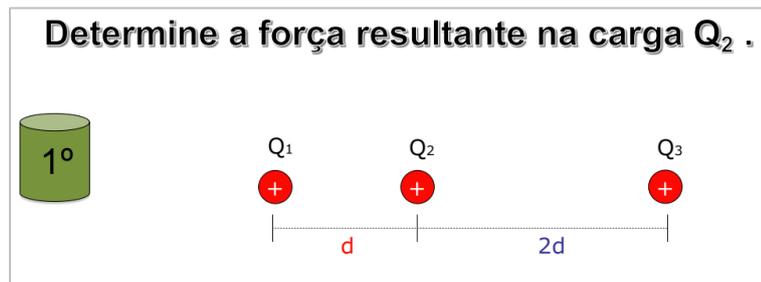


Figura 8 – Segundo exercício proposto na intervenção sobre Força Elétrica.

O Estudante15, que estava debruçado no exercício sem interagir com as demais pessoas do grupo, termina e coloca seu caderno no centro da mesa 02. O pesquisador ajuda o Estudante04 a prosseguir em sua resolução. Sua dúvida era fazer a soma vetorial correspondente à resolução dos cálculos das forças de cada par de corpos carregados eletricamente. O pesquisador fez algumas perguntas para o grupo e suas respostas os conduziram à hipótese correta. Enquanto isso, o professor conversava com Estudante01.

Estudante20 pergunta ao pesquisador sobre como fazer para girar a foto do exercício, como esse recurso não é oferecido pela plataforma em uso, o pesquisador propõe que fosse tirada uma nova foto com o *smartphone* na posição correta. O professor auxilia o Estudante16 a resolver o exercício e, na mesa 2, o Estudante08 inicia conversa com o pesquisador dizendo que já havia feito aquela disciplina no curso superior que ele tinha concluído, porém, como a abordagem matemática envolvia integral, ele considerava muito mais difícil. Nesse momento todos os outros

grupos já haviam terminado, professor permanece na mesa 5 tirando as dúvidas enquanto os demais alunos ficam conversando dentro de seus grupos.

Todos os grupos já haviam encaminhado o registro fotográfico de seus exercícios para o sistema e aguardavam o professor. Esse, enquanto retornava a lousa, em resposta a uma pergunta feita a ele por algum aluno da mesa que ele estava atendendo, diz a todos os alunos que ele normalmente fornece as fórmulas na prova.

Uma das respostas dos alunos foi exibida pelo *datashow*, e nos *smartphones* dos estudantes, e o professor pergunta: “De quem é esse caderno?”. Os alunos da Mesa 2 se manifestaram. Todos comparam o projetado com o que foi feito em seus cadernos. O professor diz: “O meu slide está mais detalhado, mas o que eles fizeram aqui foi o seguinte [...]”. E explica o raciocínio para a sala utilizando a fotografia dos alunos. Todos haviam acertado, ainda que alguns grupos tenham suprimido alguns passos intermediários na realização dos cálculos.

O professor vai até o computador e projeta seus slides, que notadamente auxiliavam sua explicação de melhor forma do que a foto do caderno projetada por meio da plataforma. E assim pôde pormenorizar os detalhes envolvidos no exercício em discussão.

O Estudante01 pergunta um aspecto da angulação entre as cargas elétricas desse exercício, e o professor prontamente responde. Algum estudante sai da sala e outro entra; percebe-se que alguns alunos eventualmente mexem em seus DMD. Enquanto isso o diálogo sobre os ângulos e valores das forças, estimulado pelos slides avançam. Os Estudantes01, Estudante03 e Estudante06 participam interagindo com o docente. Alguns começam conversas paralelas em voz baixa, o que não prejudica o diálogo entre o professor e os alunos com dúvidas.

Outro problema que envolvia cálculo foi proposto, ele pertencia a lista de exercícios, porém não foi contemplado nos slides previamente preparados pelo professor, por isso não foi utilizada a plataforma.

Após a realização desse exercício pelo professor, o pesquisador propôs aos alunos a questão teórica preparada para a aula (Figura 9). O professor pede para os grupos discutirem e escreverem uma explicação, utilizando o conceito de força elétrica, para a diferença de inclinação das esferas penduradas no suporte, assumindo que a esfera apoiada no chão está eletricamente carregada.

“Explique, utilizando o conceito de força elétrica, a diferença de inclinação das esferas penduradas no suporte. Assuma que a esfera apoiada no chão (P) está eletricamente carregada”.

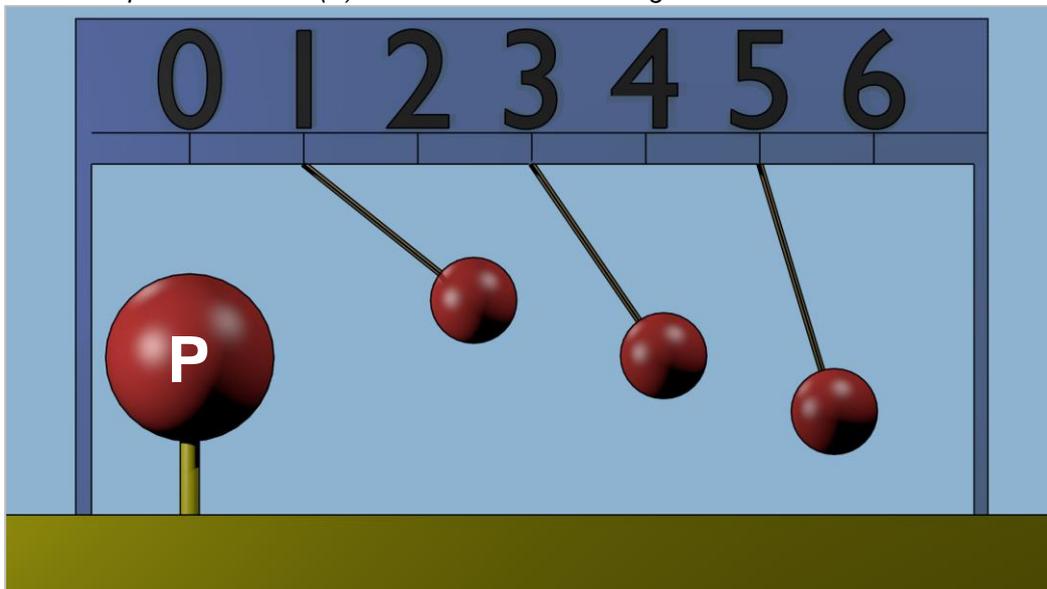


Figura 9 – Ilustração utilizada na primeira intervenção didática.
Adaptada pelo autor da elaborada pela Uol Brasil Escola

Os alunos se interessaram e começaram a conversar entre si. O grupo 3 chamou o professor para confirmar suas ideias, outros começaram a escrever em seus cadernos, e alguém do grupo 1 já pegou uma borracha para apagar as primeiras palavras do rascunho feito em papel. Alguns alunos copiaram o desenho no caderno. Outros levantaram diferentes hipóteses sobre o estado das esferas suspensas por fios: Eram carregadas? Eram inicialmente neutras? Ocorreu uma eletrização por indução? A esfera do chão era um gerador Van de Graaff? Nos grupos uns diziam que sim, outros estudantes que isso não importava. Professor e pesquisador nesse momento circularam nos grupos para ouvir os estudantes. Depois de muita conversa todos os grupos encaminharam respostas pelo sistema.

No entanto, como o grupo 3 solicitou explicações sobre uma questão da lista, o professor aproveitou o restante da aula para resolver tal questão na lousa; ainda assim muitos alunos continuaram em conversas paralelas em voz baixa apresentando suas ideias sobre as diferentes inclinações observadas nas esferas da questão conceitual. O desfecho dessa questão (conceitual), com apresentação dos resultados e discussão em sala não foi possível devido ao tempo.

Ao final da aula, após a saída dos alunos, o pesquisador mostrou ao professor as respostas conceituais encaminhadas pelos grupos (Figura 10). Em todas as respostas havia algum problema que pudesse ser discutido com os alunos, porém o

professor ficou surpreso diante da resposta de um dos grupos que demonstrou uma dúvida em relação a atração de cargas entre sinais contrários que ele não imaginava que persistisse ainda.

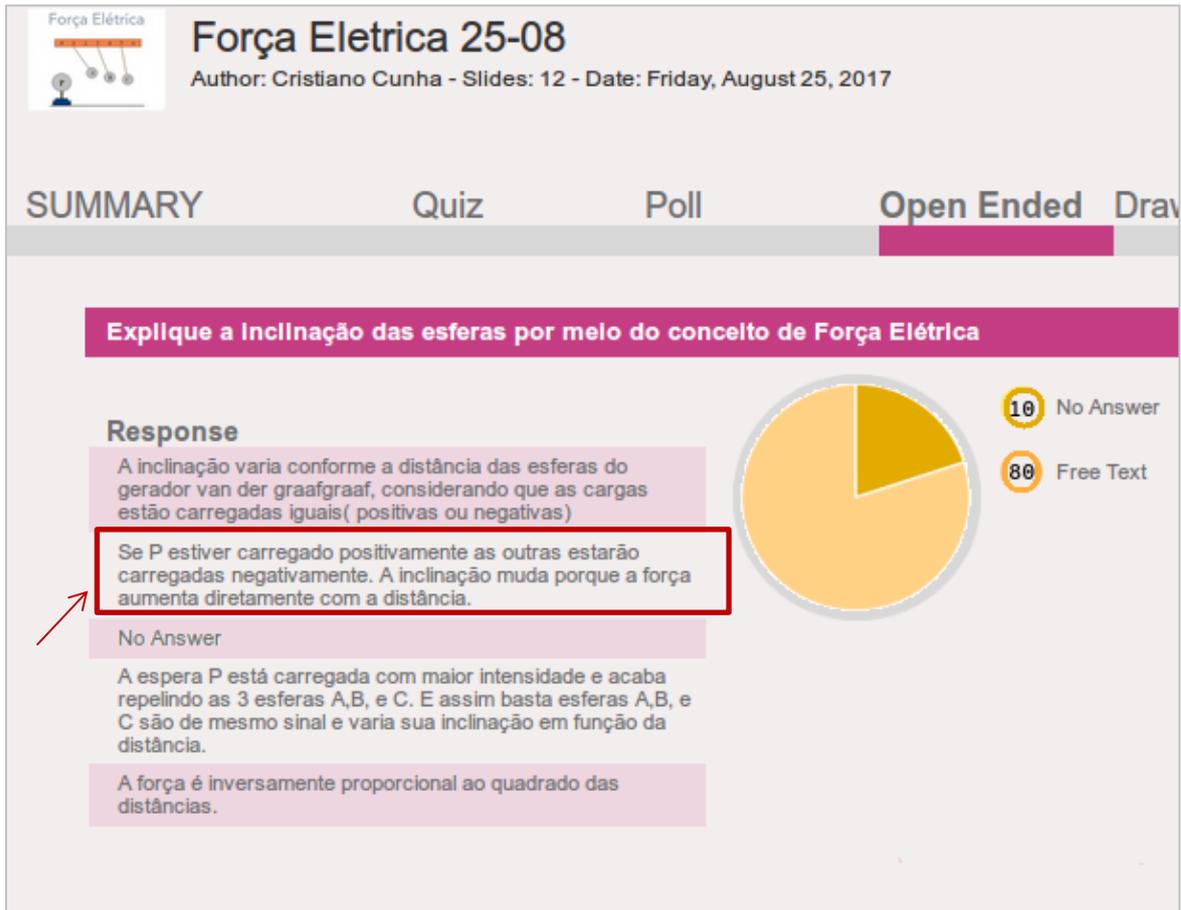


Figura 10 – Relatório contendo respostas dos grupos para a questão conceitual
 Fonte: Adaptado de Nearpod.com

Ainda que não tenha sido observada em aula de modo a possibilitar ao professor fazer alguma intervenção, esse dado permitiu que ele diagnosticasse uma dúvida conceitual que não havia identificado na discussão com os alunos em classe.

Após visita aos registros realizados *in loco* (no diário de bordo) e os audiovisuais, bem como a elaboração da transcrição desse primeiro momento de aplicação, observamos que mesmo a tecnologia sendo de simples assimilação, explorar seu potencial não é atividade trivial. Mesmo assim, esta primeira intervenção forneceu ao professor uma informação que a interação desenvolvida durante a aula não permitiu. Foi importante assumir esta intervenção como sedimento e conhecimento para elaboração das próximas atividades.

4.3.3 Elaboração das intervenções didáticas da segunda aula

Para a segunda intervenção, professor colaborador e pesquisador analisaram os dados obtidos com o uso do sistema na primeira atividade. Perguntamos ao professor quais as suas impressões a respeito do uso da plataforma. Ele ressaltou que o ponto mais relevante era o diagnóstico do equívoco conceitual, inesperado, que a plataforma possibilitou identificar e que iria retomar esse ponto com os alunos nas próximas aulas. Por outro lado, ele disse que a utilização da plataforma para receber exercícios fotografados não pareceu ser vantajosa nessa primeira experiência.

De fato, a utilização do sistema apenas para automatizar a entrega de exercícios talvez até possa ser considerada um ganho do ponto de vista de sustentabilidade por reduzir a circulação de papel entre alunos e professor, mas não demonstrou ganho do ponto de vista da dialogicidade vivida em sala de aula. No entanto, a possibilidade de resgatar as respostas dos estudantes após a aula permitiu ao professor identificar uma dificuldade conceitual que não havia percebido durante a interação presencial e que teve como consequência, positiva e desejável, redefinir ações que seriam realizadas na aula seguinte para tentar ajudar os alunos a superar essa dificuldade.

A primeira intervenção também sugeriu que, conforme apontado pela bibliografia, usar na plataforma questões de cunho conceitual oferecem maior ganho em detrimento daquelas que envolvem aplicação direta de fórmulas.

Após essa análise sobre o primeiro encontro, se iniciou a elaboração da segunda intervenção que teve como tema o Campo Elétrico. O planejamento do professor baseava-se na utilização de uma simulação do portal *Phet Interactive Simulation* (disponível no endereço da internet <http://phet.colorado.edu>). Esse site disponibiliza simulações gratuitas de Física, Química, Biologia, Ciências da Terra e Matemática, que podem ser executadas diretamente no *browser* por serem desenvolvidas em HTML5, *Java* e *Flash*.

A proposta de utilização de simuladores demonstrou concordância com os esforços da Unesco (2009) no que tange aos direcionamentos dos padrões de competência em tecnologias digitais necessárias ao professor.

“Os professores precisam estar preparados para ofertar autonomia a seus alunos com as vantagens que a tecnologia pode trazer. [...] As simulações interativas em computação, os recursos educacionais digitais e abertos e as sofisticadas ferramentas de levantamento de dados e análise são apenas alguns dos recursos que permitem aos

professores oportunidades antes inimagináveis para o entendimento conceitual” (UNESCO, 2009, p.1).

A simulação selecionada pelo professor aborda o tema da aula em uma proposta interativa denominada de “Hóckey Elétrico”⁶. Abaixo é apresentada a tela inicial da simulação (Figura 11).

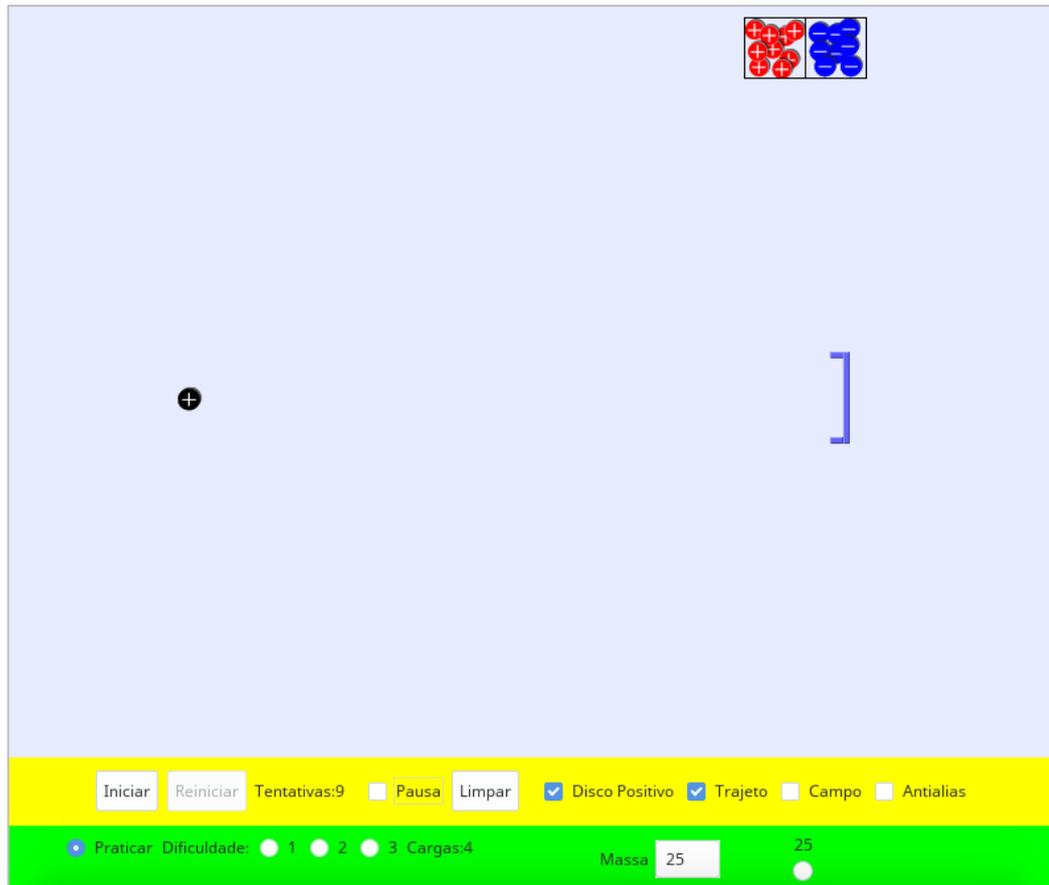


Figura 11 – Simulador Hóckey Elétrico – tela inicial
Fonte: *Phet Interactive Simulations*

O simulador oferece “cargas”⁷ positivas e negativas em um recipiente posicionado no campo superior direito de sua área de trabalho, e uma carga de prova (pequeno círculo preenchido de cor preta com sinal ‘+’ em cor branca) previamente posicionada na área de simulação à esquerda na Figura 11. Frente a esses elementos, o simulador permite que os alunos posicionem as cargas elétricas positivas e

⁶ A simulação “Hóckey Elétrico”, pertencente ao *Phet Interactive Simulation*, está disponível na seção “Física”, subseção “Electricidade, Magnetismo & Circuitos”, e pode ser acessada por meio do endereço: <phet.colorado.edu/pt/simulation/legacy/electric-hockey>.

⁷A carga elétrica é uma propriedade de algumas partículas. No entanto, usualmente, faz-se referência a essa propriedade e não ao portador de carga em si quando as dimensões desse portador não afetam as respectivas análises.

negativas no espaço de duas dimensões em que se encontra a carga de prova. Conforme a posição e sinal da carga escolhida pelo estudante, o simulador calcula as linhas de campo elétrico em todo o espaço bidimensional, estas linhas podem ser ou não apresentadas. Após o posicionamento das cargas, quando a simulação é executada (botão Iniciar), a carga de prova se movimenta e interage com as demais cargas posicionadas pelo estudante. O objetivo da simulação é movimentar a carga de prova até um gol, para tanto existem quatro níveis de dificuldade (do nível 0 ao nível 3), cada um com quantidade maior de barreiras entre a carga de prova e o gol, exigindo a realização de curvas para desviar das barreiras e alcançar o gol.

O professor elaborou um roteiro para guiar a interação dos estudantes com todas as possibilidades oferecidas pelo simulador. Esta atividade foi planejada para ser realizada na sala de informática da instituição com a possibilidade de um computador por aluno. A aula foi planejada para acontecer após uma aula teórica (90 minutos) sobre o conceito de Campo Elétrico.

Diante dessa proposta inicial, o professor solicitou ao pesquisador elaborasse alguma intervenção que se apropriasse das simulações, para ser realizada após o término do roteiro na sala de informática. Foram elaboradas as seguintes intervenções didáticas com o uso do sistema CRS a serem propostas após o término da utilização do simulador no guia da atividade.

Utilizando a simulação na situação com uma barreira, a primeira pergunta elaborada foi: **É possível utilizando apenas cargas positivas movimentar a carga de prova até o gol?** Oferecendo apenas duas opções de resposta: **(Sim)** e **(Não)**. Esta pergunta tinha a intenção de fazer o estudante utilizar o conhecimento recém-trabalhado por ele. O intuito é promover um debate entre os alunos diante do histograma com as respostas. Ainda que alguns dos alunos possam resolver o problema apenas com cargas positivas, aqueles que utilizaram outras soluções estarão diante de uma possibilidade diferente da recém-comprovada por ele pela simulação, e assim, poderiam incorrer em erro.

Complementando a pergunta inicial, a segunda aproveitava a opção oferecida pela plataforma de desenhar na tela do *smartphone* sobre uma imagem escolhida pelo professor. Nesta, a imagem de fundo utilizada na tela do *smartphone* era a mesma do simulador com apenas uma barreira (Figura 14), com a seguinte solicitação: **Onde colocar cargas positivas para conduzir a carga de prova até o gol?**

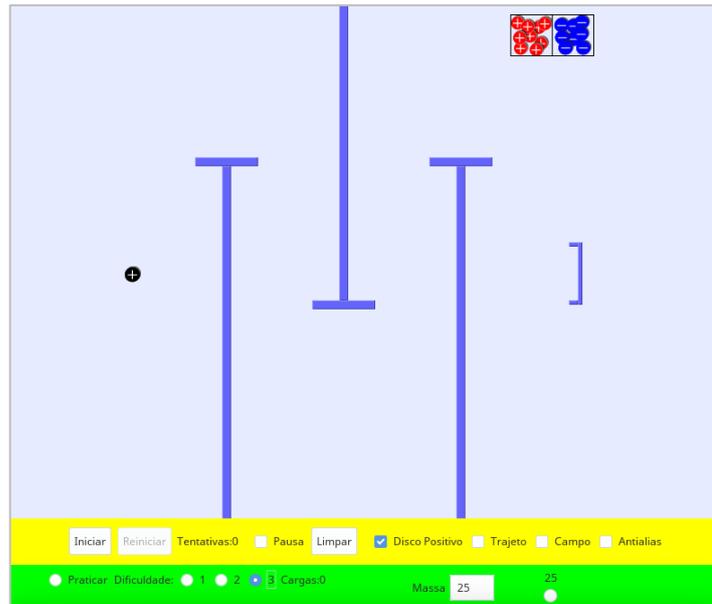


Figura 12 – Simulador Hóckey Elétrico – Dificuldade 3
Fonte: *Phet Interactive Simulations*

Uma terceira questão apresentava uma configuração de cargas pré-definidas, sobre a imagem do simulador no nível de dificuldade com duas barreiras, e diante desse cenário a pergunta: **Esta configuração conduzirá a carga ao gol? (Sim) (Não)**. Esta questão foi desenhada para que o aluno fizesse uma previsão sem o auxílio do simulador, ou seja, deveria “simular” por meio do seu raciocínio.

Essas questões visavam promover debates de ideias após a apresentação das respostas dos alunos sobre os diversos conceitos físicos mobilizados pelo problema proposto no simulador.

4.3.4 A segunda intervenção – Campo Elétrico

O segundo encontro aconteceu conforme o planejamento na terceira aula do dia, com duração de 45 minutos, no laboratório de informática. Como esse dia de aula iniciou em outro ambiente, o laboratório de Física que é a sala de aula normal do curso, os alunos dirigiram-se ao laboratório de informática. No total, quinze alunos participaram desta aula.

A proposta da intervenção está apresentada no item anterior, segue a descrição dos acontecimentos vivenciados na aula e o diálogo que emergiu das intervenções. Como nossa intenção é analisar as possibilidades de diálogo que podem surgir pelo uso dos DMD, faremos uma descrição mais detalhada do desenvolvimento dos momentos em que ocorreram as intervenções.

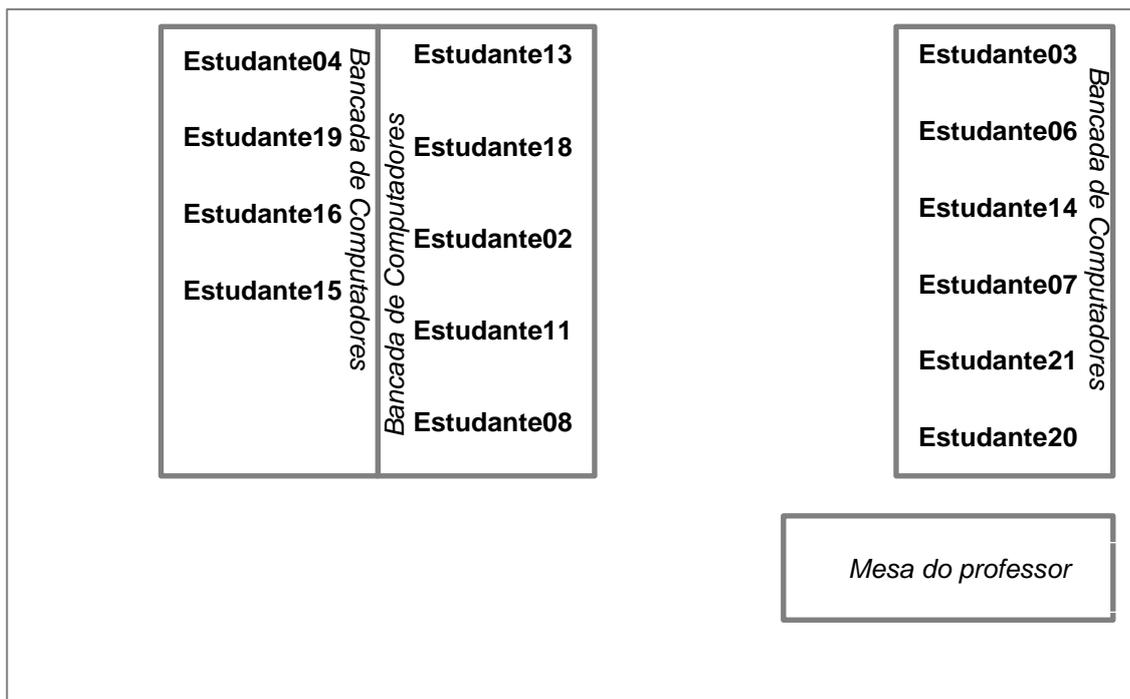


Figura 13 – Disposição dos alunos na sala de informática

Após a chegada dos alunos à sala de informática, esses se dispuseram na sala conforme descrito na Figura 13. O professor distribuiu um guia da simulação para os alunos que ligaram os computadores em seguida. Alguns verificavam as conexões dos periféricos dos computadores enquanto o professor confirmava se os alunos tinham conseguido entrar no site e se a língua selecionada era o português. Então ele instruiu os alunos sobre como navegar no site para encontrar o simulador escolhido para a aula. Todos os alunos representados na figura estavam na sala no início da aula exceto o Estudante15 que chegou depois. O professor explicou os detalhes do funcionamento do simulador, bem como os níveis de dificuldade 0, 1, 2 e 3 e em seguida entrou nos corredores da sala para verificar o acesso dos alunos. O Estudante02 e Estudante11, dividiram um só computador, os demais ficaram sozinhos em cada máquina. O Estudante04 utilizou seu DMD para verificar alguma coisa.

Professor se aproximou do Estudante08 e o ajudou no acesso do recurso. O pesquisador também circulou entre os alunos enquanto todos começavam a manusear o simulador. O professor ajudou alguns estudantes a entender o simulador e o guia da experiência. Percebe-se interação entre várias duplas de estudantes: Estudante 13 e Estudante18, Estudante03 e Estudante06, Estudante14 e Estudante07, Estuante04 e Estudante16. Alguns alunos trabalharam sozinhos:

Estudante20, Estudante21 e Estudante15. Os Estudante08 e Estudante19 interagiram com os colegas ao lado, ainda que tentassem resolver os problemas sozinhos.



Figura 14 – Tela do simulador com uma barreira e indicações dos elementos.
Fonte: *Phet Interactive Simulations*

Em certo momento, o professor reagendeu a prova. Nesse momento, todos os alunos pararam de realizar a atividade. Depois disso, os alunos voltaram a se concentrar no roteiro e no simulador. Por volta de 15 minutos após o início dos trabalhos dos alunos na realização do roteiro com o simulador, o professor diz aos alunos que o pesquisador iria propor uma lição relacionada com o exercício de simulação que eles estavam fazendo.

Alguns alunos alegaram que o sinal de internet sem fio de suas operadoras estava com baixa qualidade de conexão dentro do laboratório de informática, por isso muitos alunos acessaram a plataforma diretamente dos computadores. Foram onze conexões, sendo cinco por *smartphones* e as demais pelos computadores da sala. Três dispositivos foram compartilhados por duplas, e o Estudante19 não conseguiu conectar.

Uma das atividades do guia da experiência que o professor forneceu aos alunos tratava de posicionar cargas positivas e negativas na tela do simulador para que a carga de prova se movimentasse em direção ao gol (Figura 14). Para resolver o problema empiricamente os alunos poderiam utilizar apenas cargas positivas, apenas negativas, ou ambas as cargas, com uma grande diversidade de possibilidades de quantidades de cargas e posicionamento delas.

Na primeira pergunta proposta por meio da plataforma, a tela do simulador com uma barreira foi apresentada como ilustração à pergunta: **É possível utilizando apenas cargas positivas movimentar a carga de prova até o gol? (Sim) ou (Não)**. Para os alunos que utilizaram apenas um tipo de carga na resolução proposta pelo guia da simulação, esta pergunta é trivial, já que resolveu o problema com uma carga, porém para os demais, não é, como se mostrou após as respostas dos alunos e duplas.



Figura 15 – Resposta dos alunos a primeira pergunta da segunda intervenção
Fonte: Nearpod.com

No total, três alunos estavam atrasados na realização da atividade inicial com o guia que o professor havia distribuído, por isso não conseguiram participar. Nesse momento também o professor saiu da sala para conversar com a outra professora, que leciona para a outra metade da mesma turma no laboratório ao lado.

A Figura 15 mostra que dos 11 dispositivos conectados, 3 não responderam, 2 escolheram resposta não e 6 afirmaram que sim. O pesquisador apresentou aos alunos a resposta e disse: “Atenção, vou fazer uma pergunta aos que responderam ‘sim’. O que motivaria uma pessoa responder ‘não’? Qual o raciocínio por trás desta escolha?”. Esta pergunta suscitou o seguinte diálogo:

“Estudante06: Eu quase respondi não, porque tinha resolvido com cargas positivas e negativas. Mas depois eu pensei.... tudo depende de onde vou colocar a carga.

Estudante08 (interrompe e diz): É bem isso mesmo, porque uma funciona como alguém que puxa, e a outra como alguém que empurra.

Estudante03 (que não tinha enviado sua resposta, fala): Eu discordo, porque a força elétrica não precisa que haja contato, então não é como algo que pode puxar e empurrar.

Estudante08: Eu sei.... mas ainda assim atrai e repele, o que pode ser pensado como um jeito diferente de puxar e empurrar.

Estudante20: Mas professor (se referindo ao pesquisador), no final, é possível usar só um tipo de carga?

Pesquisador: Boa pergunta a sua... antes de apresentar a resposta, fale com a pessoa do lado, gente. Tentem imaginar onde poderia ficar estas cargas positivas para mover a outra até o gol.”

O pesquisador depois de esperar a conversa entre os alunos perguntou: “Chegaram a um consenso?”, alguns disseram que sim e outros que não, e o pesquisador disse que iria propor mais uma questão para tentarem verificar se é possível, e depois explicaria detalhadamente. Um aluno teve problema com perda de conexão no celular, levantando o aparelho e dizendo: “Parou de funcionar”.

O professor retornou e disse aos alunos que o tempo da aula está quase acabando e perguntou quem já terminara o guia da experiência. Nesse momento propomos a outra questão: **“Assumindo que é possível usar apenas cargas positivas, como ficaria o posicionamento das cargas? Discutam com o colega do lado”**. Encaminhamos nos DMD dos alunos por meio da plataforma a segunda questão, em que era possível desenhar a posição das cargas sobre a tela. Entre as respostas obtidas, alguns alunos utilizaram cargas positivas e negativas. Alguns alunos antes de arriscarem uma alternativa, simularam a fim de testar suas hipóteses.

A Figura 16, apresenta alguns exemplos de resposta. A Figura 16.a, elaborada pelo Estudante15, foi a escolhida para ser apresentada para a sala por apresentar um equívoco: as cargas desenhadas por ele estão muito a esquerda, o que não permitiria à carga de prova ser conduzida ao gol. O pesquisador apresentou anonimamente a imagem e perguntou para a sala: “Esta disposição de cargas conduz a carga de prova ao gol?”. Apenas um pouco mais que a metade da turma prestava atenção e esses se dividiram dizendo que sim e que não. O Estudante15, autor da imagem, afirmou para a sala que achava que sim porque o ângulo da carga propulsora faria que a carga de prova passasse para além da barreira e as outras a conduziriam ao gol. O Estudante08 disse: “Com certeza não, precisaria colocar uma negativa se não quiser mexer nas já colocadas.”. Estudante16 conversa com o Estudante15 para instruí-lo. O Estudante18 diz “É mais fácil mover para a direita”. Então o Estudante15, fala novamente: “É mesmo... acabei de testar, realmente não dá certo... deve estar mais à direita a carga de baixo”. Então o pesquisador explicou novamente para todos os conceitos relacionados ao campo elétrico, necessários na questão.

Esses diálogos sugerem que tanto a proposta de uma pergunta via DMD, como a coleta das respostas são etapas preparatórias, do ponto de vista dialógico e é o relatório da resposta dos alunos o recurso da plataforma CRS que aparentemente demonstra maiores possibilidades para auxiliar o professor no diálogo com os alunos sobre os pensamentos e conceitos formulados.

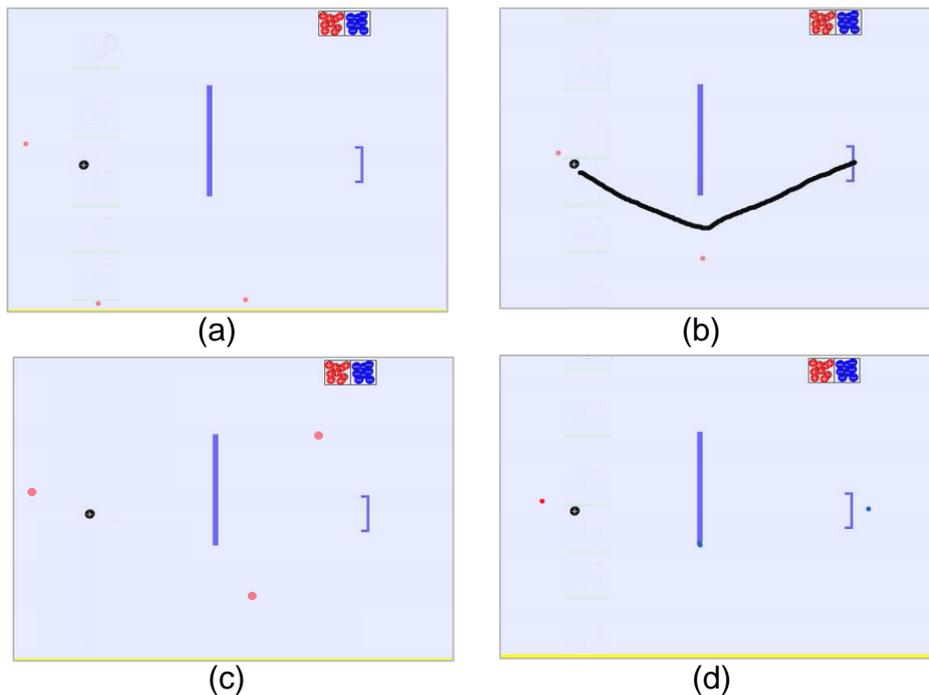


Figura 16 – Algumas respostas dos estudantes durante encaminhadas via DMD
 Fonte: Nearpod.com

4.3.5 Elaboração das intervenções didáticas para terceira aula

Devido ao momento do semestre, em que o professor colaborador estava envolvido com a realização e correção de provas, a possibilidade de discutir a preparação da terceira intervenção desta pesquisa foi mais restrita. Ainda assim, identificamos alguns aspectos que limitaram a plena execução da intervenção anterior: atraso na ida dos alunos ao laboratório de informática, bem como a dificuldade de alguns alunos em utilizar o computador e por isso o simulador, a localização da sala, longe do ponto de acesso da rede sem fio da instituição e com sinal de celular fraco, proporcionando limitações de qualidade tanto no acesso por dados móveis quanto pelo *Wi-Fi*. Porém, como a rede cabeada estava funcionando, não houve impacto negativo no uso da plataforma, pois quando não foi pelo DMD do estudante, foi feita pelos computadores da sala.

Ainda que a atividade proposta com o uso dos DMD na última intervenção exigisse habilidades procedimentais, percebemos que foi possível provocar uma interação entre os alunos a respeito dos exercícios propostos. Também constatamos que a plataforma nos permitiu identificar um equívoco conceitual de um aluno bem como possibilitou usar sua resposta para fomentar diálogo a fim de promover o entendimento diante da situação. Além do mais, a utilização do sistema permitiu ao

professor dialogar sobre “o conhecimento ao mesmo tempo que se incorporam conceitos e competências em TIC” (UNESCO, 2009, p. 1).

Havíamos planejado inicialmente realizar a próxima intervenção com DMD na aula em que seriam corrigidos os exercícios da avaliação. No entanto o professor colaborador propôs não fazer isso porque para ele a utilização do sistema para coletar respostas de exercícios que já tinham sido resolvidos não lhe parecia uma boa estratégia naquele caso. De fato, na primeira intervenção percebemos que os exercícios que envolvem procedimentos de cálculos limitam muito as possibilidades de fazer fluir o diálogo. Por isso, voltamo-nos para o próximo tema que também precisou ser ampliado pela programação da disciplina: Energia Potencial Elétrica e Potencial Elétrico.

As aulas semanais da disciplina são as três primeiras da sexta-feira. As duas primeiras aulas do dia foram reservadas para a correção da prova na lousa pelo professor e para a vista e revisão da avaliação, realizada na semana anterior. A última aula foi reservada em nosso planejamento para realizar a terceira intervenção didática cujo tema era “introdução dos conceitos de Energia Potencial Elétrica e Potencial Elétrico”.

Pensamos que aplicar a intervenção na terceira aula evitaria que enquanto estivesse sendo desenvolvida a atividade houvesse alunos chegando em atraso, fato esse recorrente no início do período de aula e observado tanto na primeira intervenção bem como nas primeiras aulas do professor que acompanhamos no início do semestre letivo.

O professor propôs como forma de apresentar a Energia Potencial Elétrica a analogia mecânica desta grandeza com a Energia Potencial Gravitacional, percurso normalmente assumido por ele, como ilustra a Figura 17.

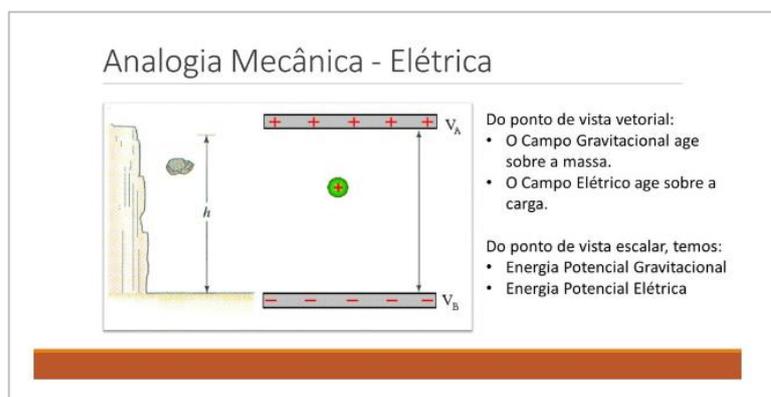


Figura 17 – Analogia tradicional entre Potencial Gravitacional e Potencial Elétrico
Fonte: <http://ensinoadistancia.pro.br>

De fato, a analogia com algo conhecido, dentro dos seus limites, permite relacionar novos conceitos com outros já internalizados, bem como examinar os aspectos que os distinguem, afinal, a analogia “empresta” ideias, mas não se trata de uma equivalência conceitual.

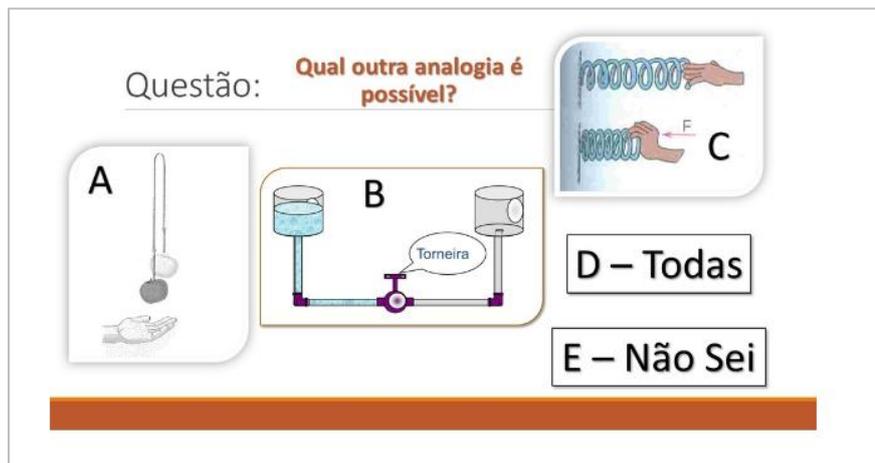


Figura 19 – Pergunta CRS elaborada para terceira intervenção
Fonte: Hewitt (2015)

Diante disso, para mobilizar os conhecimentos prévios dos alunos, como também os assimilados nas outras disciplinas concomitantes, como Eletricidade, uma pergunta conceitual foi elaborada com a finalidade de dialogar sobre os diversos aspectos dessa analogia ao observar outros cenários. Para isso reunimos diversas situações ao redor da pergunta: **“Qual outra analogia é possível?”**, a fim de oportunizar diálogo com os estudantes sobre cada exemplo após primeira reflexão a respeito do conceito em questão.

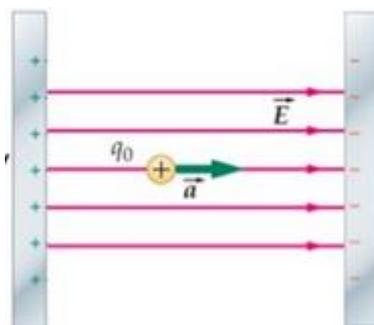


Figura 18 – Caso estudado na segunda pergunta da terceira intervenção

As situações apresentadas na Figura 19, permitiriam relacionar diversos conhecimentos vistos em outros momentos do percurso escolar, bem como partilhar e refletir sobre a analogia em si, afinal, dentro dos conceitos vistos no curso, planejamos usar uma outra analogia ainda nessa intervenção, sobre o campo elétrico.

Para verificar se a analogia entre Energia Potencial Gravitacional e Energia Potencial Elétrica foi eficaz, propusemos a questão: **“Assinale a alternativa que descreve o que está acontecendo com a carga de prova da figura”**, que mostra um caso diferente do apresentado na analogia, com uma carga sendo abandonada entre placas planas carregadas com cargas opostas dispostas de forma a estabelecer um campo elétrico horizontal (Figura 18), e não vertical como a Figura 17.

As alternativas apresentadas aos alunos foram: “a) A carga positiva acelera de forma a reduzir sua energia potencial. b) A carga positiva ao se movimentar aumenta sua energia potencial. c) A carga se movimenta mantendo sua energia potencial. d) todas. e) Não sei.”

Após a apresentação dessas ideias e de propostas de questões que poderiam compor a terceira intervenção, o professor da disciplina fez uma demonstração prática da situação análoga, possível de ser realizada em sala de aula, soltando objetos de diferentes massas e/ou alturas, e avaliando o som do impacto em que quanto maior o som, maior a energia do sistema objeto-Terra, e assim relacionar com a energia potencial elétrica.

Essa demonstração nos pareceu interessante para discutir a analogia também no aspecto quantitativo com os estudantes, já que a energia potencial (seja a gravitacional como a elétrica) é em ambos os casos representadas matematicamente pelo produto escalar entre um campo vetorial ($'g'$ que é o campo gravitacional, e $'E'$, o campo elétrico), e um vetor posição, e esse resultado é multiplicado pela magnitude de uma propriedade dos objetos (respectivamente massa e carga).

Pensamos enfim, caso houvesse tempo hábil antes do término da aula, em apresentar a comparação entre as relações matemáticas das fórmulas de Força e Campo Elétrico (grandezas vetoriais) e Energia e Potencial Elétrico (escalares). Essa relação oportuniza revisar os conceitos vistos no primeiro bimestre da disciplina, o de força elétrica e de campo elétrico (existentes entre duas cargas puntiformes), em que o módulo da primeira é igual o módulo da segunda multiplicada pela magnitude da carga de prova, e diferenciá-los da Energia Potencial Elétrica e do potencial elétrico, onde a magnitude da Energia Potencial Elétrica entre duas cargas puntiformes é igual ao valor do Potencial Elétrico no local em que se encontra a carga de prova vezes a magnitude dessa carga (Figura 19). Ressalta-se que não se trata de uma analogia entre os conceitos, uma vez que são totalmente diferentes, mas apenas de uma comparação da estrutura matemática das equações.

Força Elétrica	Campo Elétrico
$\vec{F} = \frac{k \cdot Q \cdot q}{d^2} \cdot \vec{v}$	$\vec{E} = \frac{k \cdot Q}{d^2} \cdot \vec{v}$
$\vec{F} = \vec{E} \cdot q$	
Energia Potencial Elétrica	Potencial Elétrico
$E_p = \frac{k \cdot Q \cdot q}{d}$	$V = \frac{k \cdot Q}{d}$
$E_p = V \cdot q$	

Figura 19 – Quadro com formulário usado em aula

Força elétrica e potencial elétrico são grandezas interligadas e representam formas de descrever uma modificação do espaço que vão provocar um determinado efeito sobre uma carga que se encontra nesse espaço. Ainda que o significado físico de cada conceito seja distinto, suas relações matemáticas (Campo Elétrico representa a Força por unidade de carga, e o Potencial, a Energia Elétrica por unidade de carga), costumam ser interpretadas pelos alunos como análogas. A operacionalização das fórmulas e das contas em geral é um ponto de equívocos entre os estudantes e por isso foi eleita frente à discussão que poderia suscitar.

Um terceiro exercício foi elaborado para abordar o entendimento dos estudantes a respeito do aspecto escalar do Potencial Elétrico (Figura 20). Nesse caso a distância é o ponto relevante e não a geometria e as posições relativas. Diante do tempo para a realização da atividade e a intenção de promover diálogo, presumimos que possivelmente não seria possível realizá-la.

Questão

A figura mostra diferentes formas de posicionar duas cargas de um ponto P no espaço. Qual alternativa é verdadeira a respeito do Potencial em P, em cada alternativa:

1. $a=b=c$
2. $a>b>c$
3. $a<b<c$
4. depende do sinal das cargas

Figura 20 – Questão sobre potencial elétrico

Ficou combinado que essa intervenção seria protagonizada de forma mista, parte pelo pesquisador e parte pelo professor. Por isso, a elaboração do diário de bordo foi realizada pelo pesquisador *a posteriori*, por meio da gravação em vídeo realizada durante a intervenção. Ficou acertado também que a demonstração com a queda dos objetos de diferentes configurações de massa e altura fica a cargo do professor e o restante a princípio pelo pesquisador com intervenções do professor sempre que oportuno.

Diante do fato que se tratava de uma aula de 45 minutos, do desejo de promover diálogo, e que se pretende abordar novos conceitos enquanto se reforça conceitos vistos anteriormente, esse planejamento nos pareceu suficiente.

4.3.6 A terceira intervenção – Energia Potencial Elétrica

A sala utilizada para essa intervenção é o laboratório normalmente utilizado na disciplina; identificamos as mesas na Figura 6. Abaixo segue a disposição dos 10 estudantes que participaram desta aula:

Mesa 1: Estudante13.

Mesa 2: desocupada.

Mesa 3: Estudante03, Estudante06, Estudante18 e Estudante07.

Mesa 4: Estudante17.

Mesa 5: Estudante02, Estudante16, Estudante11 e Estudante04.

Após o término da vista da prova, nossa intervenção começou com os alunos conectando-se à plataforma, o que aconteceu mais facilmente, isto é, sem necessidade de orientações e em um tempo muito pequeno; o mesmo não aconteceu com a conexão do computador do pesquisador com o projetor que apresentou problemas, facilmente contornados com a utilização do computador do próprio laboratório.

No início da aula, encontravam-se presentes nove alunos (o Estudante13 chegou depois do início da intervenção, que havia iniciado na terceira aula). O pesquisador após debater com os alunos sobre uma imagem projetada pelo sistema nos *smartphones* dos estudantes⁸ mostrando uma foto que apresentava uma moça

⁸ Nesse momento o computador estava inicializando e por isso a TV conectada a ele ainda não poderia ser usada, porém o fato do sistema projetar os slides nos DMD contornou esse contratempo.

pendurada em um fio de alta tensão, a fim de mobilizar os conhecimentos prévios dos alunos, o pesquisador perguntou: “Por que ela não morreu eletrocutada?”.

O Estudante07 disse que o fio devia ser encapado, o Estudante17 disse que esses fios não são encapados, e que ela estava viva porque estava em um mesmo potencial. Então, o pesquisador disse aos alunos que existia uma estreita relação entre a foto, o tema Energia Potencial Elétrica e Potencial Elétrico, e o exercício profissional relacionado à formação que estavam recebendo. A aproximação entre a formação profissional que se destina o curso, o noticiário de onde foi extraída a foto e o assunto científico a ser estudado visou motivá-los a identificarem-se com o tema da aula.

Então a analogia tradicional entre energia potencial gravitacional e elétrica foi apresentada (Figura 17) pelo pesquisador, tendo em vista que após isso, os alunos seriam desafiados a raciocinarem sobre outras situações a fim de classificá-las em analogia possível ou não em relação ao tema da aula: energia potencial elétrica. É preciso ficar claro que a energia potencial gravitacional de uma pedra que cai e a energia potencial elétrica de cargas elétricas, estão ligadas a fenômenos análogos, mas não são iguais.

Diante disso, o pesquisador apresentou uma imagem (Figura 19) com várias situações e a pergunta: “**Qual outra analogia é possível?**” então fez o convite para discutirem em grupo. Alguns alunos conversaram entre si, outros olhavam para a figura projetada pelo computador ou para seus *smartphones* pessoais, que apresentavam a mesma mensagem. As respostas foram sendo encaminhadas e ao final, foi apresentado o resultado (Figura 21).

Diante desse resultado, pesquisador e alunos viveram o seguinte diálogo:

“Pesquisador: Vamos ver as respostas, temos as seguintes: ‘Todas’, ‘Vasos Comunicantes’ e ‘Maçã arremessada’... Quem falou vasos comunicantes, pensou na analogia de que forma?

Estudante06: Na resistência de um circuito elétrico.

Pesquisador: Legal, agora outra pessoa. O que seria a resistência que o Estudante06 disse?

Estudante17: A torneira.

Pesquisador: Por que a resistência seria a torneira?

Estudante07: Porque é ela que limita a passagem da água.

Pesquisador: Legal, vocês como profissionais da área elétrica ao pensar e justificar a escolha da analogia estão desenvolvendo uma importante habilidade: habilidade comunicativa, de explicar, de ensinar. Agora, quem escolheu a mola, ou também o que não a escolheu, por que a escolheu?

Estudante17: Ela acumula energia e a fornece àquilo que ela empurra, ou puxa, e isso varia com a distância.

Pesquisador: Legal, é a Energia Potencial Elástica, e quanto mais comprimo a mola, maior é a força, e logo a energia... Pessoal, quando eu aproximo uma carga positiva de outra, a energia aumenta ou diminui?

Estudante07: Aumenta.

Estudante06: Aumenta.”

Pesquisador continua o diálogo com o objetivo de dar enfoque às diferenças entre os casos que podem ser usados como análogos, ou em que a analogia tem maiores ressalvas, como a mola que quanto maior a sua deformação maior é a força exercida e o caráter oscilatório do movimento produzido por ela sem atrito. Nesse momento, o Estudante16 perdeu a conexão e pediu o código para reestabelecer seu acesso à plataforma. Depois de algumas considerações sobre o valor da energia potencial que diminui conforme o corpo ganha velocidade, ou seja, conversão de energia potencial em energia de velocidade (cinética) nos casos, o pesquisador ressalta o fato de que tudo o que foi visto na disciplina, e também em algumas outras que ocorrem concomitantemente, está sendo mobilizado para compreensão desses conceitos.

Depois desse momento conceitual, o pesquisador se volta aos aspectos quantitativos. Para isso apresenta a fórmula da Energia Potencial Elétrica e ressalta que se trata de uma grandeza escalar, e por isso, não tem direção nem sentido, apenas um valor (uma magnitude), o que proporciona uma abordagem mais simplificada.

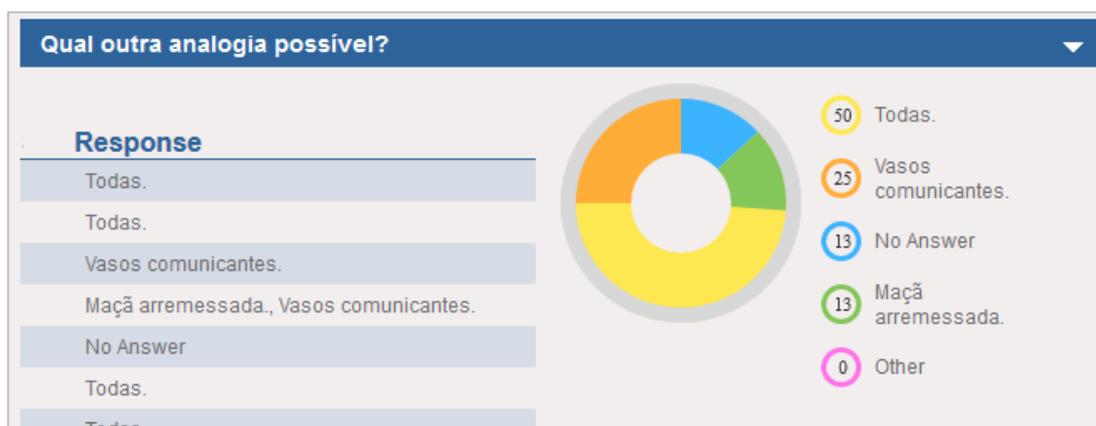


Figura 21 – Parte do resultado da pergunta: ‘Qual outra analogia é possível?’

Fonte: Nearpod.com

Após essa explicação o pesquisador escreve na lousa a fórmula da energia potencial gravitacional (Figura 22.a) e ao lado da energia potencial elétrica (Figura 22.b), para proporcionar uma reflexão sobre a analogia quantitativa que existe além

da analogia conceitual. Essa relação não é explícita em uma primeira vista, mas como segue será elucidada.

$$E_{PG} = m \cdot g \cdot h \quad (a)$$

$$E_{PE} = \frac{k_0 \cdot Q \cdot q}{d} \quad (b)$$

Figura 22 – Fórmulas da Energia Potencial (Gravitacional e Elétrica)

Nesse momento, pedindo a palavra ao pesquisador, o docente se dirige à frente da sala e diz:

“O que tem de fundamental, confirmando o que está sendo dito, é que qualquer energia potencial: seja elétrica, seja potencial gravitacional, seja energia potencial elástica, todas são energias que dependem da configuração do sistema. O que significa isso em palavras mais fáceis? Aqui, minha pasta e está mesa é um sistema, e está em uma configuração. Configuração zero. Então a energia desse ponto é zero. (professor posiciona a pasta sobre a mesa)
 Para eu mudar a configuração desse sistema o que eu preciso fazer?
 Estudante17: Levantar a pasta?
 Docente: O que significa eu levantar?
 Estudante06: trazer para cima.
 Docente: Ela vai se levantar sozinha? O que eu preciso fazer?
 Estudante17: Aplicar uma força.
 Docente: Isso, eu preciso realizar um trabalho aqui, aplicar uma força.”

O professor enquanto explica a mudança da configuração energética do sistema pela mudança da posição, segura sua pasta com uma mão e move a outra verticalmente no vão entre a mesa e o caderno enquanto diz: “Isso é configuração: Posição Relativa. Então, esta energia que eu dei para o sistema para elevar, mudar de posição a pasta, deixou uma energia potencial guardada nessa pasta. Tudo bem?”

Alguns alunos respondem: “Sim”, mas todos prestam atenção no docente, que pergunta:

“Docente: Se a gente liberar esta energia potencial, o que vai acontecer?
 Estudante17, Estudante02: Ela cai.
 Docente: Ela cai, ela cai e prestem atenção no som. (docente solta a pasta que estala ao atingir a mesa)
 Docente: Tudo bem? Agora eu vou dar mais energia, eu vou mudar mais ainda a configuração do sistema, estava até aqui (configuração 1) e eu vou colocar até aqui (configuração 2). (docente elevou a pasta a uma posição mais elevada em relação à mesa que a primeira vez)
 Docente: Tudo bem? Escutem
 (docente solta a pasta e o estalido foi maior que o anterior)”

Professor estende a ideia da dependência da configuração do sistema aos outros tipos de energia potencial. E pergunta:

“Docente: Nesse problema, o que está determinando a energia potencial?”

Estudante18: A gravidade.

Estudante07: A altura.

Docente: Sim, a altura... porque sempre temos a posição relativa. Depende do que mais?

Estudante06: Massa.

Docente: Da massa né? Então se eu colocar, ao invés de uma pasta, duas pastas.

(Docente pega um caderno de um dos alunos e repete o experimento)

Docente: Agora minha pasta e esse caderno, prestem atenção no som na configuração 1.

(docente repete o experimento duas vezes, agora com o caderno junto com a pasta, nas duas configurações).

Docente: Dependeu da altura, da massa e do que mais?

Estudante18: Da gravidade.

Docente: Da gravidade! O que é exatamente esta fórmula aqui.”

O docente se dirige a lousa e aponta para a fórmula da Energia Potencial Gravitacional (Figura 23.a), após isso diz: “O que é gravidade? É um campo...” e repete o procedimento para todas as variáveis da fórmula da Energia Potencial Gravitacional e substitui abaixo os análogos elétricos.

Ao apresentar essa figura está apresentada a analogia. E ressalta: “Depois veremos que esse campo que multiplica a carga (análogo a multiplicação $g \cdot h$, isto é, aceleração gravitacional vezes altura) é o que chamamos de Potencial Elétrico”.

$$\begin{array}{l}
 E_{PG} = m \cdot g \cdot h \quad (a) \\
 E_{PE} = q_1 \cdot E \cdot d \quad (b) \\
 E_{PE} = q_1 \cdot \frac{k \cdot q_2}{d^2} \cdot d \quad (c) \\
 E_{PE} = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d} \quad (d)
 \end{array}$$

Figura 23 - Formulário para apresentar a analogia discutida em aula

Nesse momento ele é interrompido por uma pergunta:

“Estudante06: Então o quezão (‘Q’- maiúsculo) dessa fórmula (Figura 22.b) é o q_1 ?”

Docente: Isso, aqui chamamos de q_1 e q_2 , e ali de *quezão* e *quezinho* (letra Q maiúscula e minúscula, respectivamente). O ‘Q’ maiúsculo é a carga fixa, e o minúsculo é a carga de prova.

Estudante06: Então é a mesma fórmula que vimos né?

Professor: Sim, é a mesma. Esse índice zero, do k, é porque se refere ao vácuo ou ao ar. É a constante eletrostática no vácuo.”

O docente retorna ao seu lugar, passando a palavra ao pesquisador que após breve retrospectiva das ideias sobre a relação entre as equações análogas (Figura 23.a e Figura 23.b), propõe a próxima questão (Figura 18): **“Assinale a alternativa que descreve o que está acontecendo com a carga de prova da figura”**, que por um esquecimento ao programá-la na plataforma, não foi incluída a função de coleta de respostas na plataforma CRS. Os alunos avisam que a opção de coleta de alternativas não apareceu, e por isso o pesquisador, diz:

“Pesquisador: Então, quem acha que aumenta, levanta a mão.
(ninguém levanta a mão, e os alunos se entreolham)
Pesquisador: Quem acha que diminui?
(alguns alunos olham para o docente da disciplina, como esperando uma pista)
Estudante06: Aumenta né?
Pesquisador: Quando aumenta?
Estudante06: Quando a carga se desloca para o lado negativo.
Pesquisador: Obrigado, bom hein... esta é uma visão. Quem pensa o contrário?
Estudante17: Diminui porque a carga de prova, que é positiva, está se afastando da carga positiva grande.
Pesquisador: Muito legal, observem só, nós temos duas posições contrárias, um colega acha que aumenta a energia à medida que a carga se desloca e o outro que diminui.”

Pesquisador detalha aos outros como cada um pensa, e na hora que são interrogados a respeito de qual visão acham a correta, todos (inclusive o Estudante06) juntam-se a visão do Estudante17. O pesquisador propõe outra formulação para tentar verificar o entendimento da analogia:

“Pesquisador: Se fosse essa situação, no caso mecânico. No lugar da carga seria o que?
(Ninguém responde)
Pesquisador: Uma pedra? O que seria o chão?
(Estudante17 aponta para o lado negativo, mas permanece em silêncio.)
Pesquisador: Por que o chão equivale o negativo?
Estudante16: Porque como a pedra cai pro chão, a carga “cai” pro negativo, como a gravidade.
(Durante essa explicação Estudante07 e Estudante17 se movimentaram como se quisessem falar)
Pesquisador: Estudante07, quer dizer alguma coisa?
Estudante07: Não.
Estudante06: É que quanto mais alto a pedra, maior a energia potencial, e no caso da carga se aumento o valor da carga positiva, na mesma distância, também vai interferir mais na carga de prova.
Pesquisador: Isso acontece porque não temos como mudar a massa do planeta, para mudar a gravidade, como podemos mudar a carga entre as placas paralelas.”

Nesse diálogo o Estudante06 demonstrou uma dúvida a respeito da analogia pois propõe aumentar a altura da pedra no caso gravitacional para relacionar com o aumento da carga no caso elétrico, no entanto, era preciso aumentar uma das massas em interação (como a massa do planeta) para equivaler o aumento da carga elétrica. Na analogia a distância entre as massas equivale a distância entre as cargas.

Por fim, pesquisador apresenta a segunda analogia para introduzir o conceito de Potencial (Figura 19).

“Pesquisador: Quem aqui já ouviu falar na palavra ‘Voltagem’? Ou na disciplina de Circuitos Elétrico ou Química, em d.d.p. (diferença de potencial), quem já ouviu?

(alguns levantam a mão)

Pesquisador: Note que potencial não é o mesmo que potência. O que é potência?

Estudante13: Potência tem nos equipamentos e na conta de luz, é o gasto.

(Docente aproveita a resposta do aluno para esclarecer).

Docente: Não, potência é qualquer tipo de energia por unidade de tempo. Quanto você vai produzir de energia por unidade de tempo. A origem do estudo de potência se relaciona a máquina. A ideia era sempre aprimorar a máquina, qual era a ideia? Fazer uma máquina que produzisse mais trabalho em menor tempo. Uma máquina muito potente é aquela que produz muita energia em pequeno intervalo de tempo.”

Pesquisador retoma a Figura 19 e mostra a relação entre o cálculo da Força e o Campo Elétrico e a Energia Potencial Elétrica e Potencial Elétrico. Assuntos que serão mais aprofundados nas próximas aulas.

4.3.7 Elaboração das intervenções didáticas para quarta aula

Na reunião de discussão do conteúdo para a quarta intervenção, refletimos sobre as impressões obtidas na terceira interação. Participaram da reunião o pesquisador, o docente da disciplina e o orientador dessa pesquisa.

Notamos que o quantitativo de estudantes participantes na última intervenção foi baixo (total de 10 estudantes), uma vez que foram 21 estudantes que, antes de iniciarmos a tomada de dados da pesquisa assinaram o TCLE consentindo em dela participar. O docente explicou que alguns alunos mudaram de turma, bem como depois da primeira avaliação, costumeiramente, acontece desistência de alunos em função da nota obtida. Ele calculou que cerca de 13 a 15 estudantes prosseguiriam até o final.

O orientador ressaltou a importância de pensar em atividades que pudessem promover diálogo significativo, mesmo que os estudantes desse curso não fossem tão dados a explicitar suas ideias. As perguntas a serem feitas com a plataforma deveriam dar oportunidade para os alunos exporem seu pensamento a respeito do tema apresentado; para isso, essas perguntas não deveriam tratar das definições objetivas do conteúdo, mas propor situações em que os alunos pudessem expor suas ideias, dar suas explicações e que o pesquisador pudesse desenvolver a aula a partir dessas ideias espontâneas e tentar aproximá-las da concepção cientificamente aceita.

Em relação a isso, ressaltamos a importância do diálogo em aproveitar o conhecimento prévio do aluno, para aumentar a sua identificação com os assuntos norteadores, e partindo desse ponto dialogar a respeito desse conhecimento introduzindo os novos conceitos.

Dito isso, na reunião assumimos como guia para a próxima intervenção:

1. conceitos prévios: momento da aula para sondar os conhecimentos dos estudantes a respeito do tema capacitores.
2. análise conceitual do capacitor: em que iríamos mobilizar os conceitos estudados na disciplina e como esses são observados no capacitor.
3. análise quantitativa e relações conceituais: nesse momento começaríamos a operacionalizar os cálculos das grandezas físicas envolvidas, entre essas o cálculo da capacitância.
4. associação série e paralelo de capacitores: último momento reservado para observar as particularidades da ligação conjunta de dois ou mais capacitores, seu reflexo na capacitância total.

Antes de mobilizar os conhecimentos prévios, a primeira pergunta elaborada visou verificar se os estudantes reconhecem o dispositivo eletrônico. Nessa questão, apresentamos uma imagem contendo capacitores e uma pergunta: **Você sabe o que é isso?** Queríamos verificar se os estudantes conheciam ou não esse componente eletrônico e, se sabiam onde os encontramos na prática.

A segunda pergunta proposta, uma atividade para oportunizar a colaboração entre os estudantes, foi idealizada para utilizar um tipo de recurso da plataforma em que a resposta dada por cada aluno para uma questão é apresentada aos demais estudantes que, dessa forma, além de responder a mesma questão podem manifestar sua concordância ou não com tal resposta. No caso de concordância, um contador

(ícone em formato de coração) computa o quantitativo de estudantes que gostaram daquela resposta, com aparência de um quadro de cortiça com recados.



Figura 24 – Tela da atividade colaborativa proposta por meio dos DMD
Fonte: Nearpod.com

Outra questão pensada para aferir o conhecimento prévio sobre capacitância foi: **‘Para que serve o capacitor? (Descreva os usos que você conhece)’**. Diferentemente da pergunta anterior, esta não era uma atividade colaborativa (a ser realizada em grupo) e cada aluno deveria encaminhar um texto contendo seu conhecimento. O intuito dessa questão foi verificar os conhecimentos prévios de cada um, e promover a resposta individual de cada estudante sem contar com a inspiração advinda da resposta do outro, possibilitaria avaliar o que cada um conseguiu formular sobre o tema sem ajuda de outra pessoa.

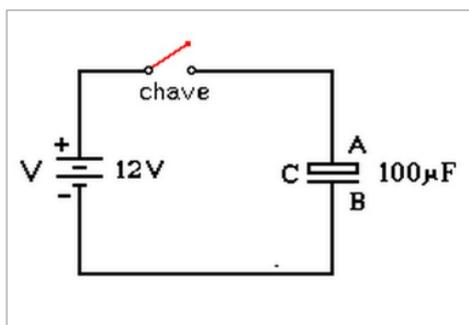


Figura 25 – Circuito Elétrico DC em série; contendo fonte, capacitor e chave

Após esta etapa que buscava tanto contextualizar, como também direcionar para um diálogo concernente ao tema da aula, a próxima parte visava analisar os conceitos físicos acerca do capacitor, conforme a ementa curricular. Após uma série de *slides* que apresentavam as partes e o funcionamento do capacitor, elaborados

para ser projetados via *datashow* como também nos *smartphones* dos estudantes. Decidimos mostrar um circuito elétrico simples conforme o da Figura 25, contendo uma bateria, uma chave e um capacitor.

É sabido que na disciplina Eletricidade os alunos têm estudado circuitos como esse, porém com resistores no lugar em que colocamos o capacitor. Ainda que o foco fosse estudar o que acontece depois que as cargas se movimentam e atingem a situação de equilíbrio, percebemos que esse circuito possibilitaria uma rica situação de análise dos fenômenos físicos envolvidos: Força Elétrica, Campo Elétrico, Potencial Elétrico e Capacitância. Para introduzi-los, propusemos um teste que tenta sondar a visão do aluno sobre o que acontece quando fechamos o interruptor.

Por possuir mais de uma resposta verdadeira, esta questão visou proporcionar diálogo a respeito de cada alternativa no momento da apresentação do quadro de frequência de respostas. Pensamos que ao dialogar com os alunos sobre algumas das alternativas, diante dos resultados apresentados pela plataforma com o quantitativo das respostas enviadas, desejávamos revisitar os conceitos físicos que se relacionam com o movimento de elétrons no condutor, campo elétrico decorrente de concentração de cargas em placas paralelas e começar a introduzir a relação entre esse campo elétrico e a armazenagem de energia elétrica no capacitor.

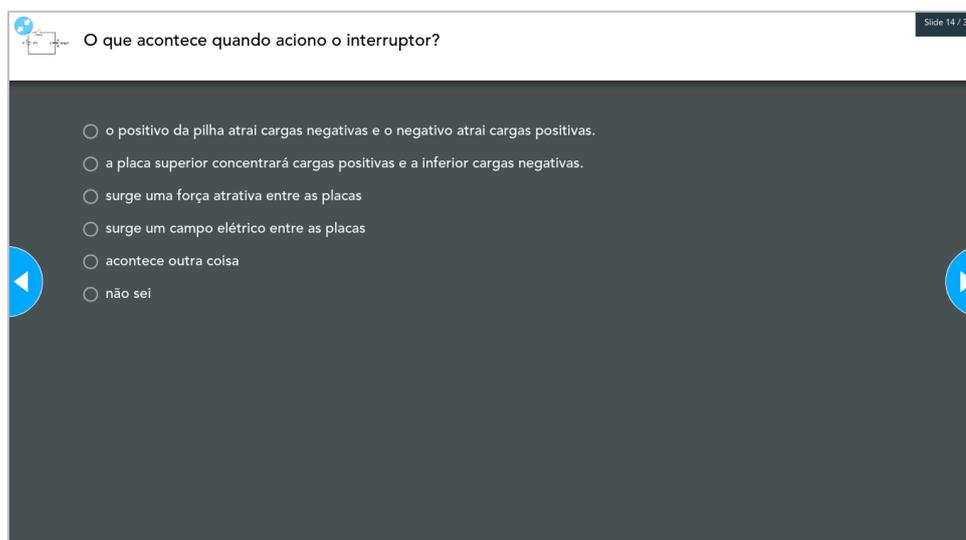


Figura 26 – Uma das perguntas usadas no estudo do circuito elétrico capacitivo
Fonte: Nearpod.com

Após essa pergunta, para aprofundar os fenômenos físicos relacionados, acrescentamos outras duas para verificar os pensamentos dos estudantes a respeito da tensão elétrica no capacitor do circuito (Figura 25) imediatamente antes e depois de acionar a chave. Então, para realizar uma abordagem quantitativa frente à

discussão conceitual, iremos retomar 2 equações vistas durante o curso, a de Campo Elétrico (Figura 27-1) e Tensão Elétrica (Figura 27-2) entre Placas Paralelas carregadas com cargas opostas, e a de Tensão Elétrica entre as placas .

A equação (1) calcula o campo elétrico resultante da interação das duas placas paralelas do capacitor quando estão carregadas com carga +Q e -Q. A equação (2) calcula o potencial elétrico do capacitor de placas paralelas em função do campo elétrico entre elas e da distância entre as placas. Por fim, a equação (3) introduz o novo conceito, e calcula a capacitância desse capacitor.

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{\xi} = \frac{Q}{A.\xi} \quad (1)$$

$$V_c = E.d \quad (2)$$

$$C = \frac{Q}{V} \quad (3)$$

Figura 27 – Formulário utilizado no estudo do Capacitor de placas paralelas

Aproveitaremos o circuito para prosseguir a explicação sobre o capacitor. Assim planeja-se discutir o valor da Capacitância quando o Capacitor se encontra em equilíbrio no circuito e alteramos a distância entre as placas, por exemplo. Chega-se à conclusão de que a capacitância nesse capacitor depende apenas de aspectos de sua geometria e dos materiais que os constitui (Figura 28) e não do circuito elétrico que o contém.

Pensamos na pergunta: O que devo fazer para aumentar o valor da capacitância de um capacitor de placas paralelas?

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{E.A.\xi}{E.d} = \frac{A.\xi}{d}$$

Figura 28 – Fórmulas para cálculo de capacitância de placas paralelas usadas

A parte final da aula visou analisar a Associação Série e Paralelo de capacitores e cálculo da capacitância equivalente. Para evitar a abordagem em que se apresenta um formulário e se realiza exercícios, seguindo a proposta usada até então, planejamos discutir com os alunos sobre arranjo interno de cargas, o potencial elétrico e campo elétrico entre as placas para assim entender os motivos que justificam o valor da capacitância equivalente resultante da associação.

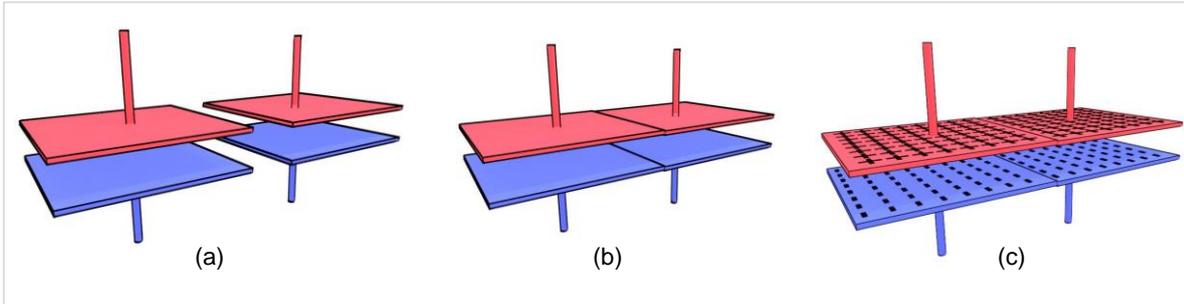


Figura 29 – Sequência de imagens sobre capacitores em paralelo

Após apresentarmos capacitores em paralelo, propusemos a seguinte pergunta sobre o mesmo tema. A questão era do tipo “complete a frase” em que havia três possíveis escolhas como resposta: **‘Ao associarmos capacitores em paralelo...’, com as seguintes alternativas: ‘...aumenta o valor da capacitância’, ‘...diminui o valor da capacitância’, e ‘... mantém o valor da capacitância’.** Essa questão visou destacar a ideia de que ao aumentar a região das placas, maior quantidade de cargas pode ser armazenada.

Para ilustrar o possível diálogo, ou para ser usado em uma exposição após o diálogo que viesse a ocorrer, foram preparadas as ilustrações da Figura 29 para explicitar a ampliação da área das placas do capacitor quando associado em paralelo. Ainda que essa sequência de imagens possa parecer problemática uma vez que o ponto de contato elétrico na associação de capacitores em paralelo se dá tradicionalmente por meio dos conectores e não das placas, como a apresentação dessas imagens estão subordinadas à descrição do professor a mantivemos, ainda mais porque o contato elétrico conforme a figura é equivalente ao contato pelos conectores e por isso não oferece erro conceitual.

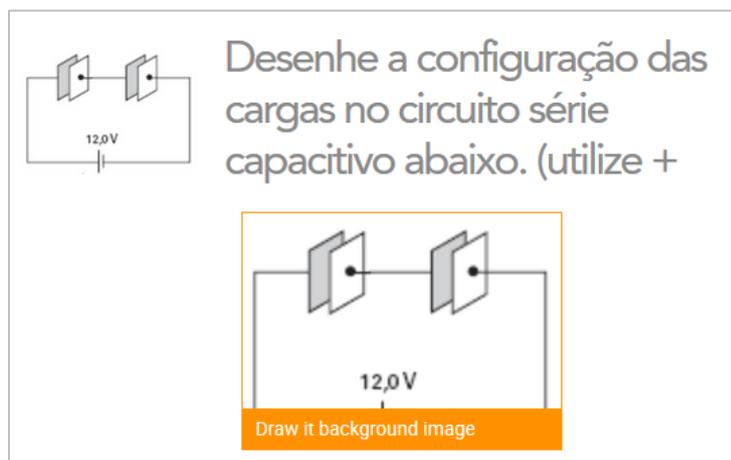


Figura 30 – Pergunta acerca da associação série de capacitores

Em cada caso, planejamos propor perguntas a respeito do que acontece com a capacitância equivalente, para depois, ainda que a resposta seja correta, perscrutar por meio do diálogo os motivos que conduziram os estudantes a esse fato, do ponto de vista das cargas, do Campo Elétrico gerado por estas, e do Potencial Elétrico entre as Placas do Capacitor.

Para tratar sobre capacitores em série, uma discussão mais complexa que a em paralelo, elaboramos uma questão em que o aluno tivesse que desenhar o sinal da distribuição das cargas quando dois capacitores estiverem nessa associação.

Esperava-se produzir com o diálogo a descoberta do fato que ao contrário da associação paralelo em que a tensão é a mesma em todos os capacitores, na distribuição série, as quantidades de cargas (Q) são as mesmas. Fato que decorre do equilíbrio das cargas em cada capacitor associado e dessa forma oferecer um caminho para deduzir a relação.

Essa intervenção será desenvolvida nas três aulas integralmente pelo pesquisador, ao contrário das anteriores, em que o professor conduziu as aulas e o pesquisador introduziu as atividades na aula final, complementando as ações do professor.

4.3.8 A quarta intervenção – Capacitores

A quarta intervenção foi realizada no último encontro antes da segunda avaliação escrita. Devido a uma necessidade de ordem prática, essas aulas não aconteceram no laboratório usual, mas em outro laboratório. A Figura 31 apresenta as bancadas existentes nesse laboratório.

Abaixo segue a disposição final dos estudantes nas bancadas:

Bancada 1: Estudante11 e Estudante13.

Bancada 2: Estudante07.

Bancada 3: Estudante18, Estudante22 e Estudante23.

Bancada 4: Estudante04, Estudante02 e Estudante16.

Bancada 5: Estudante09 e Estudante17.

Após uma série de avisos do professor sobre a prova da semana seguinte e do encaminhamento da resolução das listas de exercício solicitada pelos estudantes, iniciamos a quarta intervenção didática, com uma pergunta do pesquisador, via plataforma CRS. Ela mostrava alguns capacitores (a imagem foi encaminhada nos

smartphones e projetada pelo *datashow*) e continha a seguinte questão: **Vocês sabem o que é isso?**

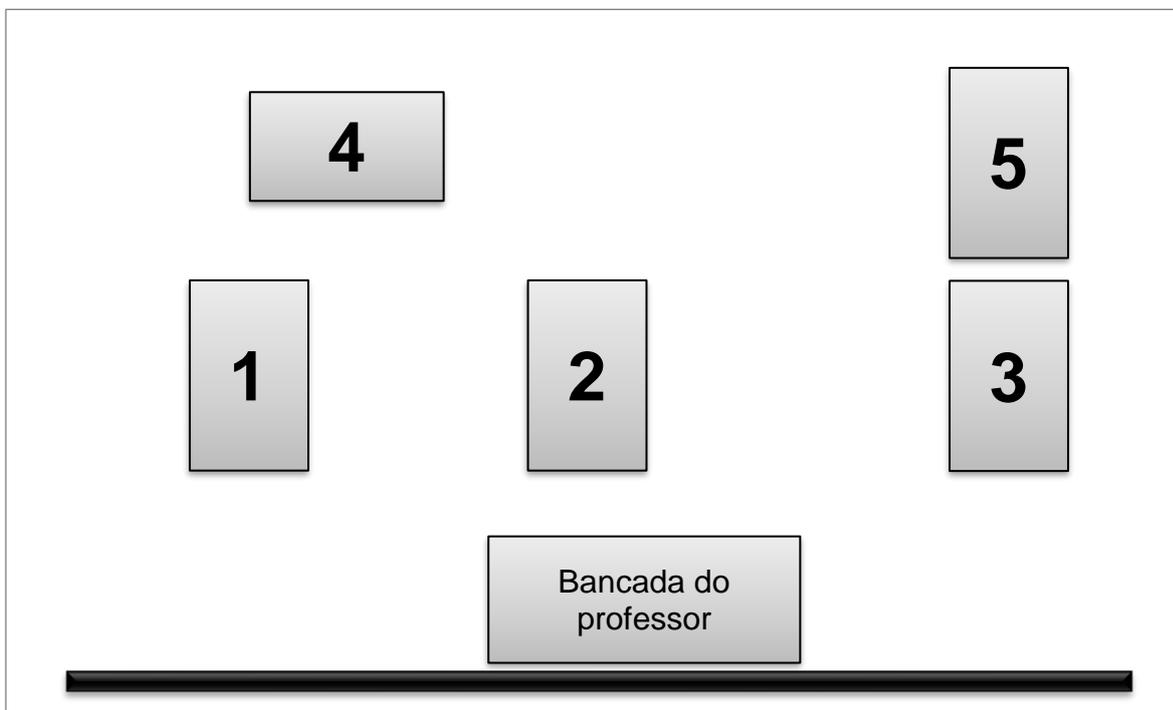


Figura 31 – Layout da sala de aula quarta intervenção

O docente da disciplina, em função da dificuldade do Estudante22 acessar o sistema, perguntou: “Não está dando certo?”, e aproximou-se e empresta seu *smartphone*, e pergunta se ele conhece, o aluno prontamente balança a cabeça, indicando que não, enquanto olhava os componentes projetados pelo computador do professor em tamanho maior. Por um instante ele sorri e escolhe uma das alternativas. Os demais estudantes se encontram conectando ou já respondendo à pergunta.

Depois o pesquisador mostra para os alunos o resultado, e todos declararam conhecer, o que nos chamou atenção diante das evidências da situação com o Estudante22 descrita acima. Prosseguindo, diz: “A aula de hoje é sobre isso, e o que é?”. O Estudante22 responde: “Capacitor, ‘haha’”. Então o pesquisador percebe que o título da janela que contém as fotos dos dispositivos eletrônicos, projetada, é o nome do projeto salvo, que por sinal é ‘Capacitor’. O pesquisador ri ao perceber a “gafe” junto com ele os alunos que perceberam o que aconteceu.

O Pesquisador continua, e passa para a próxima questão: “De onde vocês conhecem o capacitor?”, nesta os alunos precisariam digitar um texto no *smartphone* como resposta.

Diante desta pergunta aconteceu esta interação:

“Estudante23: Eu lembro o que é porque a gente queimou um monte de capacitores porque o potenciômetro estava com valor baixo.
 Pesquisador: O Estudante23 conhece dessa experiência trágica, e vocês?
 Estudante18: Ventilador.
 Pesquisador: Ventilador?...”

O Estudante16 narrou ao pesquisador uma situação em que ele também estourou um capacitor por desconhecimento enquanto o Estudante23 detalhava sua experiência para o Estudante18 e o Estudante22. Então o Pesquisador diz à sala: “Então a primeira pergunta, foi se vocês conhecem, agora queremos saber **onde encontramos capacitores em nosso dia a dia?**”. Os alunos começam a escrever em seus DMD, e para motivar enquanto os alunos respondiam, o pesquisador continua:

“Pesquisador: Às vezes a gente estuda um assunto na sala de aula e não sabe a abrangência dele. Capacitores são componentes desconhecidos por muitas pessoas. Se vocês quiserem podem colocar mais de uma resposta, ou votar na resposta de algum colega. Meu desejo é descobrir locais em que ele é usado e eu não imaginava. (Pesquisador vai até seu computador para ver algumas respostas)
 Pesquisador: Vejam que legal: Ventiladores, Máquinas de Lavar, no curso técnico.... *haha*, isso aqui foi legal!”



Figura 32 – Respostas dos estudantes encaminhada via DMD
 Fonte: Nearpod.com

A Figura 32 apresenta o resultado dessa interação com DMD. Nesse momento o Estudante 07 entra na sala e ocupa um lugar na Mesa 2. O pesquisador pergunta: “Aqui nessa sala tem capacitores?”. Estudante23: “Ventilador, Celular”. Estudante04: “No reator da lâmpada”. Estudante22: “No computador, na TV”. O Estudante07 logo

se conecta para participar. Então o pesquisador vendo que eles reconheceram a presença desse componente em nosso dia a dia, propõe outra pergunta: **“Para que serve o Capacitor?”**.

As primeiras duas respostas, encaminhadas por estudantes em mesas diferentes foram exatamente a mesma: “Para acumular carga”. O pesquisador estimulou os alunos que não faziam ideia a escrever “não sei”, afinal estávamos no início da aula. Então comenta uma resposta:

“Pesquisador: Vejam essa resposta: ‘Para armazenar energia’. Capacitor armazena energia?

(Estudante17 e Estudante07 balançam a cabeça sinalizando que sim)

Estudante17: Uma pequena quantidade de energia, depende é claro, do tamanho do capacitor. (sorriso)

Pesquisador: E onde vocês veem uma armazenagem de energia que provavelmente seja de um capacitor? Quem colocou essa resposta deve ter pensado em algum exemplo.

Estudante16: Um exemplo é o capacitor usado na partida do motor, ele é só usado na partida, depois uma chave centrífuga o desconecta.

Pesquisador: Muito bom, e é isso: o capacitor de partida faz que aconteça uma diferença entre fases, na partida, para iniciar o movimento do motor e depois é desconectado.

Estudante23: O Flash da máquina fotográfica também, não é?

Pesquisador: Sim, muito bom. Outro exemplo é o LED do *SantdB* você desliga o aparelho e o LED demora a apagar, vocês já perceberam? Até quando você tira da tomada, não é?

(Alguns estudantes sinalizam com a cabeça afirmativamente, então pesquisador indaga sobre outra questão:)

Pesquisador: Vejamos esta outra resposta: “Para acumular carga”. Mas como o capacitor acumula carga? Existem compartimentos dentro dele?

Estudante17: Ele separa as cargas, de um lado as positivas e do outro as negativas.

Pesquisador: Exatamente.

Estudante17: Assim armazena, concentrando de um lado “mais” e do outro lado “menos”.

Pesquisador: Aí ele acumula carga.”

Nesse momento o Pesquisador apresenta uma lista com possibilidades de uso do capacitor. Em certo momento surge esse diálogo:

“Pesquisador: Aliás, toda fonte de dispositivo eletrônico, tem capacitor ali dentro.

Estudante23: Fonte de notebook tem uma luzinha que quando você desliga demora a apagar.

Pesquisador: Bom, tem relação, mas a luzinha não é o capacitor, a luzinha o que é, vocês sabem?

Estudante17: É o diodo.

Pesquisador: É um diodo, diodo emissor de luz, um LED. Para sinalizar o que?

Estudante23: Que está funcionando.

Pesquisador: Que está funcionando. Afinal, às vezes a gente não sabe o que não funciona, se a fonte ou o computador, logo a luzinha é muito útil. Então, vamos lá... no nosso curso onde vamos ver capacitor?”

Então o pesquisador expõe uma lista de disciplinas do curso que aborda diferentes usos de capacitores exemplificando algumas das abordagens que serão vistas. O Estudante23 interagiu, como no exemplo acima.

Depois, conforme planejamento, a discussão foi conduzida para a análise dos conceitos físicos acerca do capacitor, para isso foi projetada e apresentadas nos *smartphones* simultaneamente uma sequência de imagens partindo da ideia básica do capacitor, um dipolo de cargas relativamente próximas, e seguindo aos conceitos físicos envolvidos, a identificação das partes internas do capacitor e as estratégias de construção, mostrando ao final uma vista explodida de um capacitor eletrolítico. O Estudante11, nesse interim, chega à aula e imediatamente o pesquisador o convida a se conectar à plataforma.

Três diálogos ocorreram na sala: O primeiro, sobre os conceitos físicos que os alunos conseguiam identificar no capacitor: os estudantes e os assuntos de suas participações foram respectivamente: Estudante16 - Elétron, Estudante07 - d.d.p., Estudante17 – campo elétrico, novamente o Estudante17 – interação entre as placas, Estudante23 – força elétrica, neles os alunos detalharam para todos onde esses conceitos poderiam ser verificados na visão deles. Outro diálogo foi motivado pela pergunta: “Por que nesse capacitor, as placas não estão uma do lado da outra, mas enroladas daquele jeito?”. Estudante07: “Acredito que assim consegue uma maior... assim se estender isso daí ficaria muito grande.” Estudante23: “Diminui o tamanho em uma área grande de contato, fica mais fácil para transporte...”. Nesse momento o estudante Estudante01 chegou e se posicionou em uma cadeira. E o terceiro diálogo que aconteceu se relacionou às características do dielétrico, parte isolante entre as superfícies paralelas condutoras do capacitor. O Estudante18 afirmou que deve ser isolante, senão não haveria separação de carga.

Então o pesquisador apresenta o circuito (Figura 25) e pede para os estudantes identificarem os componentes (Estudante23 – Fonte, Estudante01, Estudante23 – Chave, Estudante07 – Capacitor, Estudante22 - Cabos). Após isso, o pesquisador faz uma análise do circuito e ao mesmo tempo tenta estimular os estudantes a desenvolver a habilidade de diagnosticar circuitos por meio dos conceitos físicos envolvidos, ao descrever o circuito para a sala observa que ele está aberto em dois

momentos, e pergunta sobre a diferença entre o circuito aberto na chave e no dielétrico do capacitor, da seguinte forma: “Por que eu preciso da chave, se o circuito está aberto no capacitor?”, e o Estudante17 responde: “Para não carregar o capacitor”. Então, depois dessa prévia de análise do circuito com a chave desligada, propõe a pergunta por meio do sistema: **“O que acontece quando aciono o interruptor?”**.

Após o encaminhamento das respostas dos estudantes no sistema o pesquisador apresentou um gráfico contendo a frequência das respostas. A Figura 33 do relatório de atividades gerado após a aula apresenta esse gráfico ao lado de algumas das respostas dos estudantes.

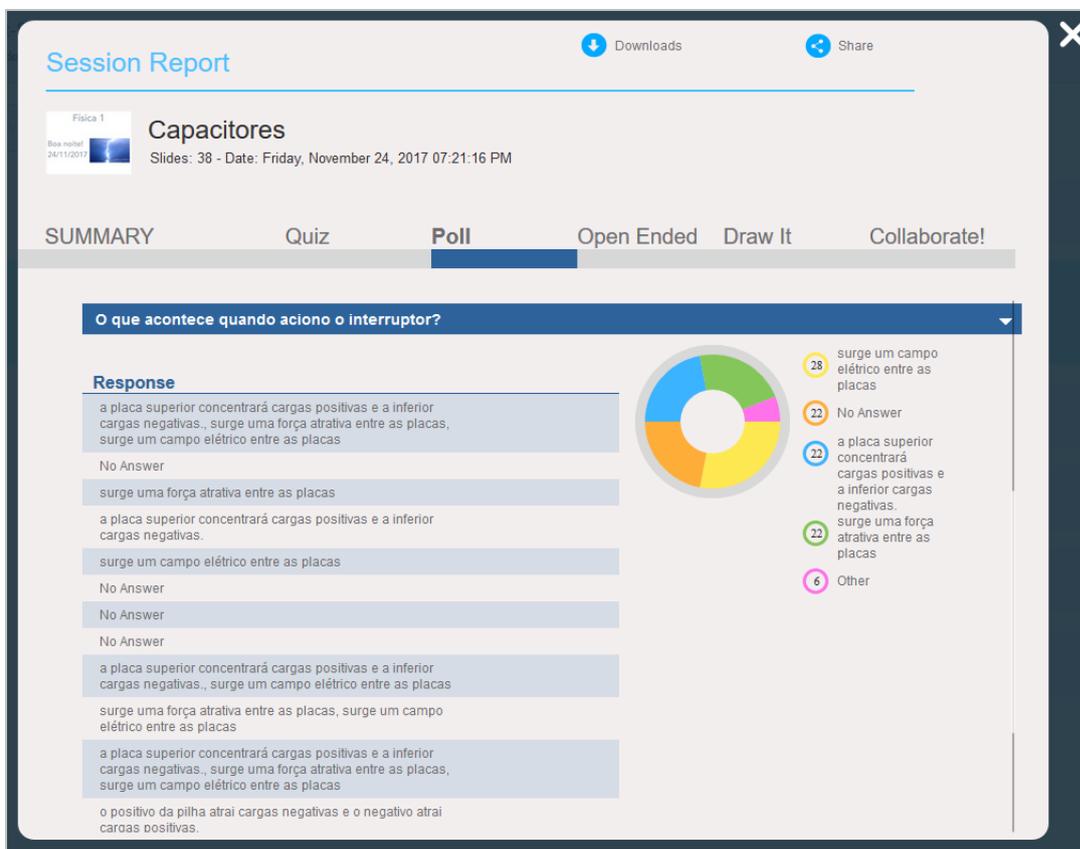


Figura 33 – Respostas dos estudantes a uma pergunta conceitual

Então o pesquisador pergunta aos alunos se surge um campo elétrico. O Estudante16 e depois o Estudante18 respondem, e o pesquisador segue perguntando a respeito de cada alternativa e quando observou algum equívoco despontando por meio do diálogo, ao invés de responder, devolveu a sala em forma de pergunta. Os próprios alunos elucidaram a questão e o aluno com dúvida ao declarar seu novo entendimento manifestou ter compreendido a relação entre os conceitos.

Quase todos os estudantes presentes nesse momento participaram: Estudante01, Estudante04, Estudante07, Estudante11, Estudante16, Estudante17, Estudante22 e Estudante23. Essa situação provavelmente ilustra um caso da passagem da ZDP para ZDR (VYGOTSKY, 2010).

Depois desse momento dialógico sobre cada alternativa da questão, o pesquisador apresenta as fórmulas que descrevem o capacitor (Figura 27) e as relaciona com o circuito em três situações:

1. Antes do fechamento da chave,
2. Muito após o fechamento da chave
3. Propõe nova abertura da chave, e após essa abertura muda a distância entre as placas do capacitor.

Essas situações proporcionaram a análise dos fenômenos físicos que ocorrem de forma conceitual e quantitativa, bem como ressaltaram a armazenagem de energia pelo campo elétrico entre as placas do capacitor. Então foi apresentada a fórmula de cálculo da capacitância (Figura 27-3). Outras perguntas foram propostas, o que gerou um diálogo a respeito do raciocínio em torno do tema.

Para verificar o entendimento dos alunos nos aspectos quantitativos, mais uma pergunta foi proposta para sala: **“O que devo fazer para aumentar o valor da capacitância de um capacitor de placas paralelas?”**. Então aguardamos a resposta dos alunos para, diante da apresentação do resultado, propor um momento dialógico.

“Docente: Sempre mantendo os 12 Volts?

Pesquisador: Pode ser, ou se você tiver outra ideia... Sei que é um desafio mobilizar os conceitos para imaginar como concentrar mais cargas nessas placas.

Estudante22: Olhando na fórmula eu penso que se eu aumento a carga eu aumento a capacitância.

Pesquisador: Como eu consigo intuitivamente aumentar a carga do capacitor?

Estudante17: Aumentando a tensão nele?

Pesquisador: Aumentando a tensão nele?

Estudante01: Diminuindo a tensão dele.

Estudante22: Ou, diminuindo a voltagem, é volts embaixo.... né?”

Então pesquisador desenvolve na lousa, pedindo ajuda aos estudantes, a expressão do capacitor de placas paralelas, substituindo a carga e a tensão, pelas recém utilizadas na aula (Figura 27-1 e Figura 27-2), enfatizando que o campo elétrico é proporcional à carga que o gera e ao mesmo tempo, o mesmo campo é também responsável por determinar a tensão elétrica entre as placas. Ou seja, se aumento a tensão, aumento o campo porque aumentei as cargas. E por isso na expressão posso

cancelar o campo elétrico obtendo o resultado exposto na Figura 28. Então após discutir com os alunos sobre a equação obtida, pede para eles responderem à questão aberta nos seus DMD: **“O que devo fazer para aumentar o valor da capacitância de um capacitor de placas paralelas?”**, eles responderam buscando relacionar as fórmulas e contrapunham com a resposta inicialmente encaminhada. Pesquisador fez perguntas a respeito de todas as respostas e ressalta uma que não foi fruto da análise quantitativa decorrente da fórmula obtida: “Aumentando a quantidade de capacitores.” Além de criativa, essa resposta introduziu ao próximo tema, associação de capacitores. Pesquisador ressalta o fato que o cálculo da capacitância depende de aspectos totalmente geométricos. E passa para o próximo tema, perguntando: “Será que ao aumentar a quantidade de capacitores, como respondido por algum colega, realmente aumenta a capacitância?”.

Nesse momento o Estudante09 chegou na sala e um pouco depois o Estudante13. Alguns alunos respondem que sim outros que não. Então o pesquisador pergunta sobre um assunto já visto pela sala relacionando-o com capacitores: “A associação de resistores e capacitores são equivalentes?” A discussão que surge dessa pergunta colabora para que alguns estudantes expliquem para os colegas da sala o que é similar e o que difere, apesar da dificuldade do aluno se expressar alguns equívocos vieram à tona.

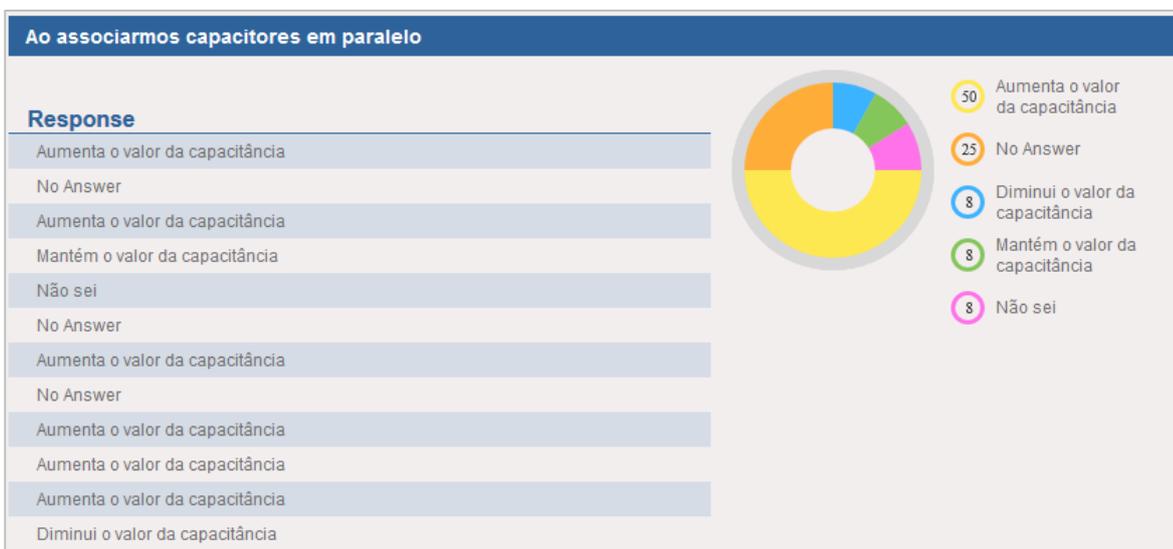


Figura 34 – Relatório sobre associação de capacitores em paralelo
Fonte: nearpod.com

O pesquisador propõe outra questão, do tipo “completar a frase”: ‘Ao associarmos capacitores em paralelo...(_____)’, e ofereceu as seguintes alternativas:

‘...aumenta o valor da capacitância’, ‘...diminui o valor da capacitância’, e ‘... mantém o valor da capacitância’, e pediu para escolher uma opção baseado em alguma análise, não “chutar”, melhor escolher “não sei” ou deixar em branco.

Metade da sala assinalou que aumenta a capacitância, 33% escolheram não chutar e 16 % estavam equivocados em relação ao que acontece (Figura 34).

Diante disso o pesquisador iniciou o seguinte diálogo:

“Pesquisador: Vejamos o resultado, a maioria acha que aumenta, mas alguém acha que diminui. Aí que eu vejo uma vantagem nesse sistema, se fôssemos levantar a mão, o que iria acontecer? Todo mundo iria esperar o cara que sabe mais se manifestar.... Será que não está certo quem afirmou que diminui? Aliás, no caso do resistor acontece assim...., vocês viram isso semana passada.

(Estudante18 balança a cabeça afirmativamente)

Pesquisador: A maioria falou que aumenta, será que aumenta mesmo? Vamos ver se alguém nos convence....

(Estudante17 sorriu ao ver o pesquisador desafiar os alunos a convencer os outros)

Pesquisador: pois agora eu estou do lado da minoria, e ela diz que diminui. Expliquem por que aumenta?

(Estudante07, Estudante16, Estudante18 e Estudante13 reagem com um sorriso)

Estudante01: Você ligando em paralelo, você aumenta a área do capacitor, e aumentando a área aumenta a carga para uma mesma tensão. Por isso aumenta a capacitância.

Pesquisador: Interessante, hein?! Mas eu não estou aumentando a área do capacitor, estou colocando outro capacitor, por que a área está aumentando?

(Estudante04 diz algo em voz baixa, pesquisador se aproxima ele aponta para o Estudante16 que aponta para ele. E ambos sorriem)

Pesquisador: Aqui os dois encontraram a resposta e um vai ser o porta voz.

Estudante16: Ele está falando que aumenta a...

Estudante03: Capacitância porque é somada as duas.

Pesquisador: Eu sou porque, como o Estudante01 falou, a área aumenta. Vamos observar essa sequência de imagens.”

Pesquisador então apresenta a sequência de imagens (Figura 29) que, coincidentemente ilustra exatamente o que o Estudante01 disse, e disserta sobre elas de forma a auxiliar quem não tinha entendido ainda o motivo que explicita a soma dos valores nessa associação.

Depois convida os alunos a entenderem o que acontece na associação série de capacitores, para isso propõem que os alunos desenhem no celular deles, com o sinal de mais e menos, como ficará a distribuição de cargas no circuito dado.

Enquanto os alunos desenham suas respostas em seus *smartphones* o pesquisador permanece falando sobre a importância de analisar esses circuitos.

Então o pesquisador mostra uma das respostas, todos que fizeram chegaram nessa resposta.

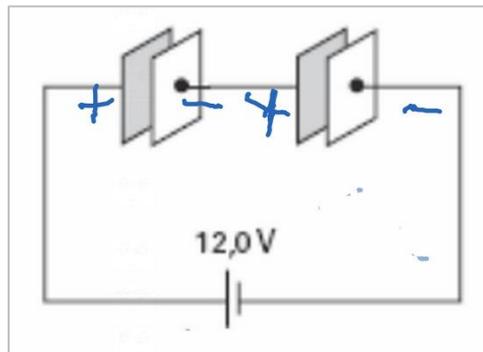


Figura 35 – Uma resposta encaminhada pelos alunos sobre capacitores em série

Então o pesquisador propõe o seguinte diálogo:

“Pesquisador: Por que essas cargas aí no meio? Afinal a fonte não está ligada nessas cargas.... (referindo-se as cargas das placas que não estão conectadas nos terminais da fonte)

Estudante22: Não é porque o circuito está fechado? Ou não tem nada a ver?

Docente: Acho que ela está pensando que as cargas ultrapassam as placas do capacitor (provavelmente comparando com o que acontece com o resistor)

Pesquisador: Não, como vimos as placas são isoladas umas das outras. Esse circuito está aberto em dois pontos, nos dois lugares onde fica o dielétrico. Entendeu?

(Estudante22 faz sinal que sim)

Pesquisador: Então ficamos diante de uma dúvida crucial, se de fato é aberto, por que tem essas cargas aqui?

Estudante22: Porque elas vão se atrair... ora.

Pesquisador: Por que elas vão se atrair?”

Depois de algumas perguntas o pesquisador expôs o raciocínio, com ajuda do Estudante13, Estudante18, Estudante01 e o docente da disciplina que responderam algumas questões e conduziram para o fato que as cargas em cada capacitor é a mesma, pois uma atrai a outra de sinal oposto mas de mesmo valor na placa oposta, o que permitiu a dedução da relação matemática (Figura 36).

$$\begin{aligned}
 V_{bateria} &= V_{C1} + V_{C2} + V_{C3} \\
 \text{como, } C &= \frac{Q}{V} \Rightarrow V = \frac{Q}{C} \\
 \frac{Q}{C_{eq}} &= \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} \\
 \frac{1}{C_{eq}} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}
 \end{aligned}$$

Figura 36 – Cálculo da capacitância equivalente em capacitores em série

Assim concluiu-se a quarta intervenção didática. Após o registro dos momentos por meio do vídeo e no diário de bordo, percebemos que o fato de pesquisador e professor estarem em um momento de apropriação tecnológica, por um lado restringe um aproveitamento pleno do uso da tecnologia e, por outro, oferece um caso de estudo compatível às necessidades de outros professores que possam desejar utilizar em sua prática essa tecnologia para fins dialógicos.

5 ANÁLISE DOS DADOS

Para analisar as trocas comunicacionais nas intervenções didáticas recorreremos à análise de conteúdo (FRANCO, 2005), conforme o apresentado no capítulo 3. A meta final desse processo de análise foi identificar os momentos dialógicos que surgem promovidos pela plataforma e, a partir dessa análise, caracterizar essa interação. Iniciamos com a organização dos dados e informações obtidas nas observações preliminares, nas reuniões de planejamento e reflexão, para, em seguida, fazer a leitura e análise dos registros das aulas com o balizamento do nosso referencial teórico.

Propusemos categorias de análise “*a priori*” para identificar as ações e interações que ocorressem. Depois, por meio de uma imersão nas fontes organizadas e a retomada dos registros audiovisuais, procuramos verificar se essas interações tinham relação direta com o uso da plataforma ou não, propondo categorias “*a posteriori*” e, assim, observar se a tecnologia auxilia na dialogicidade, ou seja, se oferece oportunidades para o diálogo com os alunos.

5.1 Categorização “*a priori*”

Para realizar essa etapa, assumimos os dados do diário de bordo enriquecido por meio dos registros audiovisuais das aulas como fonte principal desse estudo. Esse detalhamento se deu a partir da observação minuto a minuto de cada vídeo, procurando identificar os momentos de diálogo e os fatores que o impediram (distração e uso dos DMD sem relação com a aula), bem como procurando caracterizar as atitudes dos educadores, seja o docente, seja o pesquisador no papel do docente, e dos alunos.

Na análise da segunda intervenção (Campo Elétrico) esse procedimento não foi pormenorizado dessa forma devido às características da intervenção e do vídeo. Essa aula, como foi descrita nos itens 4.3.3 e 4.3.4, ocorreu em um laboratório de informática em que inicialmente foi proposta uma atividade de simulação em que os alunos deveriam utilizar um guia impresso, a ser seguido e preenchido por eles. Como alguns alunos se atrasaram no término dessa atividade, a intervenção didática com DMD iniciou com aqueles que haviam acabado essa primeira etapa, porém por conta disso a qualidade do áudio desse registro ficou comprometida, pois havia conversa paralela, principalmente entre aqueles que não haviam concluído o preenchimento do

guia da simulação. Também a posição da câmera em relação à disposição das cadeiras (Figura 13) não favoreceu esse procedimento, pois alguns alunos foram registrados de costas ou de perfil. Esses são os fatores que impossibilitaram a realização do detalhamento.

Também foram organizados os dados dos questionários (Questionário de Identificação e Questionário de Fluência Digital com Dispositivos Móveis Digitais), para delinear o perfil de cada estudante com base em suas respostas possibilitando assumir esses dados como ponto de partida para análise dos vídeos. Uma última fonte, que se demonstrou de grande validade para análise foram os dados dos relatórios das atividades em sala, gerados automaticamente pelo sistema ao final de cada intervenção.

Para análise de conteúdo assumimos o tema como unidade de registro (FRANCO, 2005, p.39), indicamos os temas abordados em cada intervenção e os dividimos em momentos (Tabela 6).

Tabela 6 – Intervenções Analisadas

Intervenção	Momentos	Duração Total
Força Elétrica	10	135 minutos
Campo Elétrico	3	25 minutos
Energia Potencial Elétrica	5	45 minutos
Capacitor	5	135 minutos

Desejava-se identificar, primeiramente, os momentos da aula em que ocorriam os diálogos, para, em um segundo momento, verificar se haveria relação desses diálogos com o uso do CRS e caracterizá-los.

Objetivando identificar os momentos de diálogo, utilizamos nosso referencial teórico para elaborar uma primeira categorização dos dados obtidos dos vídeos e do diário de bordo. Contribuíram para delinear os aspectos do diálogo, explicitando-os: a nova teoria da comunicação de Marcondes Filho (2013), a visão de diálogo exposta por Bohm (1989), a pedagogia de Paulo Freire (2013) e o sociointeracionismo de Vygotsky (2010). Nos interessam os diálogos na forma de: **perguntas, respostas e comentários**, ressaltando que essas interações se estabelecem com elementos verbais e não verbais. Em sala de aula, os momentos dialógicos perpassam uma temática proposta pelo docente, de forma que comumente acontecem **exposições temáticas** do professor. Ainda que grande parte das vezes a mensagem chega a todos os presentes, mesmo quando é dirigida a uma pessoa específica, no entanto,

existem situações em que o diálogo em sala de aula ocorre com voz baixa em uma **conversa próxima** entre professor e aluno, limitando a quantidade de participantes e podendo ampliar o nível de interação entre eles. Também a palavra pronunciada em sala de aula pode não contribuir para que haja o verdadeiro diálogo, o que Paulo Freire (2013) classifica como **atitude antidialógica** e que, segundo o autor, pode decorrer de uma postura extensionista do docente, por exemplo. Outra possibilidade para não efetivação do diálogo decorre da resposta a estímulos alheios ao tema em foco, o que Marcondes Filho classifica como **distração**.

De posse desses termos que destacamos no parágrafo anterior e dos registros em sala de aula (diário de bordo e registros audiovisuais), propusemos a Tabela 7 com um grupo de categorias, assumidas *a priori*, que consideram não só o registro da fala, mas a entonação e o contexto, com o que tentamos identificar elementos que estejam ligados ao estabelecimento ou impedimento do diálogo. Uma vez que educador e educando possuem responsabilidades distintas no ato educativo, criamos categorias que procuram transpassar a contribuição de cada um deles nessa relação e acrescentamos uma sucinta descrição.

Tabela 7 – Categorização dos eventos ligados às interações dialogais

CATEGORIA	AGENTE	DESCRIÇÃO
Pergunta instigadora	Educador	Momentos em que o educador problematiza a situação de forma a envolver o(s) estudante(s), questionando-o(s), dando voz e vez a esse, bem como estimulando-o(s) a construção do conhecimento.
Resposta elucidativa dada pelo professor	Educador	Situações em que o educador, diante da voz do aluno, expresso em uma pergunta ou comentário questionador, tematiza os aspectos espontâneos e científicos da dúvida do estudante. Busca adequar sua linguagem e abordagem as possibilidades cognitivas do estudante.
Exposições temáticas	Educador	Momentos em que o educador expõe ao estudante o conteúdo.
Diálogo Próximo	Educador	Quando o educador se aproxima de um estudante ou grupo de estudantes para dialogar, possibilitando um caminho para que ele realize a atividade ou o pensamento que não consegue sozinho. Diante dos registros obtidos nessa pesquisa essa categoria não possibilitou analisar o diálogo, mas apenas que haveria um provável diálogo localizado.

CATEGORIA	AGENTE	DESCRIÇÃO
Atitude Antidualógica	Educador	Situações em que o docente age com autoritarismo ⁹ , ou ignora o estudante, ou assume uma postura expositiva sem atentar para o que ocorre com o estudante durante sua proposta.
Dúvida oportunizadora	Estudante	Qualquer situação em que o estudante apresente alguma pergunta ao professor ou aluno, e essa propicia diálogo.
Resposta do Estudante	Estudante	Discurso do estudante frente a algum questionamento do docente ou de outro estudante, proferido para sala.
Comentário do Estudante	Estudante	Participação espontânea, em que o objetivo seja oferecer uma visão ou opinião, auxiliando o professor e colegas no momento da aula.
Conversa Paralela (Distração)	Estudante	Momentos em que um grupo de estudantes notadamente interage sem manter relação ou referência à aula.
Saída da Sala (Distração)	Estudante	Saídas da sala.

Na Tabela 8 apresentamos uma classificação para as ações que envolviam a utilização dos DMD pelos sujeitos da pesquisa.

Tabela 8 – Categorias para identificação do uso do DMD na aula

CATEGORIA	AGENTE	DESCRIÇÃO
Pergunta CRS	Educador	Situações que o educador propõe aos alunos questões que utilizem a plataforma para realizar a interação.
Resultado CRS	Educador	Momentos que o educador apresenta aos estudantes o relatório das respostas da pergunta realizada via sistema.
Resposta CRS	Estudante	Encaminhamento de respostas pessoais, ou do grupo via DMD.
Fotografia de Registro	Estudante	Momentos, ainda que sem relação com a plataforma CRS, em que o estudante fotografa as anotações feitas na lousa ou as telas das apresentações projetadas.
Uso alheio ao tema da aula	Estudante	Situações em que o <i>smartphone</i> é utilizado sem conexão com a aula, como redes sociais ou aplicativos de mensagens instantâneas.

Também as Perguntas-CRS (feitas pelo professor aos alunos por meio da plataforma) foram agrupadas em categorias, conforme sua finalidade e o momento em que foram utilizadas. Recorrendo à bibliografia (CALDWELL, 2007 e BEATTY *at.*

⁹ Como descreve Paulo Freire o “autoritarismo não está necessariamente associado a repressões físicas. Dá-se também nas ações que se fundamentam no ‘argumento de autoridade’”. (FREIRE, 2013, p.49)

al., 2006) propusemos três momentos em relação à abordagem do tema em estudo: Pergunta CRS proposta antes de abordar o tema, Pergunta CRS proposta concomitante ao tema e Pergunta CRS depois da conclusão do tema, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Categorias aplicadas às Perguntas-CRS

ANTES	CONCOMITANTE	POSTERIOR
Mostram um exemplo que será estudado a seguir para despertar interesse.	Ligue um aspecto geral a um específico.	Apresente uma ideia familiar em contexto novo.
Perguntas com nível ou temáticas além daquilo já visto com os alunos.	Exija ordenamento de ideias, ou correlação entre as partes.	Investiga ideias sobre categorias correlatas.
Relacione o tema a seguir com outros saberes conhecidos, ou que explicita sua relevância social, e instigue curiosidade.	Solicite uma explicação frente a outras formas de representação (por exemplo um gráfico).	Identifique erros em uma série de passos.

Assumimos como ponto de partida para realização das inferências as hipóteses com que nos deparamos nas reuniões preparatórias das intervenções didáticas. No item seguinte apresentamos a descrição da ‘Fase de Investigação e Inferências’ em relação a cada intervenção.

5.2 Fase de Investigação e Inferências

5.2.1 Atividades sobre a Força Elétrica

Mesmo que a proposta dessa intervenção tenha se assemelhado muito do que seria uma aula tradicional analisamos sistematicamente as comunicações ocorridas para validarmos as categorias assumidas “*a priori*”.

Os três primeiros exercícios propostos nessa intervenção foram do tipo normalmente utilizados em aulas com esse conteúdo. Ainda assim podemos enquadrá-los como *exercícios aplicados posteriormente* à discussão dos conceitos envolvidos (realizados na aula anterior a essa intervenção), de ordem quantitativa, que exigem algum reconhecimento das terminologias usadas para extração dos dados apresentados nos enunciados, bem como, ordenamento de ideias e aplicação dos conhecimentos então trabalhados. O quarto exercício (conceitual) foi categorizado como uma proposta que apresenta uma ideia familiar em contexto novo – as esferas passaram a ser suspensas por um fio (Figura 9).

Foram identificados 9 momentos temáticos, caracterizados pelo assunto das exposições temáticas propostas pelo docente, bem como nos momentos de diálogos identificados na aula:

1. Revisão sobre cálculo da força elétrica,
2. Constante eletrostática,
3. 1º Exercício CRS,
4. Correção do 1º Exercício CRS,
5. Proposta e Resolução 2º Exercício CRS,
6. Correção do 2º Exercício CRS,
7. Exercício da Lista “Balanças”,
8. Proposta e Resolução do exercício Conceitual CRS,
9. Proposta e Resolução de Exercício da Lista Solicitado por aluno.

Após a aula o pesquisador conversou com o Docente e lhe apresentou as respostas do exercício conceitual. Alguns desses momentos foram elaborados para utilização da plataforma CRS, e outros decorreram de solicitações dos alunos ocorridas durante a aula (momentos 7 e 9). De forma geral, os temas abordados nessa aula focaram mais a questão de aplicação das fórmulas estudadas em exercícios numéricos, o que tem forte relação com os propostos em grande parte da bibliografia que aborda essa temática.

É fato que existe uma dificuldade para um professor tornar a aula dialógica de fato, ainda que usando um instrumento tecnológico como apoio. O recurso da plataforma utilizado foi o encaminhamento ao professor de fotografia do registro da produção do grupo realizado no caderno de um dos alunos.

Tabela 10 – Quantidade de participações dos estudantes – 1ª Intervenção

Estudante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Presença	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X		X			
TOTAL	30	6	6	7		21	12	12	4			20	8	4	3	5	7	6		11			
Total de Distração	13	1	3	1		3	6	1	2			9	1	3	3	3	5	2		9			
Total de Diálogo	17	5	3	6		18	6	11	2			11	7	1	0	2	2	4		2			
Distr.	Conversa Paralela	3	1	3	1		3	4	0	2			6	1	3	0	1	4	2		6		
	Smartphone	4	0	0	0		0	0	1	0			1	0	0	1	2	1	0		1		
	Sair da Sala	6	0	0	0		0	2	0	0			2	0	0	2	0	0	0		2		
Diálogo	Pergunta	3	0	0	1		4	3	2	0			2	3	0	0	1	0	2		0		
	Resposta	6	4	3	4		9	1	6	0			2	2	0	0	1	0	2		0		
	Comentário	5	0	0	0		5	0	2	0			4	2	0	0	0	0	0		0		
	Colaboração	3	1	0	1		0	2	1	2			3	0	1	0	0	2	0		2		

A análise dessa intervenção revelou que o docente recorrentemente propõe questionamentos, assumindo uma postura atenta em relação às dúvidas dos estudantes, o que favorece com que parte dos alunos interajam com ele por

perguntas, respostas e comentários. A Tabela 10 apresenta quantitativamente o número de participações dos estudantes bem como as atitudes distrativas identificadas na análise do vídeo.

Quatro estudantes interagem mais frequentemente com o professor, são eles: Estudante01, Estudante06, Estudante08 e Estudante12. Juntos totalizaram quase 60% de toda a interação na aula, ainda que representem 25% dos alunos presentes. Destacamos o Estudante01, que alterna entre participações nos diálogos propostos e distrações, sendo essas também por meio do *smartphone*. Destacamos o Estudante20 pelo total de distrações em relação ao de participações e o Estudante15 por ser o único que não fez nenhum comentário, pergunta ou resposta às solicitações do professor. Esses dados são explicitados aqui por terem sido retomados em análises das intervenções seguintes.

Os diálogos considerados na tabela ocorreram durante a intervenção didática, iniciados a partir da exibição de respostas dos estudantes pela plataforma, que serviu para compartilhar a resolução feita por um grupo de alunos. A manutenção do diálogo se deu a partir das perguntas do professor.

Como relatado na reunião de elaboração e reflexão da segunda intervenção as respostas à questão conceitual (Momento 8) chamou atenção do professor. É importante destacar que o professor acreditava que um dos conceitos tinha sido aprendido e, diante de uma das respostas registradas pela plataforma, ele teve oportunidade de perceber que um problema conceitual relacionado a esse conhecimento persistia, uma vez que, conforme ele relatou, o assunto dessa resposta errada era assumido por ele como de conhecimento dos estudantes.

Isso demonstra que o fato de muitos deles não apresentarem seus pensamentos ao docente durante os diálogos em sala de aula realmente compromete as possibilidades de *feedback* por meio do diálogo tradicional.

Observando o vídeo gravado nessa aula percebe-se que o professor assumia essa base conceitual como assimilada pelos alunos. Essa análise corroborou com a hipótese já levantada durante o processo de ação-reflexão-ação, na aplicação da pesquisa, de que a plataforma realmente pode oferecer ganho comunicacional e novas possibilidades de avaliação formativa, já que essa avaliação não se preocupa em classificar o estudante em relação aos colegas, mas em diagnosticar para "promoção da metareflexão do estudante (sobre suas etapas de construção de conhecimento) e para a reflexão docente sobre o programa de ensino e

aprendizagem, redimensionando-o, em função dos dados oriundos das avaliações dos estudantes" (PESCE, 2012, p.6).

Também, confirmando a bibliografia (BETTY *et. al.*, 2006), o uso de exercícios convencionais em sistemas CRS não oferece, apenas pelo seu uso, mais oportunidades para a dialogicidade do que o processo tradicional. Se não encontramos evidências diretas de que o uso da plataforma, nessa circunstância, amplia as possibilidades de diálogo, seu uso mostrou, no entanto, agregar novas possibilidades de acesso às construções dos estudantes, oportunizando a recuperação de informações sobre a sua aprendizagem, o que é fundamental para o professor avaliar e redirecionar o planejamento para ajudá-los a superar as dificuldades identificadas.

5.2.2 Campo Elétrico

Essa intervenção foi realizada em um laboratório de informática, após atividade planejada pelo professor da disciplina. Dada a disposição dos estudantes nesse ambiente, desenvolvemos a análise cruzando os dados do diário de bordo com o relatório gerado pela plataforma e com as reflexões feitas na reunião entre docente e pesquisador. Nesse momento da aula alguns alunos estavam atrasados na conclusão do guia proposto para a primeira parte e por isso ouvia-se conversas paralelas notadamente relacionadas a esse fato.

As perguntas feitas por meio da plataforma foram elaboradas considerando a atividade proposta pelo professor, que envolvia o uso de um simulador na internet. Uma dessas Perguntas-CRS foi: **“É possível utilizando apenas cargas positivas movimentar a carga de prova até o gol? (Sim) ou (Não)”**. Após a apresentação das respostas o Estudante20 ouvindo o comentário dos colegas de sala, resolveu externar sua dúvida e se mostrou surpreso com a possibilidade de resolver o problema com um tipo de carga apenas. Por meio dos registros da participação dos alunos na plataforma pudemos verificar que esse aluno havia se equivocado e respondido não à pergunta (o fato desse aluno ter se identificado com suas iniciais ao acessar a plataforma permitiu localizar sua resposta). Na primeira intervenção esse estudante havia se destacado pela maior quantidade de situações de distrações (20) em relação às participações dialógicas (2), porém a partir desse momento, talvez por estar participando do diálogo, assumiu uma postura diferente, mesmo que outros alunos não apresentassem esse padrão de atenção nessa ocasião.

As dúvidas relacionadas à primeira pergunta foram trabalhadas na segunda questão e depois os conceitos envolvidos foram retomados em uma explicação conduzida pelo pesquisador que atuou como docente. A retomada dos conceitos após a segunda questão pretendia prover uma “amarração” das ideias para possibilitar um arremate.

Porém essa participação contribuiu para que fosse levantada a seguinte questão: Será que existe relação entre essa participação e o fato desse estudante ser um dos que encaminharam pela plataforma a resposta equivocada? Cabe destacar que esse estudante nos questionários de fluência digital demonstrou grande utilização de recursos e nos outros momentos das intervenções que participou utilizou o *smartphone* para fotografar os conteúdos apresentados, além do mais, participou ativamente das atividades propostas por meio da plataforma.

Outro dado nos chamou atenção a respeito desse estudante, obtido também a partir da análise do registro audiovisual da primeira intervenção (Força Elétrica), pois percebemos que em toda a aula de exercício (Tabela 10) sua interação se deu entre os pares, nos momentos de resolução de exercício em grupo. Quanto a participação nos diálogos com o docente naquela aula não aconteceu.

Se durante toda a aula sobre Força Elétrica o Estudante20 não se dirigiu ao professor e nessa intervenção apresentou um questionamento sobre a alternativa certa, isso faz com que nos questionemos se essa atitude poderia ter relação com o fato de o estudante ver que a sua resposta não era correta pela forma como foi apresentada.

Ainda que nesse momento da análise não se possa assumir como algo conclusivo no contexto desse estudo, destacamos outro momento que sugeriu essa mesma interpretação. O Estudante15 também se manifestou em público ao ter seu trabalho anonimamente exposto à sala por meio da plataforma, conforme o diálogo a seguir (Figura 16.a):

“Pesquisador: Esta disposição de cargas conduz a carga de prova ao gol? (referindo-se a resposta de um dos estudantes apresentadas por meio da plataforma)

(alguns alunos disseram sim, outros não)

Pesquisador: Gente, por favor, silêncio! Vamos prestar atenção aqui... Sim ou não?

Estudante08: Com certeza essa resposta está errada.

Pesquisador: Quem acha que está certa essa resposta?

Estudante15: Está certa porque o ângulo da carga de baixo vai fazer a carga de prova passar para além da barreira e as outras a conduzirão até o gol.

(O Estudante16 se aproxima de forma que parecem estar testando a situação com o simulador)

Estudante18: É mais fácil mover para a direita (disse isso se referindo à carga de baixo).

Estudante15: É mesmo, acabei de testar, realmente não dá certo... deve estar mais à direita à carga de baixo.”

Como o caso do Estudante20, analisamos o comportamento do Estudante15 nas demais intervenções que ele participou. Percebemos que na primeira aula ele não falou com ninguém, mas fez o que foi pedido, sua participação no diálogo se deu como ouvinte, já que não respondeu, nem perguntou ou proferiu algum comentário ao professor, nem mesmo aos colegas. Padrão esse observado inclusive nos momentos colaborativos de resolução dos exercícios, em que não dialogou com os seus pares em sua mesa, ao resolver o exercício rapidamente deixou o caderno para que os outros pudessem ver e encaminhar a fotografia via plataforma. Ao recorrer ao vídeo percebemos que ele nessas aulas permaneceu quieto, as vezes atento e as vezes distraído com o *smartphone*. O fato de ter dialogado na situação acima parece colaborar com o fato de que os alunos se sentem motivados em dialogar quando sua produção faz parte do debate proposto em aula.

5.2.3 Energia Potencial Elétrica

Como descrito no item 4.3.6, essa intervenção contou com a participação de 10 estudantes e ocorreu em uma aula (45min). Foram propostas duas Perguntas-CRS, porém na segunda ocorreu uma falha na coleta das respostas dos alunos, por um engano na configuração dela no sistema. Como os resultados da análise mostraram-se suficientemente valiosos para o estudo, decidimos não acrescentar outra intervenção em substituição a essa.

O erro que aconteceu não se deve ao mal funcionamento da plataforma, mas à não realização de um procedimento no *slide* daquela Pergunta-CRS. A aula foi elaborada inicialmente com o software Power Point, e depois importado na plataforma, esse procedimento exige algumas adaptações, seja no formato (uma vez que os tamanhos dos elementos dessas telas devem ser compatíveis com os DMD), seja nas funcionalidades, pois os slides importados de outros formatos são classificados como slides de conteúdo, e aqueles que são destinados a coleta de respostas fazem parte de outro tipo: slides de atividade. Foi nesse procedimento de mudança no tipo do slide que incorreu na impossibilidade de coleta das respostas dos estudantes.

A análise temática da aula de Energia Potencial Elétrica permitiu identificar 5 grandes temas: Analogia Mecânica, 1ª Pergunta CRS, Demonstração, 2ª Pergunta CRS e Segunda Analogia.

A primeira pergunta proposta por meio do sistema foi: **“Qual outra analogia é possível?”**, enquadrada como uma questão que “relaciona o novo tema com outros saberes conhecidos”, pois apresentava três situações cotidianas e que fazem parte do currículo do ensino médio (Figura 19).

Já a segunda: **“Assinale a alternativa que descreve o que está acontecendo com a carga de prova da figura”**, ela solicitou a escolha de uma descrição para o que acontecia com a Energia Potencial Elétrica no movimento da carga (Figura 18), foi categorizada como uma pergunta que apresenta uma ideia familiar em contexto novo.

Tabela 11 – Quantidade de participações dos estudantes – 3ª Intervenção

Estudante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Presença		X	X	X		X	X				X		X			X	X	X					
TOTAL		13	7	3		10	9			5		5				9	6	7					
Total de Distração		3	2	2		2	4				4		0			3	0	4					
Total de Diálogo		10	5	1		8	5				1		5			6	6	3					
Distr.	Conversa Paralela		3	2	1		2	4				2				3		4					
	Smartphone				1						2												
	Sair da Sala																						
Diálogo	Pergunta												2										
	Resposta		5	3			7	4					2			2	6	1					
	Comentário				1																		
	Colaboração		5	2			1	1				1		1			4		2				

A Tabela 11 apresenta a quantidade de participações dos estudantes durante toda a intervenção. Ainda que exista distribuição na atuação dialógica dos estudantes, é possível observar que nessa aula o Estudante02 foi o mais participativo sendo responsável 20% das interações, ao lado do Estudante08 (16%).

Tabela 12 – Quantidade de falas na 3ª intervenção

Momento	Educador	Diálogo	Distração	Tempo da aula
ANALOGIA MECÂNICA	pesquisador	2	13	25%
1ª PERGUNTA CRS	pesquisador	11	0	23%
DEMONSTRAÇÃO	docente	15	1	18%
2ª PERGUNTA CRS	pesquisador	19	4	24%
SEGUNDA ANALOGIA	pesquisador	3	6	10%

Quando verificamos o total das ocorrências de participações ocorridas em cada tema (Tabela 12), chamou nossa atenção o número de colocações dos alunos

A Tabela 13, construída por meio das categorias assumidas “*a priori*” apresenta o quantitativo de atitudes dos estudantes quanto a sua postura dialógica. Essa organização dos dados confirma a existência de estudantes mais participativos, e nessa intervenção 25% dos alunos foram responsáveis por 49% das interações. Esses dados, também observados nas intervenções anteriores, explicitam o fato de que a distribuição de participação dos estudantes na sala não é equilibrada, o que evidencia a necessidade encontrar caminhos para incluir as ideias daqueles que são menos participativos.

Ainda que essa análise “*a priori*” tenha auxiliado até aqui para observarmos a concentração de atitudes dialógicas no decorrer da aula, identificando cada estudante quanto ao tipo de participação, e permitindo-nos aproximar da dificuldade que um professor tem em tornar a aula dialógica de fato, nesse momento da análise, procuramos estabelecer uma nova categorização (“*a posteriori*”) para caracterizar situações que permitissem associar alguns dos diálogos ocorridos ao uso do sistema, bem como oportunizasse aprofundar na participação dos alunos e observar sua atuação via relatórios produzidos pela plataforma.

Categorização “*a posteriori*”

O trabalho de categorização das incursões dialógicas realizado até aqui proporcionou a observação do panorama da sala e de algumas ocorrências relevantes, configurando-se um auxílio inicial para apontar possíveis consequências do uso da tecnologia no diálogo em sala de aula.

Após esse momento uma categorização “*a posteriori*” foi realizada de forma diferente da primeira, que foi baseada nos referenciais desse estudo. Essa nova categorização buscou identificar momentos e situações nas aulas pesquisadas, e a partir dessa experiência, permitiu aflorar aspectos relevantes que pudessem favorecer o processo de inferências acerca das correlações entre o uso da plataforma na sala de aula e o diálogo ocorrido.

Assumimos o tema dos diálogos em relação aos recursos em uso da plataforma nos diversos momentos e percebemos que essencialmente durante a apresentação dos resultados era possível observar diálogos cuja temática se relacionava diretamente com os dados apresentados por ela. Também, percebemos que a participação dos alunos era desigual, ou seja, alguns alunos eram mais dados a contribuição nos diálogos que outros; buscamos elaborar categorias que auxiliassem

a análise da presença dialógica dos sujeitos com pouca participação nos diálogos e o uso da plataforma.

Assim, a categorização “*a posteriori*” que propomos agora se valeu desses dois balizadores: diálogos em sala de aula com temáticas relacionadas com os dados apresentados pela plataforma e a observação dos estudantes menos participativos nos diálogos, pois entre os alunos participantes da pesquisa, como em outros contextos, existem aqueles que se destacam por serem mais participativos, e outros que se distinguem no grupo de estudantes, por ficarem a margem da discussão, como expectadores.

Ambas observações possibilitaram identificar que dois tipos de diálogos com forte relação com essa tecnologia ocorrem: o “diálogo virtual” formado pela Pergunta-CRS e as respostas encaminhadas pelos estudantes, e o diálogo falado apoiado pelo sistema, proposto pelo professor, diante dos resultados organizados que são apresentados. Pretendemos inferir relações entre o uso do sistema e o tipo do diálogo nos momentos da quarta intervenção, por ter sido entre as quatro, aquela com mais atividades apoiadas pela plataforma.

5.2.4.1 Análise dos temas dos diálogos com as Perguntas-CRS

Para observar a relação entre atuação dos alunos nos diálogos e tecnologia inserida em sala de aula, criamos uma categorização para classificar essas participações, identificando quando se relacionava diretamente com as Perguntas-CRS e com os resultados das respostas encaminhadas pelos estudantes. Por exemplo, após o docente apresentar um gráfico contendo o total consolidado das respostas dos alunos, todas as incursões dialógicas que se relacionavam aos dados apresentados assumem a categoria que denominamos de: “**participação associada ao CRS**” e da mesma forma, para permitir a distinção dessas das outras incursões dialógicas, foi criada a categoria: “**participação não associada CRS**”.

Todas as participações classificadas com as categorias assumidas “*a priori*” referentes à quarta intervenção, que teve maior duração e foi composta por maior quantidade de perguntas via plataforma, foram revisitadas e receberam essa nova categorização. Esses resultados de participação discente são apresentados no Gráfico 4, que também explicita a participação do professor associada e não associada ao CRS. Esse gráfico foi elaborado dessa forma para oportunizar localizar evidências na relação pedagógica.

O excerto a seguir ilustra uma pergunta docente que instiga atitudes dialógicas classificadas como: “Participação associada ao CRS”, ocorrida após da apresentação das respostas CRS:

“Pesquisador: A maioria disse que ao fechar as chaves surge um campo elétrico, surge mesmo?”

Estudante18: Sim.

Estudante 16: Surge.

Pesquisador: Mas o que é que faz surgir o campo elétrico entre essas placas?”

Docente e alunos estão diante das respostas encaminhadas por eles, dispostas em um gráfico, e o professor tenta, por meio de perguntas, ajudá-los a externarem seus pensamentos a respeito da pergunta que culminou naquela resposta. De fato, existe uma dificuldade docente em tornar a aula dialógica, e o gráfico possibilitou ao professor novas incursões dialógicas para compreender as formulações dos estudantes.

Outro exemplo, que pode ser apresentado aconteceu no início da aula e o professor convida os alunos a participarem do diálogo diante da resposta apresentada pelo sistema:

“Pesquisador: Vejam essa resposta: ‘Para armazenar energia’. Capacitor armazena energia? (pergunta dirigida a sala).”

Um exemplo de categorização não associada ao CRS é apresentado a seguir, refere-se a um momento em que a discussão não se relacionava diretamente a uma Pergunta CRS nem com a apresentação da resposta dos estudantes. Ocorreu durante uma explicação sobre os fenômenos físicos que ocorrem entre as placas do capacitor quando essas estão carregadas:

“(Durante análise do circuito elétrico proposto).

Pesquisador: Se existem cargas nessas placas, o que mais tem?

Estudante07: Tem elétrons, ou falta, né?

Pesquisador: Muito, bom. E o que mais tem?

Estudante16: Vai ter ddp.

Pesquisador: Vai ter ddp. O que mais que encontramos nessas placas, já que estão carregadas?

Estudante17: Campo Elétrico.

Pesquisador: Imaginem que estas placas não estão presas, com um lado com excesso de elétrons e o outro com falta de elétrons, o que mais pode ser notado?

Estudante01: Vão se atrair.

Pesquisador: Mas por que elas vão se atrair?

Estudante22: Porque cargas opostas se atraem, e por isso, as placas carregadas se atrairão. “

Nesse momento o pesquisador apresenta as partes do capacitor e mostra a vista em corte de um capacitor eletrolítico de placas enroladas.

“Pesquisador: Alguém tem alguma ideia porque a placa nessa figura está daquele jeito (enrolada) e não uma do lado da outra?”

Estudante07 tenta explicar (enquanto movimenta a mão demonstrando que as placas estão enroladas), até que diz: Se você estender isso daí ficaria muito grande, inadequado para usar... assim fica melhor.

Pesquisador: Então, a medida que você enrola o que acontece?

Estudante22: Fica compacto. (outros o acompanham nessa resposta).”

Ainda que nesses momentos o professor buscava enfrentar o desafio de tornar o momento mais participativo, nesses exemplos o diálogo não se relacionou com o a dinâmica das perguntas utilizadas por meio da plataforma: proposta da Pergunta-CRS, coleta de respostas via *smartphones*, apresentação dos dados e, diálogo sobre as respostas dos estudantes para, por exemplo, oportunizar que esses apresentem seus pensamentos.

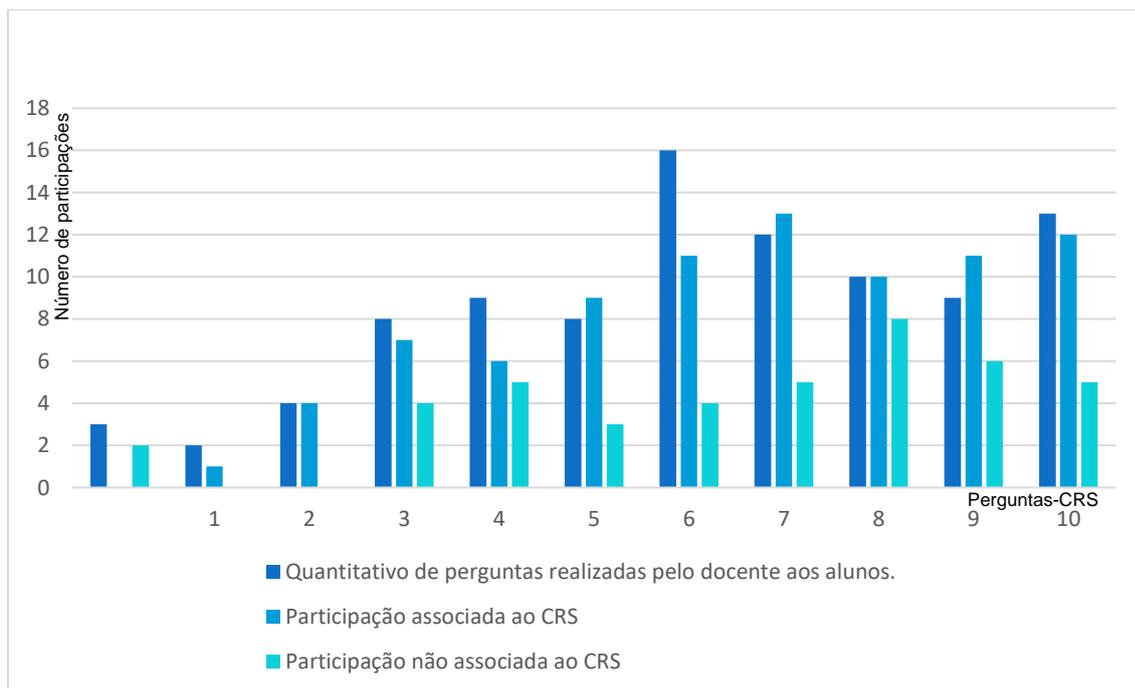


Gráfico 4 – Quantidade de perguntas docentes e respostas dos alunos (associadas ou não ao resultado apresentado pela plataforma) após cada pergunta CRS na 4ª intervenção didática

Ressaltamos que os dados são relacionados a uma turma específica inserida nas condições de contorno desse estudo e que nessa intervenção o pesquisador assumiu o papel de docente conduzindo a aula, fato de certa forma desconfortável durante a realização da análise, porém que demonstrou ser valioso por permitir

agregar aspectos, que em uma análise realizada sob a atitude de um terceiro agente seria impossível.

Durante os momentos conduzidos pelo pesquisador, a propensão interior na condução da aula estava destinada em promover o diálogo e favorecer a aprendizagem, intuir possíveis pensamentos dos alunos nos diálogos para auxiliá-los na construção conceitual. Essa tensão ocorrida durante a intervenção didática, útil por colocar atenção e prontidão às situações e participações dos estudantes, legitima a análise que segue a respeito dos resultados dialógicos registrados na gravação e categorizados nessa etapa da pesquisa. Dito de outra forma, ainda que a intervenção esteja inserida nos objetivos dessa pesquisa, não buscou induzir desfechos, mas antes, buscou promover a situação de ensino delineada na preparação.

Isso foi posto em destaque porque, ao contrário do que poderíamos imaginar acerca das influências da plataforma, a construção e análise do gráfico permitiu refletir sobre o que esse uso tecnológico pôde proporcionar ao professor ao usá-la para ampliar suas possibilidades dialógicas, ou para procurar novas formas de tornar sua aula mais dialógica. É possível observar que o quantitativo de perguntas docentes aos alunos cresceu no decorrer da aula, à medida que Perguntas-CRS eram utilizadas no curso da aula. Conforme o professor se torna mais voltado ao diálogo de fato, o gráfico explicita que o mesmo ocorre com os estudantes. Esse crescimento atinge uma espécie de regime, observado na segunda metade da aula. Do total de atitudes dialógicas dos alunos (124 nessa aula) 65% se concentraram na segunda metade da aula, onde o professor assumiu atitude de maior dialogicidade.

Dessa forma, por um lado corrobora com a ideia apontada na análise da terceira intervenção, uma vez que existe uma relação direta da atitude docente na dialogicidade obtida em sala. Por outro lado, introduz o fato de que pelo sistema trazer as ideias dos alunos ao conhecimento do professor, ele pode se beneficiar desse fato para tornar sua atuação mais dialógica. Se o professor aproveitar dessa forma a tecnologia, ela pode contribuir para ele assumir uma postura de maior escuta. Nesse caso, observa-se influência desse recurso da plataforma no agir docente, uma vez que na primeira metade da aula o quantitativo de perguntas aos alunos cresceu, bem como a participação deles, e na segunda metade da aula, observa-se uma certa manutenção desse quadro.

Esses dados sedimentaram as evidências de que a tecnologia impacta no agir dialógico docente, uma vez que o solicita desde a elaboração da aula a criar situações

dialógicas. Também foi possível notar algum efeito no estudante quando esse se depara com sua resposta ou atividade sendo apresentada à sala. Por fim, percebemos que é o agir docente que determina a dialogicidade e não a tecnologia, mas ela pode ajudar na dinâmica de aula e dar informações sobre a aprendizagem dos alunos.

Também observamos que a tecnologia interfere no meio em que é inserida (POSTMAN, 1994), pois ao procurar reflexos dela na atitude dos estudantes nos deparamos com o reflexo dela também no agir docente.

5.2.4.2 Análise dos diálogos com os alunos que falam menos

A fim de identificar o comportamento dos estudantes menos participativos nos diálogos e os possíveis reflexos decorrentes do uso da plataforma com eles, ao analisar os vídeos das aulas colocamos atenção a uma parte do grupo de estudantes que notavelmente eram pouco participativos nos diálogos ocorridos, para depois avaliar se houve participação de outra natureza que não a fala.

A partir dos dados apresentados nas tabelas: Tabela 10, Tabela 11 e Tabela 13, elencamos os seguintes alunos: Estudante09, Estudante11, Estudante14, Estudante15 e Estudante 20. Eles tiveram no máximo duas participações nas aulas em que estiveram presentes.

Desses, o Estudante15 e Estudante20 já haviam sido objeto de análise referente aos estudos feitos com as categorias assumidas “*a priori*”. Entre esses apenas os Estudantes09 e Estudante11 participaram da quarta intervenção (Capacitores), cada um com apenas uma resposta em voz alta na sala.

O momento em que o Estudante11 participou foi diante de uma pergunta feita explicitamente a ele:

“Pesquisador: O que você acha? (aponta para o Estudante11)
Estudante11: Carga não tem, o que tem é o capacitor. (o que revelou que estava ou distraído ou não entendendo os conceitos tratados)
Pesquisador: Se não tem carga, por que teria o campo elétrico?
(Outro aluno responde.)
Estudante02: Se a chave está fechada, a bateria carregou o capacitor.”

O diálogo não foi estabelecido, pois quando a pergunta foi devolvida para o Estudante11 quem responde é o Estudante02.

Ao procurarmos o Estudante11 nos registros da plataforma, foi possível identificá-lo e analisar sua participação. Essa não se deu em todas as perguntas, e em todas as vezes que participou encaminhando uma resposta ele errou. Talvez seja

esse o motivo que o conduz a não participar dos diálogos, talvez por perceber que sabe pouco, não quer se expor.

Referente ao Estudante09, sua participação em voz alta ocorreu de forma associada ao CRS, e foi uma resposta a uma pergunta feita pelo pesquisador sobre as respostas apresentadas pela plataforma (Figura 26). O diálogo sobre o circuito da Figura 25, ocorreu da seguinte forma:

“Pesquisador: Quando cessa a corrente de carga no Capacitor? (se dirige aos estudantes da mesa em que estava a Estudante09)

Estudante09: Quando o potencial do capacitor e da fonte forem iguais.”

Aproveitando a resposta, o docente da disciplina fez uma associação com uma analogia que ele havia apresentado em aulas anteriores, entre corrente elétrica e vasos comunicantes, para explicar aos outros alunos o que o Estudante09 disse.

A resposta do estudante demonstra conhecimento do conteúdo. Quando verificamos sua participação por meio da plataforma, o que foi possível por ter se identificado com seu nome ao se conectar no início da aula, inferimos que, apesar de sua atuação nos diálogos ser restrita, a participação por meio da plataforma foi ativa em todas os momentos que esteve presente, o que permite intuir que provavelmente estava acompanhando a discussão.

Esses dois alunos, Estudante11 e Estudante09, têm em comum a pouca participação nos diálogos, mas afóra as suposições feitas acima, a explicação para esse comportamento extrapola a possibilidade de análise dessa pesquisa. Também se observou no caso do Estudante09, que sua pouca participação no diálogo falado destoava da sua intensa participação virtual.

6 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ACHADOS

No início desse estudo em função da grande difusão dos *smartphones* e da importância de trazer a tecnologia para o meio educacional a fim de melhorar as relações e a dinâmica da sala de aula, tínhamos a perspectiva de introduzir o *smartphone* portado pelos estudantes (da disciplina Física em um curso superior de tecnologia) com a finalidade de melhorar a comunicação e a efetivação do diálogo entre professor e alunos em favor das situações de ensino-aprendizagem.

Após busca exploratória encontramos uma família de software chamada de Sistemas de Resposta em Sala de Aula (CRS) que assume como objetivo envolver os alunos em atividades interativas, associá-los cooperativamente pelo diálogo e obter *insights* repentinos sobre o aprendizado deles por meio de avaliações formativas. Uma vez que muitas das opções de plataformas CRS são compatíveis com o *smartphone* resolvemos trazer esse tipo de tecnologia para as situações em sala de aula e analisar as decorrências de sua inserção observando o diálogo emergente de seu uso de forma específica.

Para tanto, selecionamos uma turma do ensino superior que consentiu em participar e em que o docente e a coordenação do curso autorizaram a realização desse estudo e escolhemos a plataforma *NearPod™* que apresentava funcionalidades e compatibilidade com o acesso sem fio a internet oferecido pela escola e com as intenções da pesquisa.

Resolvemos realizar testes e ponderar acerca dos resultados observados enquanto fazíamos o uso dessa plataforma a fim de identificar nela algumas possibilidades favoráveis ao desenvolvimento do diálogo. Assim, junto ao docente escolhemos os momentos de intervenção e durante o aprendizado da plataforma foram realizadas as quatro intervenções didáticas utilizando metodologia próxima da pesquisa-ação, uma vez que a elaboração de cada etapa se deu em um ciclo ação-reflexão-ação. Nas duas primeiras intervenções didáticas o docente e o pesquisador compartilharam a condução e nas outras duas apenas o pesquisador. Esses momentos foram gravados em vídeo e registrados no diário de bordo para posterior análise das incursões dialógicas ocorridas.

Na primeira intervenção realizada em aula de exercícios sobre Força Elétrica foram utilizadas algumas questões da lista de exercício proposta pelo docente que visavam a aplicação das fórmulas relacionadas e acrescentada uma questão de

ordem conceitual proposta pelo pesquisador. Observamos que mesmo inseridos no novo contexto tecnológico pouco do diálogo constituído na sala pode se associar diretamente aos recursos da plataforma. Nessa intervenção o uso desse recurso tecnológico com exercícios que envolviam cálculos demonstrou proveito limitado corroborando com o resultado apontado pela bibliografia concernente (BEATTY *et al.*, 2006). No entanto os registros realizados pela plataforma na questão de ordem conceitual permitiram identificar lacunas de aprendizagem e em particular para o docente uma dessas lacunas identificadas já não existia. Ainda que essa informação não tenha sido aproveitada na aula pois essa constatação ocorreu após o seu término, foi um primeiro ganho notado que decorre das possibilidades tecnológicas desse sistema.

O segundo momento sobre o conceito Campo Elétrico ocorreu em um laboratório de informática logo após a realização de um procedimento em grupo que seguiam um guia para o uso de um simulador da internet sobre o mesmo tema. Foram priorizados exercícios cuja respostas eram alternativas, isso para que ao ser apresentado o gráfico de pizza com a frequência das escolhas dos estudantes oportunizasse debate entre os alunos diante dos possíveis pensamentos que conduziram a escolha de cada resposta. As perguntas elaboradas tinham como ponto de partida o simulador utilizado para oferecer uma continuidade à atividade que precedeu a intervenção. Ainda que a participação dos alunos tenha sido menor entre aqueles que estavam atrasados na realização do guia de uso do simulador, observamos que a apresentação do gráfico consolidado com a frequência das respostas dos estudantes para a sala foi uma ocasião favorável para dialogar com os alunos sobre os conceitos envolvidos.

Um momento relevante ocorrido nessa intervenção refere-se à apresentação de uma resposta contendo equívoco conceitual em que perguntamos aos alunos sua validade mantendo em anonimato o estudante que a elaborou. Seu proponente (Estudante15) defendeu a validade da resposta apresentando suas motivações. Cabe destacar que essa foi a única vez que ele participou do diálogo em voz alta, ainda que sua participação de forma virtual respondendo pela plataforma foi intensa. Esses fatos foram identificados durante o processo de análise em que cruzamos os dados do relatório dessa intervenção gerado pela plataforma com a tabela de participação dos alunos construída pela análise dos vídeos.

Nessa intervenção pudemos observar que perguntas contendo alternativas não apresentam grandes vantagens do ponto de vista do relatório gerado pelo sistema, no entanto demonstraram ser interessantes quanto às possibilidades de propor diálogo após a apresentação das respostas. Por serem perguntas rápidas de serem respondidas sendo suficiente poucos toques na tela do DMD proporcionam dinamicidade à interação. E por limitarem os alunos nas possibilidades de explicarem seus pensamentos é totalmente aceitável a esses que o professor após ter recebido as respostas dos estudantes busque entender as motivações deles na escolha das alternativas já que esse tipo de pergunta oferece pouca flexibilidade de expressão aos alunos no ato da resposta.

Na terceira intervenção sobre os conceitos de Energia Potencial Elétrica e Potencial Elétrico seguimos a sugestão do docente em focar na analogia entre a Energia Potencial Elétrica com o conceito conhecido pela turma, o de Energia Potencial Mecânica, e depois introduzir o conceito de Potencial Elétrico. Na elaboração da aula na plataforma aconteceu um equívoco durante a configuração de uma das perguntas que deveria coletar a resposta dos estudantes pelo sistema. Devido a isso durante a aula nessa questão não foi possível a coleta das respostas automaticamente e por conseguinte não houve a apresentação do resultado consolidado para a sala. Esse equívoco na configuração da plataforma nos oportunizou voltar os olhos a um fato importante nesse estudo, a atuação docente. Uma vez que a quantidade de atitudes dialógicas seguiu na mesma proporção quando comparadas com as perguntas configuradas no sistema corretamente o que após análise sugeriu que o papel do professor, a sua forma de preparar os momentos, bem como a sua articulação em sala de aula tem relação direta com o diálogo, independente dos recursos tecnológicos que o apoia.

A elaboração da última intervenção, sobre Capacitores, buscou considerar todas as reflexões precedentes e teve uma duração superior no que se refere ao uso da tecnologia e a quantidade de perguntas que coletaram respostas dos alunos por meio dos *smartphones*, e por isso permitiu uma análise mais detalhada.

Após a aplicação dessas quatro intervenções realizamos primeiro uma análise “*a priori*” para identificar as incursões dialógicas e em um segundo momento uma análise “*a posteriori*” com dois focos:

- nos diálogos com temática diretamente relacionadas com as perguntas propostas, respostas recebidas pelos *smartphones* e resultados apresentados por meio dos recursos da plataforma, e
- na participação dos estudantes que menos falam, na relação da sua atuação virtual por meio da plataforma e participação oral no diálogo em sala de aula.

Essa análise realizada sobre os registros da quarta intervenção permitiu identificar que existiu um crescimento no decorrer do início da aula na quantidade de diálogos o que corroborou com a terceira intervenção no que tange ao papel do docente. Essas ocorrências sugeriram que o preparo de materiais para a plataforma com intenção de que haja diálogo em sala de aula e sua utilização tendo em vista esse objetivo pode estimular o docente a assumir e ampliar uma postura dialógica. Também os dados trazidos ao professor pela plataforma provenientes das respostas encaminhadas pelos estudantes na ocasião da Pergunta-CRS podem propiciar em melhor escuta acerca das construções daquele grupo de alunos, e por isso, repercutir em ganho comunicacional e dialógico.

Os dados consolidados demonstraram que muitos alunos não participaram ativamente dos diálogos, mas ao responderem e exporem suas ideias pela plataforma o sistema ofereceu ao professor um *feedback* que ele não teria sem essa tecnologia. Além do mais, em diversos momentos observamos a participação desses estudantes em diálogos falados relacionados a suas respostas virtuais apresentadas pela plataforma, o que sugere que a discussão das respostas apresentadas pela plataforma estimula que o estudante continue o diálogo iniciado por sua resposta encaminhada pelo *smartphone*.

Percebemos que não faria sentido usar essa ferramenta apenas ao final das aulas dada as possibilidades apresentadas para dialogar com os estudantes de forma que em vista dos tipos de questões indicadas, é de maior valia incorporá-la ao discurso docente durante as aulas como uma possibilidade para avaliação formativa (PESCE, 2012). Seu emprego provavelmente não traria qualquer ganho se fosse utilizado apenas para repetir as falas do professor ou fazer perguntas pontuais ou típicas de exercícios formais. Concordamos que o ganho advém quando utilizado para apresentar questões que levem o aluno a pensar e utilizar seus modelos explicativos.

Outro ponto que precisa ser observado sobre a adoção da tecnologia CRS na sala de aula é a sua motivação. O sistema por sua natureza pode ser usado como

forma de controle da participação e da realização das atividades propostas pelo professor. Se os estudantes entenderem que o sistema é uma forma do professor controlá-los, o resultado será comprometido ainda que as perguntas sejam bem elaboradas. É preciso que fique claro que o sistema não se trata de um método utilizado para monitorar o comportamento dos estudantes. Na nossa perspectiva esses sistemas têm potencial para ajudar o professor a encontrar novas vias que promovam o diálogo com seus estudantes favorecendo o aprendizado.

O professor pode usar os resultados apresentados em uma atividade mediada por uma Pergunta-CRS para suscitar o diálogo fazendo questionamentos em função das respostas dadas e apresentadas pelo sistema de forma consolidada nos *smartphones* dos estudantes. Uma questão respondida com 90% de acertos pode ser explorada pelo docente pedindo aos alunos que acertaram a explicação de suas escolhas e o mesmo aos que erraram. Numa perspectiva progressista de ensino o professor não deve ser a fonte imediata de respostas e do saber mas mediador da construção do conhecimento por parte dos alunos.

Observamos que o estudo se constituiu como apropriação tecnológica (SANDHOSTZ *et al.*, 1997 *apud* PESCE, 2003, p. 20) diante do fato que o conhecimento da tecnologia se deu durante aplicação da pesquisa. Do ponto de vista de competências docentes, conforme os Padrões de Competência em Tecnologias de Informação e Comunicação para professores (UNESCO, 2009), corresponde a abordagem denominada de “Alfabetização em Tecnologia”, uma vez que o uso do *smartphone* permitiu “aumentar o entendimento tecnológico” dos estudantes e docentes ao incorporarem “habilidades tecnológicas ao currículo”.

Em relação à abrangência desse estudo, aplicamos um questionário de identificação e comparamos os resultados desses com o perfil dos estudantes apresentados nos Relatórios Síntese dos resultados do Enade 2011 e 2014 (INEP, 2012 e 2015) de um curso correlato. Verificamos que o perfil dos sujeitos da pesquisa é comparável ao registrado nesses relatórios seja em instituições públicas como privadas. Nesse tipo de curso (tecnologia em área industrial) ambas possuem estudantes com perfil similar.

Diante da grande diversidade das tecnologias digitais, sejam elas de hardware ou software, aproximar-se dos DMD nesta pesquisa, em particular do *smartphone*, demonstrou grande ajuste à realidade dado que os sujeitos da pesquisa em sua maioria portavam seus aparelhos durante as aulas. Apenas um estudante declarou

não utilizar e por isso na pesquisa compartilhou o do colega. Esse fato encontrado durante as intervenções confirma os dados obtidos pelas bases teóricas desse estudo.

O Questionário de Fluência digital possibilitou a aproximação do conhecimento que a turma tinha acerca dessa tecnologia. Os dados apontaram para uma destreza até certo ponto limitada, perceptível nos momentos em que houve necessidade de prestar suporte a esses alunos durante algumas intervenções didáticas. Ainda assim, o conhecimento que possuíam foi suficiente para a utilização da plataforma.

Outra limitação observada foi o fato de a plataforma não ser traduzida para a língua portuguesa. Isso não incorreu em prejuízos aos estudantes pois o idioma nessa plataforma interfere principalmente no uso realizado pelo professor. Para o aluno esse fato só dificultou nos primeiros acessos antes de entrarem com o código da lição, pois após a conexão à lição interativa todo conteúdo apresentado é o elaborado pelo docente, restando-lhes poucos comandos para envio das lições em inglês em alguns tipos de Perguntas-CRS.

Como resultados obtidos, a pesquisa conduziu a três grupos de inferências que evidenciam as consequências dialógicas decorrentes da interação mediada por DMD em aula presencial.

Assumir a tecnologia como objeto de estudo proporcionou na pesquisa que o professor se preocupasse mais com o diálogo. A tecnologia CRS ajuda o professor a medida que ela o insere numa postura com maior propensão de perguntar aos alunos e usar na discussão o que eles têm a oferecer. Ou seja, o predispõe a lançar perguntas e aproveitar as respostas obtidas independentemente do tipo do diálogo pois isso é inerente às possibilidades do professor. Em consonância com essas ideias a primeira consequência observada foi o **“incentivo à postura dialógica do professor”**.

Esse fato foi evidenciado na última intervenção, no decorrer da aula a medida que foram propostas perguntas por meio da plataforma. Notou-se crescimento quantitativo de ensejos dialógicos (Gráfico 4), e pouco a pouco estudantes e docente se inseriram em maior abertura, que se manteve independente da realização de outra pergunta via plataforma o que conduziu à inferência de que o uso da plataforma auxilia o docente a atentar para necessidade de exercer sua escuta frente às construções dos alunos e manter a dialogicidade na aula. O fato de a plataforma trazer a participação dos alunos e gerar um movimento de informações que favorece a inclusão das ideias desses na discussão em aula pode ser adotado e aproveitado no discurso docente por meio de perguntas aos estudantes.

Ao usar a plataforma, bem ou mal, evidenciou-se a importância de pensar sobre a elaboração das perguntas do ponto de vista do diálogo que será proposto depois delas. A reflexão de qual diálogo é oportuno propor após uma questão é um ponto norteador para elaborar uma Pergunta-CRS, considerando também o tipo de relatório que será apresentado para os alunos após ela.

Mesmo que não tenha sido exigido que os alunos se identificassem ao entrarem na plataforma durante as intervenções didáticas alguns colocaram o próprio nome ou as suas iniciais, o que permitiu que fossem identificados e sua participação observada no diálogo proposto na aula presencial bem como comparada com a atuação deles via plataforma. Isso possibilitou observar indicadores do reflexo do uso da plataforma com os alunos que de forma geral, inclusive aqueles que ficavam à margem dos diálogos falados portando-se como expectadores da aula presencial.

A análise desses relatórios possibilitou inferir uma segunda consequência evidenciada nesse estudo: a **“ampliação da possibilidade de voz do aluno”**. Ainda que em aula o professor geralmente identifica os alunos que falam e os que tendem a permanecer calados, pela análise do relatório das respostas foi possível identificar alguns estudantes que permanecem calados, mas virtualmente estão respondendo de forma engajada. Dito de outra forma a plataforma permite que alunos que normalmente não se expõem deem suas respostas. O uso dessa tecnologia possibilitou em alguns momentos alcançar até o aluno que em uma situação normal seria “inalcançável”, considerando seu padrão de participação no diálogo naquela aula. A Plataforma CRS permite aos alunos que normalmente não se expõem e não respondem, deem resposta via plataforma, ainda que a escolha de se envolver seja exclusiva do aluno.

Percebemos no decorrer da pesquisa que algumas formulações dos alunos só foram identificadas pelo docente ou pesquisador por intermédio do sistema. Essa consequência notada pode ser classificada como uma possibilidade de avaliação formativa de aprendizagem (PESCE, 2012), uma vez que não busca classificar o estudante, mas contribuir para a reflexão do professor sobre sua atuação e o programa de ensino ajudando-o a redimensionar seu planejamento.

Conhecer os recursos oferecidos pela plataforma e tirar proveito deles para ampliar a dialogicidade e participação dos estudantes são aspectos distintos. A capacidade do professor em fomentar diálogo diante da apresentação das respostas do aluno é fundamental, e essa capacidade é expressa na forma do docente

perguntar, ouvir e silenciar, devolver perguntas com outras perguntas e não explicar logo para permitir aos estudantes se expressarem e assim acessar os conceitos e opiniões deles. Provavelmente essa habilidade não pode ser considerada trivial.

Por fim, a terceira consequência evidenciada por esse estudo é que o uso intencional da plataforma permite ao aluno a ela conectada um **estímulo a prosseguir o diálogo iniciado virtualmente**.

Isso foi observado em diversos momentos que uma resposta foi apresentada anonimamente para sala ou uma alternativa que foi questionada pelo professor após a apresentação dos resultados. Isso fez com que algum estudante que havia dado a resposta questionada ou produzido o trabalho apresentado se manifestasse respondendo à pergunta do professor em defesa do seu ponto de vista. Ainda que alguns estudantes tenham a tendência de “sempre” participar a análise das participações dos alunos poucos participativos na segunda e quarta intervenção corroboraram com essa inferência.

Ainda que a pesquisa tenha observado um grupo de alunos específico, e por isso seus resultados só podem ser estendidos para um grupo com características equivalentes, presumimos que esses mesmos resultados podem ser alcançados em investigação em contextos diferentes, bem como as plataformas CRS possam ser pesquisadas em propostas educacionais distintas a adotada nesse estudo.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Carlos E., VIEIRA, Leonardo P. Verificação da lei de Maulus com um *smartphone*. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (21 : 2015 : Uberlândia, MG). **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2016. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0583-1.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

ALENCAR, A. F. O pensamento de Paulo Freire sobre a tecnologia: traçando novas perspectivas. In: V Colóquio Internacional Paulo Freire, UFPE, 2005, Recife. **Anais Eletrônicos**. Recife: Centro Paulo Freire, 2015.

ARISTON, M. M. **Atividades Experimentais no Ensino de Física utilizando softwares de smartphones**. 2016. 243 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física - PROFIS) - Universidade Estadual do Ceará. Quixadá, 2016. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4526233#>. Acesso em: 20 nov. 2017.

BACICH, L.; NETO, A. T.; TREVISANI, F. de M. **Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

BEATTY, I. D. GERACE, W. J. LEONARD, W. J. DUFRESNE, R. J. Designing effective questions for classroom response system teaching. **American Journal of Physics**. 74(I), p. 31-39. 2006.

BERNARDO, J.C.O. **Leitura em Dispositivos Móveis Digitais na Formação Inicial de Professores**. 2015. 138 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2015. Disponível em: <<http://btdt.ufm.edu.br/handle/tede/464>>. Acesso em: 12 out 2017.

BOHM, David. **O Diálogo**, 1989. Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=1533319>> Acesso em: 03 set. 2017.

BRASIL/CGI, Comitê Gestor da Internet no Brasil. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação nos domicílios brasileiros: TIC 2014**. 2015.

CALDWELL, J. E. Clickers in the Large Classroom: Current Research and Best-Practice Tips. **CBE - Life Sciences Education**. Vol 6 no. 1 p. 9-20. Spring 2007 DOI 10.1187/cbe.06-12-0205.

CARVALHO, E. DE A. Edgar Morin. **Coleção grandes educadores Brasil**. PAULUS Editora, 2006. Disponível em: <http://www.paulus.com.br/loja/dvd-grandes-educadores-edgar-morin_p_2583.html>. Acesso em: 11/09/2016.

CARVALHO, R. M. **Acústica e Cidadania**: Uma abordagem CTS para o Ensino Fundamental. 2016. 68 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Juazeiro, 2016. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/mnpef/?q=dissertacao/ac%C3%BAstica-e-cidadania-uma-abordagem-cts-para-o-ensino-fundamental>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

CETIC.BR. Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação nas escolas brasileiras [livro eletrônico] **TIC educação 2014**. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2015.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

COSTA, J. F.; CAMARGO, S.; GIOPPO, C. Ensino de ondas sonoras/poluição sonora utilizando o aparelho celular como ferramenta de apoio In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (21 : 2015 : Uberlândia, MG). **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2016. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0405-2.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

EDUCASE Learning Initiative. **Seven thing you should know about... Clickers**. May, 2005. Disponível em: <<https://library.educause.edu/~media/files/library/2005/5/eli7002-pdf.pdf>> Acesso em: 28/08/2017.

FERNANDES, A.C.P. *et al.* Efeito Doppler com *tablet* e *smartphone*. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 38, n. 3, e3504, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172016000300604&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 31 nov. 2017.

FERREIRA, José. O potencial das plataformas adaptativas. In: **Transformar 2013**. São Paulo, 2013. Disponível em <transformareducacao.org.br/vídeo/transformar-2013-palestra-jose-ferreira/>, Acesso em: 01/10/2016.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de Conteúdo**. Brasília: Líber Livro, 2005.

FREIRE, P. **Ação cultural para a liberdade e outros escritos**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1968.

_____. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

_____. **Extensão ou Comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

GIRCOREANO, J. P. **Uma caracterização do diálogo significativo na sala de aula**. 2008. 198 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-07012009-112316/pt-br.php>>. Acesso em: 10 out 2016.

GURGEL, Ivã; SAITO, Marcia Tiemi; GIMENES, Kathia Schaffer; SILVA, Rodrigo Correia da; RAMOS, Ismael de Oliveira. Os usos do celular: um a proposta de abordagem temática na perspectiva freireana. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (21 : 2015 : Uberlândia, MG). **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2016. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0508-1.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. ENADE 2011: **Relatório Síntese: Tecnologia em Automação Industrial**. 2012.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. ENADE 2014: **Relatório Síntese: Tecnologia em Automação Industrial**. 2015.

LAGARTO, J. R. & MARQUES, H. **Tablets e Conteúdos digitais: Mudando paradigmas do ensinar e do aprender**. Porto: Universidade Católica Editora, 2015.

JESUS, V.L.B. de; SASAKI, D.G.G. Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 1-6, Set. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172014000300015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30 nov. 2017.

_____. Uma abordagem por videoanálise da propagação de um pulso em uma catenária. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 38, n. 3, e3301, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172016000300407&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30/11/2017.

_____. Uma visão diferenciada sobre o ensino de forças impulsivas usando um *smartphone*. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 38, n. 1, 1303, 2016b. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172016000100403&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30/11/2017.

KIELT, Everton Donizetti; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; MIQUELIN, Awdry Feisser. Implementação de um aplicativo para *smartphones* como sistema de votação em aulas de Física com *Peer Instruction*. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 39, n. 4, e4405, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172017000400506&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 30/11/2017.

LARA, Vitor de Oliveira Moraes, VIEIRA, Leonardo Pereira. Física em *tablets*: Segunda Lei de Newton. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (20 : 2013 : São Paulo, SP). **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/programa/trabalhos.asp?sesId=47>> Acesso em: 12 dez 2017.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da Inteligência**: O futuro do pensamento na era da informática. São Paulo: Editora 34, 2004.

LIBARDONI, G. C.; SAUERWEIN, R. A. Experimentação de MRU com equipamentos ao alcance do professor e aluno. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (19 : 2011 : Manaus, AM). **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2011.

LIMA, C. G. M. **Criação, construção, uso e análise de um jogo digital voltado ao ensino de circuitos elétricos**. 2015. 113f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2015. Disponível em: <<https://memoria.ifrn.edu.br/handle/1044/369?show=full>>. Acesso em: 20/11/2017.

MARCONDES FILHO, C. **O rosto e a Máquina**: O fenômeno da comunicação visto pelos ângulos humano, medial e tecnológico. São Paulo: Paulus, 2013.

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

MEIRELLES, F. S. **Pesquisa Anual do Uso de TI – GVcia** – Centro de Tecnologia de Informação Aplicada da FGV-EAESP, 27ª edição, 2016. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/19113>>. Acesso em: 01/mai./18

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. 8a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciência: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20–39, 1996.

NOBRE, G. R. O. Preparação de aulas de Física em XHTML: uma proposta de conciliação entre o ensino de Física e o uso de *smartphones* e *tablets* em sala de aula. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (21 : 2015 : Uberlândia, MG). **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2016.

OLIVEIRA, C. S. C. **A interação Dialógica na mediatização de fórum eletrônico no ensino superior**. 2014. 91 f. Monografia (Especialização em Formação de Professores – ênfase no Magistério Superior). IFSP, São Paulo. 2014

_____. Dispositivos Móveis Digitais em sala de aula e possibilidades dialógicas no ensino de Física. In: 6º Congresso Pesquisa do Ensino. 2017, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: SINPROSP, 2017. Comunicação Científica. Disponível em: < <http://www.sinprosp.org.br/conpe6/revendo/comunica%c3%a7%cb5es-ci%c3%aantificas.html>>. Acesso em: 19 out. 2017. ISBN 978-85-67230-04-7.

PERUFFO, G. A. PEREIRA, M. V. Diálogo e Negociação: sobre a construção de sentidos na experiência com cinema em sala de aula. In: Democracia em risco: a pesquisa e a pós-graduação em contexto de resistência - 38ª Reunião Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPEd). **Anais...** São Luiz: ANPED, 2017. Disponível em: <http://38reuniao.anped.org.br/sites/default/files/resources/programação/trabalho_38anped_2017_GT24_118.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.

PESCE, L. M. **Dialogia digital**: buscando novos caminhos à formação de educadores em ambientes telemáticos. 2003. 188 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2003.

_____. As contradições da institucionalização da educação a distância, pelo Estado, nas políticas de formação de educadores: resistência e superação. **Revista HISTEDBR On-line** (UNICAMP), v. 1, n. 26, pp. 183-208, jun. 2007. Disponível em: <http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/26/art11_26.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2017.

_____. Formação online de educadores sob enfoque dialógico: da racionalidade instrumental à racionalidade comunicativa. **Revista Quaestio** (UNISO), v. 12, p. 25-61, jul. 2010. Disponível em: <<http://periodicos.uniso.br/ojs/index.php/quaestio/article/view/177/177>>. Acesso em: 11/11/2017.

_____. Avaliação da aprendizagem nos programas online de formação continuada de educadores. **Estudos em Avaliação Educacional** (Fundação Carlos Chagas), v. 23, n. 51. p. 190-213, jan./abr. 2012. Disponível em: <<http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/eae/article/view/1956>>. Acesso em: 15/12/2017.

POSTMAN, Neil. **Tecnopólio**: A rendição da cultura à tecnologia. São Paulo: Nobel, 1994.

POZO, J.I; CRESPO, M.A.G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5 ed. São Paulo: Artmed, 2009.

RAMINELLI, U. J. **Uma sequência didática estruturada para integração do *smartphone* às atividades em sala de aula**: desenvolvimento de um aplicativo para a eletrodinâmica. 2017, 201 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/148579>>. Acesso em: 20/11/2017.

REGO, T. C. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis: Vozes, 1994.

RIBEIRO, A. A.; BARBOSA, L. G. D. Antenas ERB's de telefonia celular e o potencial risco à saúde: proposta de uma sequência didática. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (21 : 2015 : Uberlândia, MG). **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2016. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0824-1.pdf>>. Acesso em: 12/12/2017.

RIBEIRO, T. V.; ANDREATTA, L. N. e GENOVESE, L.G.R. Desmi(s)tificando a ciência: uma metodologia de construção do pensamento crítico e as consequências na formação do professor e do aluno. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (21 : 2015 : Uberlândia, MG). **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2016. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0011-1.pdf>>. Acesso em: 12/12/2017.

SANTOS, M.E.E. Educação e Contemporaneidade em Michel Serres. **Pro-Posições**, Campinas, v. 26. n. 1, p. 239-257, jan./abr. 2015.

SILVA, J. C. G. GASPAR, M. B. Bússolas digitais de dispositivos móveis: o conhecimento científico nas tecnologias de localização e posicionamento. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (21 : 2015 : Uberlândia, MG). **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2016. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0262-2.pdf>>. Acesso em: 12/12/2017.

SILVA, M. L. **ERGOS – Energia Calculada**: Aplicativo para *smartphone* como ferramenta de aprendizagem. 2015. 121 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2015. Disponível em: <www2.ifrn.edu.br/mnpef/_dissertacoes/Dissertacao_Marizaldo.pdf>. Acesso em: 20/11/2017.

SILVA, W. A. **Utilização Sistemática das Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Eletricidade**. 2015. 134 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal de Mato Grosso. Barra do Graças, 2015b. Disponível em: <pos.cua.ufmt.br/ppgprofis/inc/uploads/2018/03/Dissertacao-Welismar-final.pdf>. Acesso em: 20/11/2017.

SOUZA, R. O alcance das TICs na prática pedagógica. **Educere PUC**, v. 53, n. 9, p. 1224–1235, 2006.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa Ação**. 18ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

UNESCO. **Padrões de Competência em TIC para Professores**: Modulo de padrão de competência. Tradução: Cláudia. Bentes David. Versão 1.0. Paris: UNESCO, 2009. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001562/156207por.pdf>> Acesso em: 10/03/2018.

VIEIRA, L. P. **Experimentos de Física com Tablets e Smartphones**. 2013. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – UFRJ, Rio de Janeiro, 2013.

VIEIRA, L.P.; LARA, V.O.M. Física em tablets: obtendo fotografias macro com a técnica da gota d'água. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (20 : 2013 : São Paulo, SP). **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0804-1.pdf>>. Acesso em: 12/12/2017.

_____. Macrofotografia com um tablet: aplicações ao ensino de ciências. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 1-5, Set. 2013b. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172013000300022&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30/11/2017.

VIEIRA, L.P.; LARA, V.O.M.; AMARAL, D.F. Demonstração da lei do inverso do quadrado com o auxílio de um *tablet/smartphone*. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v.36, n.3, p.1-3, Set. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172014000300017&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30/11/2017.

VYGOTSKY, L. **A formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

VOLTOLINI, A. G. M. F. DA F. **Na palma da mão**: A difusão de celulares e *smartphones* e possibilidades para o ensino aprendizagem no Brasil. 2016. 184 f. Tese (Doutorado em Comunicação Social) - Universidade Metodista De São Paulo, São Bernardo do Campo, 2016.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Comitê de Ética em Pesquisa

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado para participar da pesquisa intitulada: **RELAÇÃO DIALÓGICA EMERGENTE DA INTERAÇÃO MEDIADA POR DISPOSITIVOS MÓVEIS EM AULA PRESENCIAL**, que estudará o diálogo professor-aluno em situações em que será oportunizado o uso dos dispositivos móveis digitais (smartphone e tablet) como ferramenta para automatizar a comunicação em sala de aula. Os objetivos deste estudo são: investigar como se configura o diálogo professor-aluno, e quais os tipos de interação que emergem quando os dispositivos móveis digitais dos alunos são utilizados para favorecer a comunicação em sala de aula. Você foi selecionado porque está matriculado na disciplina a ser pesquisada e sua participação não é obrigatória, nem remunerada. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição. Sua participação nesta pesquisa consistirá em responder um questionário eletrônico de identificação dos participantes da pesquisa e de fluência digital com dispositivos móveis, em sua participação das aulas em que será feito o uso dos dispositivos móveis digitais, nos horários normais da disciplina, e caso for possível, em participação de entrevista semi-estruturada com um grupo de estudantes da sala. As aulas e a entrevista serão gravadas e esta gravação será de uso exclusivo para descrever os acontecimentos e interações. Não existem riscos relacionados com sua participação. Os benefícios relacionados com a sua participação são: contribuir com nova metodologia educacional, oportunizar reflexão sobre o diálogo professor-aluno em aulas de exatas bem como auxiliar na produção de referenciais para guiar a inserção de novas tecnologias na ação pedagógica. As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação, tanto o nome da instituição e do curso, quanto de todos os participantes serão omitidos ou trocados de forma a assegurar o necessário sigilo. Você receberá uma via deste termo onde constam o telefone e o endereço institucional do pesquisador principal e do CEP, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Prof. Dr. José Paulo Gircoreano
 Orientador(a)
 E-mail: Jose Paulo <gircoreano@gmail.com>
 Rua Pedro Vicente, 625 Canindé - São Paulo/SP
 Telefone: (11)2748-8735

Cristiano Santana Cunha de Oliveira
 Estudante de Pós-Graduação
 E-mail: crisco@ifsp.edu.br
 Av. Francisco Samuel Lucchesi Filho, 770Brag.
 Paulista/SP
 Telefone: (11) 98627-7227

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
 Rua Pedro Vicente, 625 Canindé - São Paulo/SP
 Telefone: (11) 3775-4569
 E-mail: cep_ifsp@ifsp.edu.br

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

 Participante da Pesquisa
 Assinatura e nome

APÊNDICE B – Questionário de Identificação dos Sujeitos da Pesquisa**QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO**

Questionário pertencente à pesquisa: "RELAÇÃO DIALÓGICA EMERGENTE DA INTERAÇÃO MEDIADA POR DISPOSITIVOS MÓVEIS EM AULA PRESENCIAL"

1. Nome: _____ Sexo: () Masculino () Feminino Idade: _____

2. Estado Civil: _____ Quantidade de Filhos: _____

3. Nacionalidade: _____ Naturalidade: _____

4. Ensino Médio (setor): () Público () Particular () Ambos

5. Já fez outra graduação? () Não () Sim. Se sim, qual? _____

6. Trabalha atualmente? () Não () Sim. Se sim, onde? _____

7. Quais são seus hobbies?

8. Você se considera extrovertido na sala de aula? () Sim () Não

Escolha um valor na escala, onde 1 - mais tímido e 5 - mais extrovertido. () 1 () 2 () 3 () 4 () 5

A. Nestes primeiros momentos do curso de Física 1, também das demais disciplinas que está matriculado, o que já despertou interesse em você? Por que?

B. Você já fez alguma pesquisa rápida na internet sobre algum assunto visto em sala de aula? Ou então, o assunto de alguma pesquisa que você fez na internet antes do início das aulas foi abordado em alguma das aulas de Física 1? Qual assunto?

C. Escreva um pouco sobre você. (Uma autobiografia resumida)

APÊNDICE C – Questionário de Fluência Digital com Dispositivo Móvel

QUESTIONÁRIO DE FLUÊNCIA DIGITAL COM DISPOSITIVOS MÓVEIS DIGITAIS (DMD)

DMD é uma sigla que significa Dispositivo Móvel Digital, ou seja, SMARTPHONES e TABLETS.

Este questionário pertence à pesquisa: 'RELAÇÃO DIALÓGICA EMERGENTE DA INTERAÇÃO MEDIADA POR DISPOSITIVOS MÓVEIS EM AULA PRESENCIAL'

***Obrigatório**

Nome: *

Sua resposta

Você usa dispositivos móveis digitais (DMD), isto é, smartphone ou tablet? *

Sim

Não

Como você descreve a sua frequência de utilização? *

Sua resposta

PRÓXIMA

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. Denunciar abuso - Termos de Serviço - Termos Adicionais

Google Formulários



QUESTIONÁRIO DE FLUÊNCIA DIGITAL COM DISPOSITIVOS MÓVEIS DIGITAIS (DMD)

Acesso à Internet

DMD é uma sigla que significa Dispositivo Móvel Digital, ou seja, Smartphones e Tablets.

Você faz uso de conexão à internet Wi-fi com seu DMD?

- Desconheço, não sei do que se trata.
- Não.
- Sim, em casa.
- Sim, na faculdade.
- Sim, no trabalho.
- Outro: _____

Você faz uso de conexão à internet Dados Móveis (3G ou 4G) com seu DMD?

- Desconheço, não sei do que se trata.
- ...
- Sim em casa.
- Sim, na faculdade.
- Sim, no trabalho.
- Outro: _____

VOLTAR **PRÓXIMA**

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. Denunciar abuso - Termos de Serviço - Termos Adicionais

Google Formulários



QUESTIONÁRIO DE FLUÊNCIA DIGITAL COM DISPOSITIVOS MÓVEIS DIGITAIS (DMD)

***Obrigatório**

Comunicação com outras pessoas

DMD é uma sigla que significa Dispositivo Móvel Digital, ou seja, Smartphones e Tablets.

Usa o DMD para envio de mensagens de texto? *

- Desconheço, não sei do que se trata.
- Não uso.
- Sim, uso SMS.
- Sim, aplicativos de mensagens instantâneas (p. exemplo: WhatsApp).
- Sim, Redes Sociais (por exemplo: Facebook, G+).
- Sim, E-mail.
- Sim, Fórum.
- Sim, Chat, Mirc.
- Outro:

Usa o DMD para comunicação com outras pessoas via áudio? *

- Desconheço, não sei do que se trata.
- Não uso.
- Sim, Telefonia móvel (operadoras de celular)
- Sim, Aplicativos (por exemplo: mensagem de voz ou ligação via WhatsApp)
- Sim, Redes Sociais (por exemplo: Áudio mensagem via Facebook)
- Sim, Voip
- Outro: _____

Usa o DMD para comunicação com outras pessoas via vídeo? *

Desconheço, não sei do que se trata.

Não uso.

Sim, Skype.

Sim, outros aplicativos (por exemplo: conferência via WhatsApp).

Sim, Redes Sociais (por exemplo: Snapchat, Facebook, Hangout).

Outro: _____

Quais outras formas que utiliza o DMD para comunicação com outras pessoas?

Sua resposta

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. Denunciar abuso - Termos de Serviço - Termos Adicionais

Google Formulários



QUESTIONÁRIO DE FLUÊNCIA DIGITAL COM DISPOSITIVOS MÓVEIS DIGITAIS (DMD)

***Obrigatório**

Outros usos do DMD

Como nas seções anteriores deste questionário, assuma DMD como a sigla que significa Dispositivo Móvel Digital, ou seja, Smartphones e Tablets.

Além de utilizar o DMD para se comunicar com outras pessoas, utiliza-o para: *

para acessar noticiário.

PARA JOGAR.

a) jogo offline

b) jogo online para um jogador

c) jogo online multiplayer (vários jogadores simultâneos)

- PARA SUBSTITUIR O COMPUTADOR, DAS SEGUINTE FORMAS: (assinale os itens que seguem).
- a) salvar arquivos da internet (por exemplo: imagens, documentos, músicas).
 - b) criar ou acessar texto formatado.
 - c) criar ou acessar apresentações de slides.
 - d) criar ou acessar planilhas eletrônicas.
 - e) criar ou acessar materiais multimídia.
 - f) impressão.
 - g) criar páginas/conteúdo na internet web/blog/vlog/wiki.
 - h) participar de fóruns de discussão.
 - i) criar documentos compartilhados ou projetos colaborativos.
 - j) armazenar documentos na nuvem.
 - k) assistir à programação de rádio e TV online.
 - l) acessar a vídeos (por exemplo: Youtube, Vimeo, etc...).
 - m) acessar câmera de segurança online.
- PARA APRENDIZAGEM, DAS SEGUINTE FORMAS: (assinale os itens que seguem).
- a) buscar informações de interesse pessoal, hobbies.
 - b) pesquisar conteúdos para a faculdade/vestibular/concurso.
 - c) aprender idiomas.
 - d) realizar cursos a distância (EaD, MOOCs, autoinstrucional, etc...).
 - e) usá-lo como leitor de livros (e-book).
 - f) outras formas de aprendizagem.

UTILIZA O DMD PARA SUBSTITUIR UTILITÁRIOS, DAS SEGUINTE FORMAS: (assinale os itens que seque)

- a) calculadora.
- b) régua/trena.
- c) GPS.
- d) internet banking.
- e) dicionário/ tradutor.
- f) bússola.
- g) lanterna.
- h) relógio e despertador.
- i) nível bolha.
- j) máquina fotográfica.
- k) compra e venda (e-commerce).
- l) óculos de realidade virtual.
- m) leitor de código de barras ou QR-Code.
- n) termômetro.
- o) gravador de áudio.
- p) câmera de vídeo.
- q) pendrive.
- Outro: _____

VOLTAR

PRÓXIMA

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. Denunciar abuso - Termos de Serviço - Termos Adicionais

Google Formulários



QUESTIONÁRIO DE FLUÊNCIA DIGITAL COM DISPOSITIVOS MÓVEIS DIGITAIS (DMD)

***Obrigatório**

Conhecimentos técnicos acerca dos DMD

Sabe instalar aplicativos no DMD? *

Escolher ▾

Sabe liberar espaço de armazenamento do DMD? *

Escolher ▾

Como você classifica seu conhecimento a respeito de dispositivos móveis digitais DMD. *

1 2 3 4 5

menor maior

Na sua opinião, quais as características técnicas mínimas de um dispositivo móvel digital atualmente? (tamanho de tela, resolução da câmera, tamanho da memória interna, processador, sistema operacional, recursos, etc...)

Sua resposta

Usa um Dispositivo Móvel Digital que atende a estas especificações?

Escolher ▾

VOLTAR **PRÓXIMA**

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. Denunciar abuso - Termos de Serviço - Termos Adicionais

Google Formulários



QUESTIONÁRIO DE FLUÊNCIA DIGITAL COM DISPOSITIVOS MÓVEIS DIGITAIS (DMD)

***Obrigatório**

Dispositivos Móveis Digitais na sala de aula presencial

Última seção

Seu dispositivo móvel digital permanece ligado na sala de aula? *

Escolher

Seu DMD auxilia seu aprendizado em sala de aula? *

Escolher

Explique como ele auxilia ou compromete seu aprendizado:

Sua resposta

Na sua opinião, existem atividades feitas com o computador da faculdade que seriam melhor realizadas com seu smartphone pessoal? (Detalhe se julgar necessário)

Sua resposta

Na sua opinião, poderia haver benefícios se o professor propuser aos alunos usarem seus smartphones em sala de aula de uma forma específica? (Detalhe se julgar necessário) *

Sua resposta

Na sua opinião, se o professor propuser aos alunos usarem seus smartphones em sala de aula de uma forma específica, em que atrapalharia a aula? (Detalhe se julgar necessário) *

Sua resposta

Você já viveu alguma experiência em que foi proposto o uso de smartphones em sala de aula? (Detalhe se julgar necessário)

.....

Este questionário está em reformulação. O que você propõe alterar para que seja mais fácil para o participante responder? *

Sua resposta

Você respondeu este questionário utilizando qual tipo de dispositivo? *

- Smartphone
- Tablet
- Computador móvel (Laptop, Notebook, etc..)
- Computador fixo (Desktop, PC)
- TV Digital
- Outro: _____

VOLTAR

ENVIAR

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. Denunciar abuso - Termos de Serviço - Termos Adicionais

Google Formulários

APÊNDICE D – Produto Educacional

O produto educacional que segue, visa apresentar ao professor de Física a possibilidade de utilização do *smartphone* na sala de aula presencial com enfoque dialógico. Para tanto, em linguagem não hermética e dialogal, e em formato de Guia procuramos apresentar alguns conceitos dessa prática bem como o uso da plataforma empregada em nossa pesquisa.



Este guia é um produto educacional parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em ensino de ciências e matemática. Trata-se de um guia explicativo sobre uma plataforma da categoria Sistemas de Resposta em Sala de Aula, tecnologia essa usada na pesquisa intitulada “Dispositivos Móveis Digitais e Sistemas de Respostas em Sala de Aula: Investigando possibilidades no processo pedagógico que busca diálogo com os alunos.” (OLIVEIRA, 2018), e objetiva cooperar com professores de Física (ou outras áreas) no planejamento, utilização, preparação de material e aplicação dessa tecnologia em sala de aula para contribuir com o diálogo professor-aluno.

Sumário:

I.	Introdução	2
II.	Sistemas de Resposta em Sala de Aula	3
	a) O que de fato são esses sistemas?.....	3
	b) Origem.....	3
	c) Algumas opções gratuitas.....	3
	d) Infraestrutura necessária	4
III.	Dinâmica de Sala de Aula	5
	e) Sugestão de uso.....	5
	f) Elaboração de perguntas.....	6
IV.	Plataforma NearPod.....	8
	g) Cadastro Gratuito e Login	8
	h) Tela Principal.....	9
	i) Ciclo de utilização da plataforma	11
	j) Como criar uma lição.....	11
	k) Como usar a lição em sala de aula	15
	l) Como acessar os relatórios das aplicações de cada sessão.....	16
V.	Considerações Finais	18
VI.	Referências	19

I. Introdução

Este pequeno guia visa apresentar um possível uso educacional de uma ferramenta de grande impacto social na atualidade, o *smartphone*.

Se por um lado a inserção de uma tecnologia em uma sociedade (ou em um determinado contexto) pode ser comparável ao impacto da introdução de uma nova espécie em um ecossistema em equilíbrio (POSTMAN, 1994), e por isso pode contribuir com sua evolução ou conduzi-lo a degradação. Por outro, sabemos que as tecnologias são frequentemente associadas ao progresso, principalmente quando colaboram e visam ampliar as possibilidades do ser humano, e em decorrência disso, as possibilidades da sociedade que ele pertence.

Assim, da mesma forma que a roupa permitiu (e permite) o homem a adaptar-se em diferentes climas, superando suas limitações frente às intemperes e diversidades climáticas; ou os binóculos que oferecem condições para que a capacidade natural da visão seja superada; ou tantos outros exemplos que confirmando esses anteriores podem estar, e estão, nesse momento perpassando o seu pensamento; não é difícil assumir que as tecnologias podem auxiliar de alguma forma em situações reais. E diante disso, a nossa pergunta nesse momento é essa: E a sala de aula? Quais as demandas desse espaço? As tecnologias podem cooperar? Seja em um contexto em que se deposita sobre a escola tantas expectativas em relação ao futuro da nação, ou mesmo em outro cenário em que se assume com modéstia sua parcela na sociedade, bem como suas contrariedades e entraves, essas perguntas podem colaborar com o professor se o insere em uma postura de reflexão.

Esse guia nasce de uma pesquisa acadêmica que olhou para uma demanda real: o diálogo na aula presencial, e utilizou o *smartphone* com o objetivo de ampliar possibilidades dialógicas, e, simultaneamente observou as consequências dessa inserção na relação pedagógica vivenciada no grupo de voluntários que participaram do estudo.

Nas próximas páginas serão apresentados diversos conhecimentos técnicos e humanos "recolhidos" no decorrer da pesquisa e apresentados nesse guia com o objetivo de disseminar um possível uso educacional do *smartphone*; uso que pode, como o agasalho, permitir sua prática adentrar em uma 'situação climática' contemporânea, e como os binóculos, poderá ampliar sua visão sobre o ensino dos novos estudantes, sobretudo auxiliá-lo a enveredar numa experiência mais dialógica em sua prática em sala de aula.

II. Sistemas de Resposta em Sala de Aula

Os alunos cada vez mais portam *smartphones* nas salas de aula, e esses aparelhos tem um poder computacional comparável ao dos computadores. Os Sistemas de Resposta em Sala de Aula aproveitam esse recurso para promover ampliação da capacidade de escuta do professor, e pode colaborar com a dialogicidade em muitos contextos.

a) O que de fato são esses sistemas?

Sistemas de Resposta em Sala de Aula são sistemas que visam otimizar alguns aspectos da relação pedagógica. Permitem o professor propor perguntas aos alunos utilizando seu notebook, por exemplo. Essas perguntas serão apresentadas nos *smartphones* dos estudantes e conforme as respostas são encaminhadas por eles, um gráfico ou relatório construído por meio da análise dessas respostas é apresentado ao professor, que pode compartilhar com os alunos o resultado.

Essas possibilidades, se aliadas ao desejo de entender os pensamentos e formulações elaborados pelos alunos, bem como promover trocas de ideias a respeito do assunto em estudo, pode permitir ganho comunicacional.

b) Origem

A proposta desse tipo de sistema é muito anterior aos *smartphones*, em sua origem eram utilizados módulos de equipamentos, conhecidos como *clickers* ou *keypads*, que eram distribuídos aos participantes e permaneciam conectados via cabos a uma central junto ao palestrante. Nos momentos que esse desejava consultar a audiência, solicitava que votassem apertando os botões do módulo que estavam em suas mãos. Então o sistema automatizava a votação e apresentação dos resultados.

c) Algumas opções gratuitas

Devido ao alto custo dos sistemas que usavam os *clickers*, eles permaneceram restritos a contextos específicos. Porém com a difusão dos *smartphones* alguns fabricantes atualizaram sua tecnologia de forma a permitir o uso híbrido, em que os módulos proprietários pudessem ser usados ao lado dos *smartphones*.

Frente a grande possibilidade dos *smartphones*, outros desenvolvedores buscaram criar plataformas dedicadas exclusivamente aos dispositivos móveis digitais, oferecendo maior diversidade de tipos de perguntas, bem como permitindo seu uso educacional gratuito, ainda que com algumas restrições. E

também foram (e estão sendo) desenvolvidas opções em código aberto, para serem instalados nos servidores das instituições, universidades, secretarias de ensino, etc.

A seguir, apresentamos algumas plataformas encontradas em busca exploratória na internet que nos pareceu, naquele momento, passíveis de serem escolhidas.

Nome	Site	Classificação
AR\$nova.click	http://arsnova.click/	Código aberto
Kahoot	http://kahoot.it/	Proprietário
Nearpod	http://www.nearpod.com/	Proprietário
Openslides	http://openslides.org/	Código aberto
PearDeck	http://www.peardeck.com/	Proprietário
Poll Everywhere	http://www.polleverywhere.com	Proprietário
QuizSocket	http://quizsocket.com/	Proprietário
Socrative	http://socrative.com/	Proprietário

Diante dessa lista é natural que surja o questionamento: Qual é a melhor? No entanto responder essa pergunta sem basear em demandas específicas de algum caso real é difícil. Mesmo porque essas tecnologias estão em constante desenvolvimento e por isso aquela que em determinado período poderia ser considerada a melhor opção, depois de atualização de uma plataforma concorrente deixará de ser.

d) Infraestrutura necessária

De forma geral, além dos *smartphone* dos alunos e do notebook do professor (em algumas plataformas pode também ser usado o *smartphone* do professor), a única infraestrutura necessária é o acesso a internet. Muitos estudantes já têm esse acesso pelo plano da operadora de celular, porém é importante que seja disponibilizado sinal *Wi-Fi* na sala de aula. A plataforma que apresentaremos à frente possui um recurso interessante para checar a qualidade do sinal da internet, trata-se de um autodiagnóstico que permite avaliar se a rede sem fio da escola comporta esse uso.

Também é possível planejar o uso do *smartphone* em grupo em situações em que alguns alunos não possuam o aparelho, de forma que os alunos

compartilhem o mesmo aparelho. Porém se todos portarem um dispositivo é indicado que cada estudante use seu próprio dispositivo para promover a coleta de respostas individuais para posterior diálogo com todos os alunos, ainda que o contato entre estudantes seja importante.

Existem diversas vantagens de usar os recursos tecnológicos pessoais portados pelos alunos, como é o caso do *smartphone*, alguns exemplos são: a redução de gastos em treinamento dos estudantes para utilização da tecnologia, a relação do aluno com seu aparelho normalmente é positiva, a inexistência de manutenção de equipamentos e por isso, de pessoal técnico na instituição escolar para dar suporte, etc.

III. Dinâmica de Sala de Aula

Como posto na introdução desse guia, uma nova tecnologia pode contribuir ou comprometer a dinâmica na sala de aula. Já pensou em liberar o uso do *smartphone* em sua aula e flagrar os alunos distraídos com *games*, enquanto havia planejado que eles se apropriassem de conhecimentos que dificilmente terão contato fora do contexto escolar? Essa parte do guia tentará abordar esse assunto.

e) Sugestão de uso

O uso que recomendamos visa proporcionar um clima dialógico, por isso, antes apresentamos usos que provavelmente resultarão em um clima anti-dialógico:

- Transparecer que o uso da tecnologia visa controlar os alunos.
- Propor perguntas que não permite debate.
- Usar o sistema como atividade para nota.

Apontamos esses três usos, ainda que sabidamente a lista facilmente poderia ser ampliada e dificilmente seria esgotada. Para que haja diálogo é necessário atenção em diversos aspectos do agir docente: a linguagem, a postura frente os alunos, a consciência de que mesmo sendo um professor não sabe tudo e que pode aprender com os estudantes. Esse aprendizado pode começar, por

exemplo, em aprender como os alunos estão formulando os conceitos que estão sendo estudados. Indicamos a leitura das obras do pedagogo Paulo Freire¹ que descreve muitos dos saberes necessários para prática dialógica.

Para aumentar as chances de diálogo é preciso que o docente elabore perguntas criativas, que se adaptem às possibilidades do sistema.

f) Elaboração de perguntas

Perguntas que funcionam bem em uma proposta convencional ou em avaliações escritas, não surtem o mesmo efeito quando utilizado no sistema de resposta em sala de aula em vista de promover diálogo com os estudantes. Por isso, apresentamos uma breve reflexão sobre a elaboração de questões criativas, bem como uma discussão de como pode ser a abordagem após apresentação do resultado para os estudantes.

A pergunta pode ser elaborada com o objetivo de ser utilizada: antes, durante ou após algum tema específico. A tabela acima mostra alguns direcionamentos que podem colaborar com o professor nesta tarefa. Por um lado, é indicado evitar cálculos, memorização ou perguntas que contenham detalhes que possam distrair do conceito em análise, e por outro, se deve incluir possíveis lacunas de entendimento na questão (ou nas alternativas), bem como a possibilidade do estudante declarar que não sabe, para assim evitar o "chute".

ANTES	DURANTE	APÓS
Mostram um exemplo.	Ligue um aspecto geral a um específico.	Apresente uma ideia familiar em contexto novo.
Seja em um nível além das possibilidades dos alunos.	Exija ordenamento de ideias.	Investiga ideias sobre categorias correlatas.
Instigue curiosidade.	Apresente um gráfico e solicite uma explicação (que pode ser em alternativas).	Identifique erros em uma série de passos.

É fato que a memorização tem importante papel e que os cálculos tem grande valor nas ciências exatas, por exemplo para o dimensionamento de grandezas,

¹ Indicamos em particular os livros "Pedagogia da Autonomia" e "Extensão ou Comunicação?"

porém a proposição desses tipos de perguntas por meio da plataforma restringe as possibilidades do professor aproveitar a apresentação das respostas dos alunos para impeli-los ao diálogo, uma vez que a objetividade inerente da resposta reduz o leque de possibilidades de problematização no contexto dos conteúdos curriculares.

A atenção principal na elaboração da pergunta é como será usada na sala de aula. Após propor a pergunta e aguardar os estudantes encaminharem suas respostas é altamente recomendado ao professor passear entre os estudantes e observar os diálogos que ocorre entre eles, que deve ser encorajado, pois o aprendizado pode acontecer no momento dessa troca de ideias. Nesse momento o professor pode observar algum ponto a ser explorado após a apresentação dos resultados que não tinha planejado. Quando todos, ou um número razoável de estudantes tiverem respondido, o professor pode mostrar o resultado à sala. Dependendo do tipo de pergunta será um gráfico de frequência, ou mesmo o trabalho de um dos alunos. Este é o momento mais importante, não porque as respostas estão diante do professor, mas porque o professor poderá aprender do estudante o que ele está pensando sobre o conhecimento abordado na aula.

Assim, após a apresentação do resultado é recomendado ao professor escutar, e para isso deve perguntar para sala com o desejo de entender as formulações e o raciocínio que as fundamentam, e descobrir as motivações atrás de cada resposta, de forma a:

- Deparar os alunos frente ao ponto de vista do outro;
- Debater sobre equívocos e confusões e distinguir sobre ideias relacionadas;
- Evidenciar paralelos e conexões;
- Avaliar o conhecimento espontâneo dos alunos;
- Focar em um objetivo de aprendizagem.

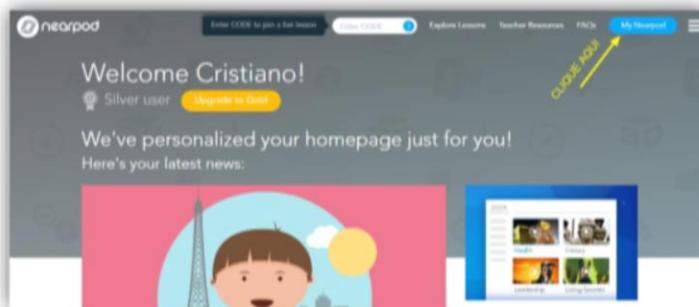
Ao apresentar as respostas dos estudantes, recomenda-se mantê-los em anonimato, seja no caso de acerto como no caso de respostas que contenham enganos.

IV. Plataforma NearPod

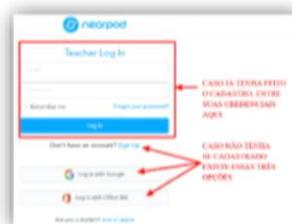
Existem várias plataformas e aplicativos que se propõem disponibilizar um sistema de resposta em sala de aula como descrito no item “c” desse Guia. Porém, ainda que um passo-a-passo como esse que segue tem uma sobrevida pequena dada à rápida atualização de sistemas na internet, apresentamos o uso e as possibilidades da plataforma *NearPod* porque foi o sistema utilizado na pesquisa acadêmica (OLIVEIRA, 2018).

g) Cadastro Gratuito e Login

O primeiro passo para utilizar a plataforma é acessar o site: 'http://nearpod.com' e criar seu cadastro como professor, para tanto é preciso clicar em “My Nearpod”, destacado na figura abaixo.

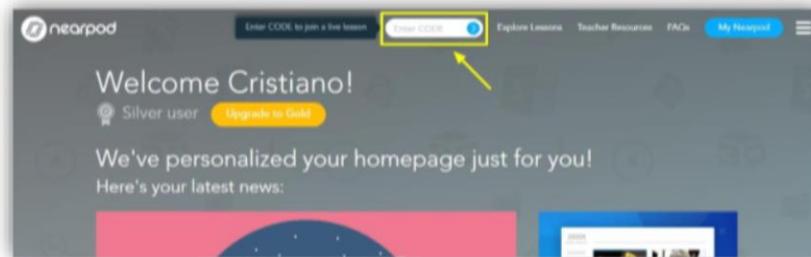


Além da possibilidade de criar seu cadastro diretamente no site, é possível acessar por meio da sua conta nos serviços *Google* ou *Office365 (Microsoft)*, simplificando o processo de cadastro. Depois de cadastrado, o acesso de professor se dá pelo mesmo botão (MyNearpod), entrando suas credenciais no caso de cadastro no site, ou pelas opções: “Log in with Google” e “Log in with Office 365”.



Note que os alunos não necessitam de cadastro, o que pode ser considerado uma vantagem de ordem prática. Eles acessam a plataforma por meio de um código aleatório gerado automaticamente, logo quando o professor inicia a

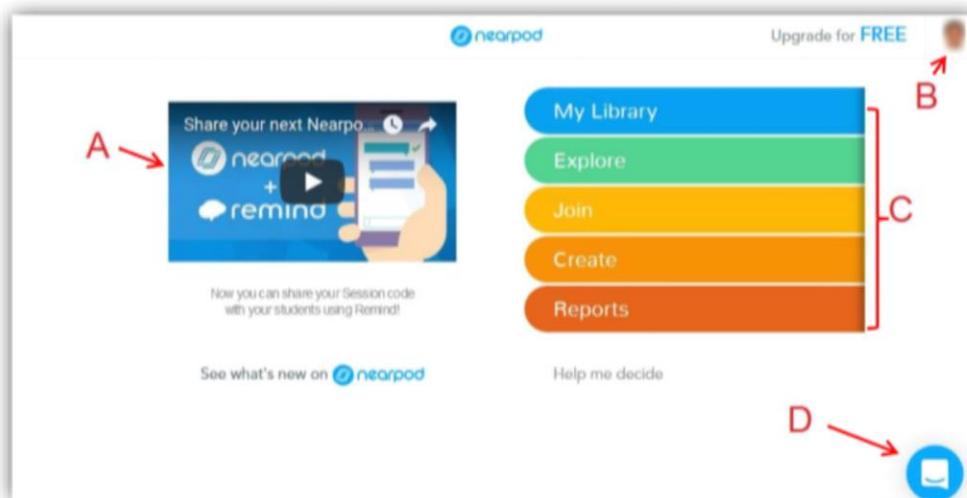
sessão da aula criada anteriormente. Os alunos devem inserir o código no campo em destaque da imagem abaixo.



Ao acessar a lição os alunos são convidados a preencher dois campos: por exemplo, o nome e a turma, porém se o professor desejar que os alunos não se identifiquem poderá propor a utilização desses campos de outra forma.

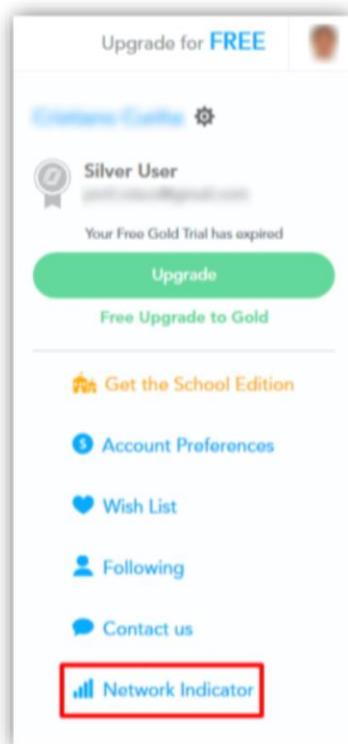
h) Tela Principal

Abaixo é apresentada a Tela Principal da plataforma, apresentada após a realização de login pelo professor:



Destacamos quatro opções principais:

- Em “A” é oferecido um vídeo contendo alguma dica sobre o uso da plataforma.
- Em “B”, que tem como ícone a foto do professor, apresenta informações sobre o cadastro na plataforma, preferências, e análise das condições da rede (destacado na ilustração ao lado). Essa opção verifica se a rede que o computador está conectado possibilitará a utilização do NearPod para elaboração de material (“Account Services”), para disponibilização de conteúdo (“Content Services”), para uso na sala de aula em modo *online* (“Sync Services”). Para verificar se a rede *Wi-Fi* da escola permitirá o uso dessa plataforma, quando estiver conectado a ela no local em que será a aula, verifique essa opção se as velocidades disponibilizadas são compatíveis com os requisitos do sistema.
- Em “C”, temos o menu principal que conta com as seguintes opções:
 - **My Library:** Armazena as lições criadas pelo professor, podendo organizá-las em pastas.
 - **Explore:** Armazena as lições criadas por outros professores e disponibilizadas por eles.
 - **Join:** Permite o professor entrar em uma lição de outro professor como estudante.
 - **Create:** Construtor de lições.
 - **Reports:** Relatórios das aulas dadas. Se uma mesma aula for dada várias vezes irá gerar vários relatórios, referentes a cada aula ministrada.



- E em "D" o professor tem a opção de entrar em contato com o suporte técnico da plataforma.

i) Ciclo de utilização da plataforma

Os ícones para utilização cotidiana da plataforma estão no menu principal. O ciclo de utilização básica da plataforma é iniciado pela criação de uma lição, acessando a opção *Create* (seta azul), assim que for criada ela aparecerá na opção *My Library* do menu, logo para usar a lição você deverá acessar essa opção (seta vermelha) e selecioná-la entre as opções listadas, enfim, após ter utilizado a lição em sala de aula, é hora de ver os relatórios no menu *Reports* (seta verde).



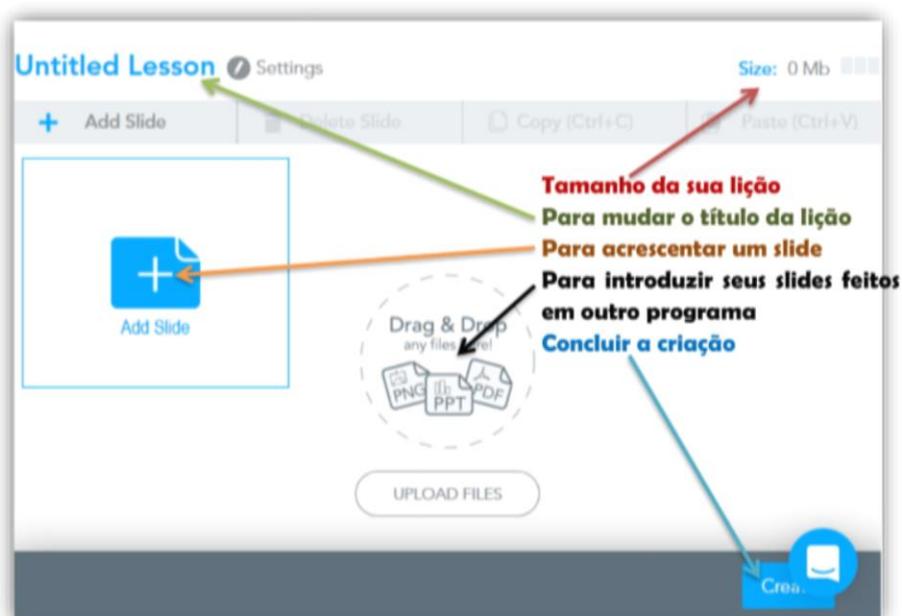
j) Como criar uma lição

Para criar uma lição, primeiro será necessário entrar na opção *Create* do menu principal.

O modo de criação de lições possui poucas opções o que acelera a curva de aprendizagem para seu uso. Nele você poderá alterar o título da sua lição (inclusive escrever comentários que julgar pertinente, e escolher por meio de listas a que nível e disciplina essa lição se destina – *Settings*), poderá adicionar

slides de três tipos: (1)conteúdo, (2)conteúdo da web e (3)atividade², caso você tenha uma apresentação em *PowerPoint*, em formato PDF ou em imagens PNG, também poderá importar automaticamente (economizando tempo de retrabalho), e ao concluir a elaboração da lição, deve clicar no botão *Create* para encaminhá-lo a sua biblioteca de lições (Menu Principal\ *MyLibrary*).

A figura a seguir apresenta os detalhes dessa interface:

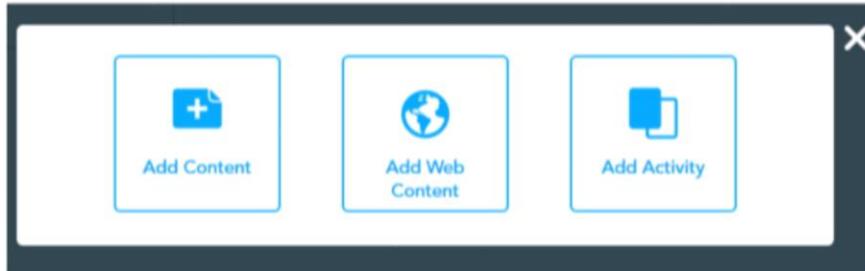


Os slides introduzidos que foram feitos em outro programa são importados como slides do tipo conteúdo.

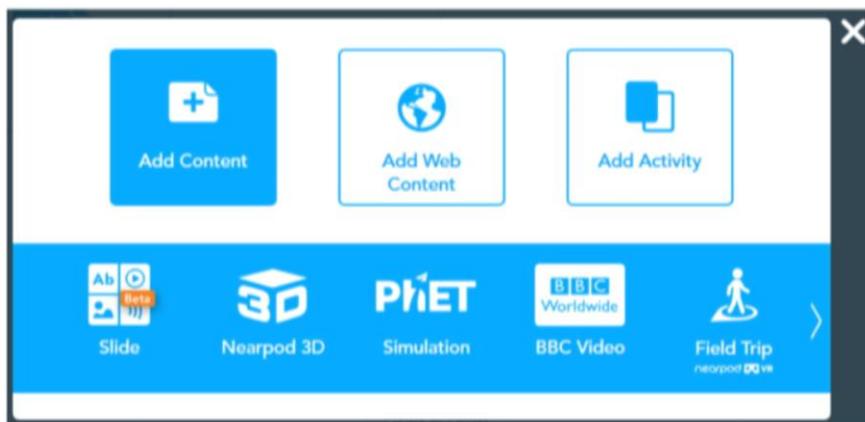
Ao clicar na opção *Add Slide* uma nova janela é apresentada. Cada uma dessas três opções (conteúdo, conteúdo web e atividade) possuem subopções que se

² Com *slides* do tipo atividade é possível ao professor coletar respostas encaminhadas pelos *smartphones* dos alunos.

não forem disponíveis para versão gratuita ao serem escolhidas incorrerão em uma janela convidando o usuário a fazer assinatura das funções pagas.



Um exemplo pode ser observado ao escolher a opção *Add Content*, imediatamente um submenu aparece. Nesse submenu a opção "BBC Vídeo" por exemplo é exclusiva para usuários com assinaturas pagas:



Ao escolher a primeira opção (*Slide*) você poderá criar seu slide em uma interface intuitiva, as imagens e vídeos podem ser importadas automaticamente da web por meio busca dentro da própria plataforma e após a criação do slide de conteúdo deverá selecionar a opção "salvar".

A opção *Add Web Content* é exclusiva para pagantes.

Outra opção disponibilizada quando se inicia a criação de um novo slide (*Add Slide*) é a opção "Add Activity". Nela você cria os momentos de interação com os estudantes (interação que na aula acontece via *smartphone* do aluno).

Em todas as opções você define um enunciado, que além de texto pode conter imagens, vídeos, arquivos de áudio, páginas da internet e arquivos PDF, bem como alternativas ou elementos específicos de cada subopção.

Atualmente a plataforma possui³ os seguintes tipos de atividades:



Tipo de Atividade	Descrição	Apresentação dos Resultados
Open Ended	Na questão aberta o estudante é convidado a escrever um texto em resposta à solicitação apresentada no enunciado.	Ao concluir a lição o professor poderá apresentar à sala a produção de cada estudante por vez.
Poll	Nesse tipo de atividade, o estudante deverá escolher alternativas frente a um enunciado. Não há indicação de alternativa correta.	É apresentado um gráfico de Pizza com a incidência de cada escolha assinalada.
Quiz	Muito similar ao tipo Poll, com a diferença de permitir a escolha de alternativas corretas entre as opções apresentadas.	Na apresentação é destacado quantos acertaram e quantos erraram a escolha.
Draw It	Nesse tipo de atividade o estudante é convidado a desenhar na tela do seu dispositivo. Uma opção que existe é escolher uma imagem (de até 3MB) para ser o fundo desse desenho.	Ao concluir a lição o professor poderá apresentar à sala a produção de cada estudante por vez.

³ Diante das constantes atualizações desse tipo de sistema, funcionalidades poderão ser acrescentadas, suprimidas ou alteradas.

Collaborate	Essa opção se parece como um mural de recados, de forma que conforme o estudante entra sua resposta no sistema os outros podem ver imediatamente, e também curtir, ampliando um contador a ela associado.	Como já é apresentado durante a atividade o resultado, não existe apresentação de resultados nessa atividade.
--------------------	---	---

As opções *Fill in Blanks* e *Memory Test* são exclusivas para usuários pagantes.

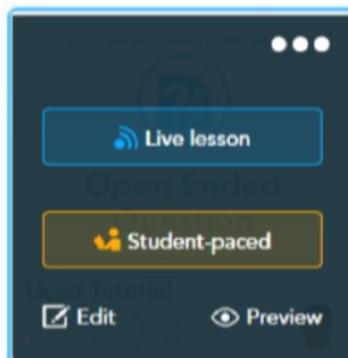
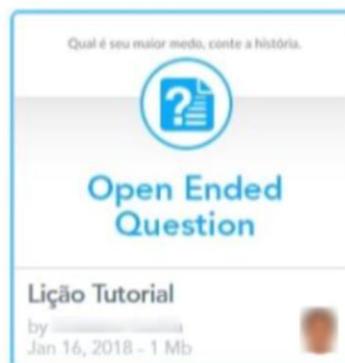
Após a criação de cada slide é preciso selecionar o botão *Save* para salvá-lo dentro da lição interativa. Da mesma forma, após a conclusão de sua lição é preciso selecionar o botão *Save and Exit*.

Durante a criação da lição, é possível pré-visualizar o resultado por meio do botão *Preview*. Bem como compartilhar a lição com outro professor que possua conta no NearPod, por meio da opção *Share*.

h) Como usar a lição em sala de aula

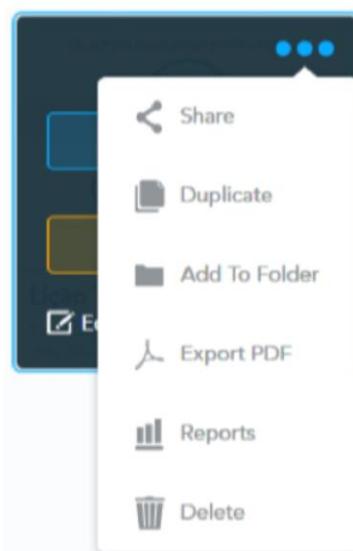
Assim que concluir a criação da lição, ela já se encontra disponível na biblioteca pessoal (*My Library*) para ser usada nas aulas. Na biblioteca cada lição criada aparece como um ícone como o apresentado ao lado.

Ao colocar o ponteiro do mouse em cima desse ícone ele muda apresentando as opções disponíveis (figura abaixo): seja para iniciar uma aula (*LiveSession*), disponibilizar como lição de casa (*Student-paced*), editar (*Edit*) ou pré-visualizar (*Preview*).



Existe uma quinta opção nesse ícone, acionado quando o usuário clica sobre os três pontos no canto superior direito. O submenu que é aberto oferece a opção ao professor de compartilhar essa lição com outro professor (*Share*), de duplicar a lição na biblioteca (*Duplicate*), organizar sua biblioteca enviando essa lição para uma pasta (*Add to Folder*), exportar a lição em arquivo PDF (*Export PDF*), acessar os relatórios de atividades em aula relacionadas àquela lição (*Reports*) e apagar essa lição (*Delete*).

A figura abaixo apresenta o acesso a essa lista de opções:



1) Como acessar os relatórios das aplicações de cada sessão

Após o uso de uma lição que contenha atividades respondidas pelos estudantes com o *smartphone*, um relatório é automaticamente criado. A forma mais simples de acessá-lo é por meio do menu principal, opção *Reports*.

Essa opção oferece o acesso aos relatórios que contém a participação por aluno, em cada tipo de atividade, e o percentual de participação geral. E abas que permitem em cada tipo de atividade observar as escolhas, acertos e produções de cada estudante.



Post-Session Reports

View detailed reports of student engagement and activity from your users' Nearpod sessions.

 <p>Física 1 Boa noite! 01/11/2017</p>	<h3>Capacitores</h3> <p>Slides: 38</p>
 <p>Desenho de P1</p>	<h3>Potencial Elétrico</h3> <p>Slides: 26</p>
 <p>Boa noite!</p>	<h3>Phet Campo Eletrico</h3> <p>Slides: 18</p>
 <p>Força Elétrica</p>	<h3>Força Elétrica 25-08</h3> <p>Slides: 12</p>
 <p>Correção Como está</p>	<h3>Correção da Avaliação</h3> <p>Slides: 10</p>

Além desse relatório ser observado na plataforma, existe a possibilidade de exportar os resultados em arquivo PDF.

V. Considerações Finais

Após essa leitura encorajamos os colegas, professores de Física ou outras disciplinas, a experimentarem a utilização de alguma plataforma CR5 em suas aulas. Esperamos que esse guia contribua com a atualização de sua prática no que tange ao uso de tecnologias, mas principalmente no importante aspecto dialógico.

O diálogo permite-nos promover o engajamento dos estudantes bem como proporcionar uma proximidade, entendida por nós, como muito necessária nas atividades de ensino.

Àqueles que desejarem aprofundar um pouco mais nesses assuntos, convidamos a realizar o *download* da internet e ler o resultado da pesquisa que conduziu a criação desse guia, intitulada: "Dispositivos Móveis Digitais e Sistemas de Respostas em Sala de Aula: Investigando possibilidades no processo pedagógico que busca diálogo com os alunos" (OLIVEIRA, 2018). Talvez após o contato com esse trabalho venha a sentir-se estimulado a desbravar a área de pesquisa de ensino de ciências e matemática em nível de pós-graduação.

VI. Referências

OLIVEIRA, Cristiano Santana Cunha de Oliveira. Dispositivos Móveis Digitais e Sistemas de Respostas em Sala de Aula: Investigando possibilidades no processo pedagógico que busca diálogo com os alunos. São Paulo: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo. Dissertação, Mestrado, 2018.

POSTMAN, Neil. Tecnopólio: A rendição da cultura à tecnologia. São Paulo: Nobel, 1994.

ANEXO A: Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SÃO PAULO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Relação dialógica emergente da interação mediada por dispositivos móveis em aula presencial

Pesquisador: CRISTIANO SANTANA CUNHA DE OLIVEIRA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 68422217.1.0000.5473

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE SAO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.095.982

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto do mestrado profissional em Ensino de Ciência e Matemática (IFSP, câmpus SPO). A pesquisa pretende investigar o desempenho de dispositivos móveis digitais na relação dialógica entre professor e alunos do curso de Física do IFSP.

Objetivo da Pesquisa:

Segundo o projeto, o objetivo primário consiste em investigar como se configura o diálogo professor-aluno e quais tipos de interação se constroem com a utilização de dispositivos móveis digitais em ambiente de sala de aula. Como objetivo secundário, o autor destaca a necessidade de delimitar as competências docentes com o uso desses novos recursos, identificando resultados e vantagens na avaliação da aprendizagem.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A pesquisa não apresenta maiores riscos aos participantes. Os benefícios dizem respeito às potencialidades de uma ferramenta que pode ampliar a ação pedagógica.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa define claramente o objetivo, a justificativa e a metodologia que será utilizada. Trata-se de investigar o uso de dispositivos móveis digitais no ambiente de aprendizagem. Para tanto, o autor propõe trabalhar com 30 estudantes do curso de Física do IFSP, câmpus São Paulo. A

Endereço: Rua Pedro Vicente, 625

Bairro: Canindé

CEP: 01.109-010

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3775-4665

Fax: (11)3775-4570

E-mail: cep_ifsp@ifsp.edu.br



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SÃO PAULO



Continuação do Parecer: 2.095.982

atividade de prospecção de dados se dará em três etapas: (1) aplicação de um questionário eletrônico para averiguar a fluência digital dos envolvidos; (2) aplicação de uma sequência didática em dois momentos, com a utilização dos dispositivos móveis; (3) participação dos envolvidos em uma entrevista semi-estruturada, em grupo focal, com gravação audiovisual para melhor apreciação da interação entre os estudantes. Os eventos de todo o processo serão registrados em um "diário de bordo", para posterior análise. Na avaliação do roteiro da entrevista não encontramos temas ou questões que possam causar constrangimento aos participantes. Na apresentação do resultado final, garante-se o devido sigilo aos envolvidos e todas as informações pertinentes foram colocadas no TCLE. O início das atividades com os estudantes está marcado para 26 de julho de 2017.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE está adequado aos propósitos da pesquisa.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado conforme parecer do relator.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_897505.pdf	12/05/2017 17:51:18		Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.pdf	12/05/2017 17:50:31	CRISTIANO SANTANA CUNHA DE OLIVEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	EncTCLE.pdf	10/05/2017 08:33:21	CRISTIANO SANTANA CUNHA DE OLIVEIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	EncPROJETO.pdf	10/05/2017 08:32:42	CRISTIANO SANTANA CUNHA DE OLIVEIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	EncDeclaracaodeInstituicao.pdf	10/05/2017 08:31:22	CRISTIANO SANTANA CUNHA DE OLIVEIRA	Aceito

Endereço: Rua Pedro Vicente, 625
Bairro: Canindé **CEP:** 01.109-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3775-4665 **Fax:** (11)3775-4570 **E-mail:** cep_ifsp@ifsp.edu.br



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SÃO PAULO



Continuação do Parecer: 2.095.982

Cronograma	EncCRONOGRAMA.pdf	10/05/2017 08:30:29	CRISTIANO SANTANA CUNHA DE OLIVEIRA	Aceito
------------	-------------------	------------------------	---	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 01 de Junho de 2017

Assinado por:

Thomas Edson Filgueiras Filho
(Coordenador)

Endereço: Rua Pedro Vicente, 625

Bairro: Canindé

CEP: 01.109-010

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3775-4665

Fax: (11)3775-4570

E-mail: cep_ifsp@ifsp.edu.br

ANEXO B: Assentimento da Direção



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO
Rua Pedro Vicente 625 – Canindé, 01109-010, São Paulo - SP
mariana.baroni@ifsp.edu.br , Tel: (11) 2763-7640

DECLARAÇÃO

Declaro que autorizamos a aplicação da pesquisa "RELAÇÃO DIALÓGICA EMERGENTE DA INTERAÇÃO MEDIADA POR DISPOSITIVOS MÓVEIS EM AULA PRESENCIAL", no IFSP – *Campus* São Paulo, pelo pesquisador Cristiano Santana Cunha de Oliveira, sob orientação do Prof. Dr. José Paulo Gircoreano.

Informo que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IFSP, sob número de parecer 2.095.982.

A autorização está condicionada ao cumprimento dos pesquisadores aos requisitos da Resolução CNS 466/2012 e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins da pesquisa.

Maiores informações sobre o projeto e dados solicitados pelo pesquisador podem ser obtidas na Diretoria de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação do Câmpus São Paulo.

São Paulo, 06 de junho de 2017.

Mariana Pelissari Monteiro Aguiar Baroni
Diretoria de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação
IFSP - *Campus* São Paulo
Portaria nº 264 de 26/01/2015